ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

БАХ А. Н., БУХАРИН Н. И., ВИЛЬЯМС В. Р., ГЕНДЛЕР Е. С., ГУБКИН И. М., ДОЛГОВ А. Н., ИОФФЕ А. Ф., КЕРЖЕНЦЕВ П. М., КРЖИЖАНОВСКИЙ Г. М., КРИЦМАН Л. Н., КУЙБЫШЕВ В. В., ЛАПИРОВ-СКОБЛО М. Я., ЛЕНГНИК Ф. В., ЛИНДЕ В. В., МАРТЕНС Л. К., МЕШЕРЯКОВ Н. Л., ФЕДОРОВСКИЙ Н. М., ШАТЕЛЕН М. А., ШМИДТ О. Ю., ШПРИНК Б. Э.

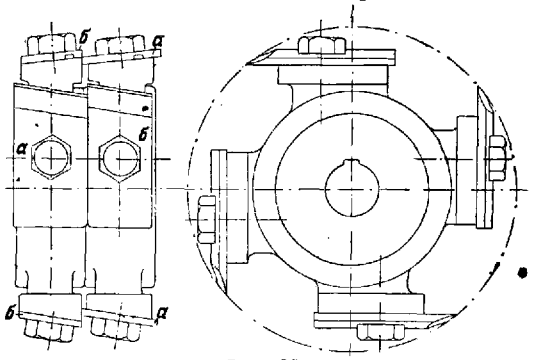
ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Л. К. МАРТЕНС

ТОМ ДВАДЦАТЬ ТРЕТИЙ

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ — ТРУБА

ГОСУДАРСТВЕННОЕ СЛОВАРНО-ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО «СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ»
МОСКВА ✧ ОГИЗ РСФСР ✧ 1934

этом применяются очень острые резцы. Фиг. 88 показывает резец для долбления прямоугольного прореза с круглыми углами, к-рый был предварительно начерно профрезерован. После того как ложа окончательно обработана, ее по-



Фиг. 85.

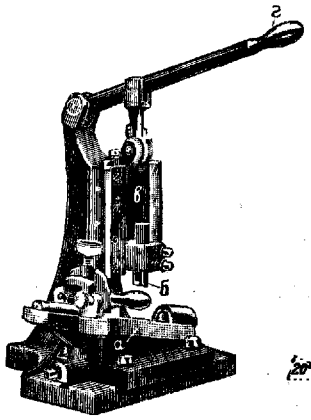
лируют с внешней стороны; для этого применяются быстро вращающиеся суконные шайбы. Ложи для охотничьих и спортивных ружей снабжаются часто различными украшениями, к-рые наносятся исключительно ручным способом при помощи инструментов, применяемых для резьбы по дереву.

Бо́льшая часть ружейных деталей закаливается, причем в зависимости от материала применяются самые разнообразные способы закалки. Т. к. ко многим ружейным деталям, а еще в большей степени к пулеметным деталям, предъявляются исключительно высокие требования, то правильная закалка этих деталей имеет большое значение для надежности оружия. Для отдельных ружейных деталей, как например для затвора, применяются закалочные печи, снабженные значительным количеством небольших муфелей, в каждом из к-рых нагревается отдельная деталь. В остальных случаях применяются обыкновенные закалочные печи, а в последнее время также печи со свинцовыми и соляными ваннами. Наряду с простой закалкой стали с высоким содержанием углерода применяются также цементирование углем из отбросов кожи или цементирующим порошком и частичная закалка отдельных мест посыпанием их кровяной солью (железисто-синеродистым калием). Цементированные детали, которые должны оставаться в отдельных местах незакаленными, предохраняются в этих местах обмазыванием глиной, жидким стеклом или покрываются тонкой медной оболочкой. Часто также уже закаленные детали отпускаются в отдельных местах, для чего применяется небольшое пламя от паяльной лампы. Многие детали после закалки не подвергаются дальнейшей шлифовке. Поэтому делаются попытки уменьшить деформацию при закалке особым положением при нагревании и охлаждении, механическим движением деталей при охлаждении и т. д. Полностью избежать этой деформации невозможно

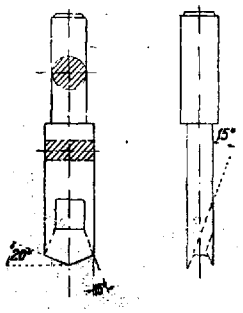


Фиг. 86.

даже при тщательной закалке, поэтому все больше переходят к последующей шлифовке важных мест деталей. После закалки детали ружья, расположенные внутри, обычно подвергаются очистке песком. Для этого применяются небольшие пескодувки, работающие с мелким кварцевым песком, за последнее же время также и со стальным песком. Детали охотничьего и спортивного оружия, расположенные снаружи, часто при закалке окрашиваются цветами побежалости. С этой целью соответствующие места, предварительно начисто отшлифованные и тщательно обезжиренные, закладываются по возможности без прикосновения к ним руками в загрузочные ящики или трубы и засыпаются порошком из костяного, кожевенного и древесного углей. После того как детали при соответствующей $t°$ достаточно выдержаны, их быстро опускают в водяную ванну вместе с порошком, причем по возможности не допускается прикосновения к ним воздуха. Ванна д. б. достаточно глубока и снабжена снизу ситом, на к-рое падают детали, а порошок проваливается насквозь. Через сопла в ванну снизу про-



Фиг. 87.



Фиг. 88.

водится сжатый воздух, проходящий затем через воду наверх в виде мелких пузырьков. Эти мелкие пузырьки и вызывают пеструю окраску частей. Чем длиннее путь, проделываемый деталями в воде и чем больше количество воздушных пузырьков, с к-рыми они при этом соприкасаются, тем пестрее окраска. После закалки части обычно промываются в чистой воде и слегка покрываются маслом или же тонким слоем целлюлоидного лака.

Для того чтобы удалить неизбежные риски обработки на видимых снаружи поверхностях ружейных частей, эти части обычно подвергаются шлифованию и полированию. Эта обработка производится как на местах, остающихся блестящими, так и на местах, подлежащих воронению. Она требует навыка от рабочих, т. к. подлежащие обработке детали часто имеют пересечение фасонных поверхностей с плоскостями, выступы к-рых должны и после полирования оставаться четкими, чтобы не повлиять на внешний вид деталей. Отделка поверхностей распадается на четыре операции, а именно: предварительное шлифование, окончательное шлифование, предварительное полирование и окончательное полирование. При деталях, остающихся блестящими, может еще прибавиться пятая операция, а именно—отделочная полировка, в то время как более мелкие детали, внешнему виду к-рых не придается особого значения, часто подвергаются лишь однократной

ГОСУДАРСТВЕННОЕ СЛОВАРНО-ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО «СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ»

XXIII том сдан в производство 28 мая 1933 г.;
подписан к печати 20 января 1934 г.

Набор текста и верстка, печать, брошировочно-переплетные работы выполнялись в 16-й типографии треста «Полиграфкнига» под общим наблюдением директора 16-й типографии Смирнова П. Г. и помощников директора Моргунова Н. В. и Кудряшова П. В. Набор и верстка произведены под руководством Колобашкина И. Г. и Самойлова И. К. Верстали Горшков М. С. и Егоров П. А. Печатью руководил Майоров С. Г. Брошировочно-переплетные работы выполнялись под общим наблюдением Баранова В. В., Курчева Н. Н., Овсянникова М. П., Костюшина П. И. и Комарова И. М. Тиснением руководил Александров А. А. Клише для тиснения на переплете гравировано Законовым Г. А. Клише выполнялись цинкографией 3-й типографии ОГИЗ «Красный пролетарий». Бумага бумажной фабрики Вишхимза. Дерматин Кунцевской фабрики им. В. П. Ногина. Картон Мирополькой фабрики и Балахнинского комбината.

В XXIII томе ТЭ помещено 1093 иллюстрации в тексте, пять вкладок к статьям: «Техника высокой частоты»—2, «Типографское оборудование»—1, «Трактор»—2.

Адрес редакции Технической Энциклопедии: Москва, Остоженка, 1.
Адрес издательства: Москва, Волхонка, 14.

16-я типография треста «Полиграфкнига», Москва, Трехпрудный пер., 9.
Уполномоченный Главлита Б 28918, Гиз 6. Э-00 г. Заказ 699.
Бумага 72×108/16. 32 печ. листа × 99 500 знаков. Тираж 31 500 экз.

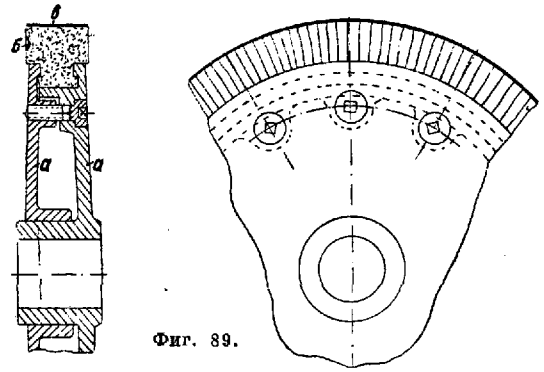
Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

Заканчивая редакционную обработку первого издания «Технической Энциклопедии» и сдав в производство весь материал, редакция Т. Э. посвящает свой многолетний труд вождю мирового пролетариата и неустанному организатору индустриализации и коллективизации СССР **тов. И. В. СТАЛИНУ**, чей лозунг об овладении техникой воодушевлял работников Т. Э. в их стремлении вооружить технические кадры промышленности СССР новейшими данными мировой техники.

Редакция Т. Э. заверяет партию и тов. Сталина, что приложит все усилия к использованию приобретенного в процессе создания Т. Э. опыта для дальнейшего углубления работы по созданию новых технических энциклопедий и в первую очередь «Рабоче-колхозной технической энциклопедии» в целях технического вооружения всей массы рабочих и колхозников СССР.

Редакция Технической Энциклопедии

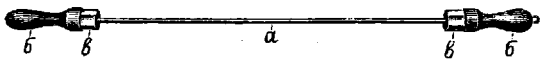
шлифовке и полировке. Для шлифования применяются, в зависимости от формы обрабатываемой части, суконные, войлочные или кожаные шайбы, на которых наклеен наждачный порошок. Войлочные и суконные шайбы обычно изготовляются сплошными. Кожаные диски имеют зачастую основную часть из дерева, на к-ром прикреплена облицовка из кожи. В настоящее время очень часто применяют кожаные



Фиг. 89.

диски, к-рые состоят из двух алюминиевых дисков *а* (фиг. 89), между к-рыми зажаты кусочки кожи *б*, покрытые наждачным слоем *в*. Аналогичные шайбы, предварительно профилированные, применяются также для полировки фасонных деталей. Предварительная и окончательная полировка производится всухую. При предварительной полировке наждачный слой шайбы покрывается жировой пастой, состоящей из смеси говяжьего сала, пчелиного воска и тонкого наждачного порошка. Для чистовой полировки применяются диски, наждачный слой которых уже совсем притупился в результате длительной работы; на них также накладывается жировая паста. Шлифовальные и полировочные диски д. б. уравновешены, т. к. работают с окружной скоростью примерно в 25 *м/сек*. При небольших дисках, часто изготовляемых из моржовой кожи, а также при полировочных оправках эту скорость не всегда удается достигнуть, но и здесь следует стремиться к возможно большему числу оборотов.

Для предохранения против ржавчины бо́льшая часть стальных деталей оружия подвергается воронению, т. е. покрывается предохраняющим слоем окиси железа. Раньше оружейные детали воронились исключительно по т. н. окрашивающему способу, т. е. они смазывались кислотной смесью, образовывавшей на их поверхности окись железа Fe_2O_3, которая под влиянием водяного пара переходит в закись железа Fe_3O_4. Этот способ, применяющийся еще и сейчас, дает при правильном выполнении очень красивое равномерное и прочное воронение, но имеет однако тот недостаток, что слой, получаемый в результате однократной обработки, тонок, т. ч. ее необходимо многократно повторять (до 6 раз), на что уходит значительное время. Воронение по этому способу происходит сл. образом: подлежащие воронению детали сначала прополаскиваются в бензоле с целью полного обезжирения, затем кипятятся в растворе соды. После этого они подвергаются очистке на тонкой вращающейся щетке из стальной проволоки $\varnothing$ ~0,08÷0,1 *мм*. Далее следует тонкое равномерное наложение протравы для воронения, причем надо следить за тем, чтобы не произошло образования капель. В сушильном шкафу, в к-ром поддерживается $t°$ в 60—80°, деталь сушится примерно 30÷45 мин. После этого деталь переходит в паровую камеру, представляющую собой небольшую совершенно закрытую и изолированную против излучения тепла камеру, в к-рую проводится насыщенный водяной пар. В этой камере детали остаются примерно 45 мин., причем необходимо обращать внимание на то, чтобы водяной пар не конденсировался на деталях и не стекал по ним в виде водяных капель. Из паровой камеры детали затем переходят в резервуар для промывки, где они кипятятся в течение примерно 20 мин. в чистой воде. После охлаждения на воздухе до комнатной $t°$ детали подвергаются обработке проволочными щетками для удаления мелкой ржавчины. Затем производят повторное смазывание протравой для воронения и тот же рабочий процесс вновь повторяется несколько раз. После окончательной обработки щетками проверяется равномерность покрытия, а затем производятся промывание в керосине с 5%-ной примесью масла и смазка путем погружения в горячее суренное масло с $t°$ примерно в 100°. Места деталей, не подлежащие воронению, смазываются при этом асфальтовым лаком. После воронения лак удаляется скипидарным маслом. Внутренность ствола закрывается



Фиг. 90.

при воронении особыми стержнями *а* (фиг. 90) с деревянными ручками *б*, снабженными медными гайками *в*.

Состав протравы для воронения содержит почти всегда азотную кислоту HNO_3, к-рой примешиваются различнейшие вещества, являющиеся секретом фирмы. Протраву для воронения металлов, вполне себя оправдавшую, можно составить самому следующим образом: в 5 100 *г* дист. H_2O растворяют 90 *г* медного купороса $CuSO_4$. После полного растворения $CuSO_4$ добавляют 270 *г* хлористого железа $FeCl_2$ и 180 *м*³ азотной кислоты HNO_3. Когда эти вещества хорошо перемешаны, прибавляют 20 *см*³ хлористой ртути $HgCl_2$, а затем 54 *см*³ азотнокислого эфира (азотисто-этиловый эфир C_2H_5ONO). Этот состав дает очень хорошее воронение, но имеет тот недостаток, что требует большой затраты времени. В настоящее время применяются т. н. быстрые методы воронения металлов. Эти методы разработаны первоклассными фирмами и запатентованы. Данные составы также вызывают во многих случаях образование слоя закиси железа, зачастую минуя окись железа. Способ воронения, при к-ром непосредственно образуется слой закиси железа, минуя окись железа, запатентован под наименованием цитоксит. Этот способ в отличие от всех до сих пор известных требует наименьшей затраты времени и покрывает полированные части блестящим, глубоко черным и очень прочным слоем, а матовые поверхности делает матово-черными. Применение этого способа крайне просто. Детали в том виде, как они поступают из производства, т. е. не особенно обезжиренные и матовые, складываются в подогреватель, наполненный кипятком. Когда они примут $t°$ кипятка, их подвешивают на 5—20 мин. в протраву для воронения, подогретую до 125—150°, затем прополаскивают в подогревателе и кипятят в чистой воде от 5 до

ОТКРЫТОЕ ПИСЬМО К СОВЕТСКОМУ ИНЖЕНЕРСТВУ

Редакция Технической Энциклопедии, закончив редакционную работу по первому изданию (в 25 основных томах Т. Э. и 10 томах Справочника химич., физич. и технологич. величин), обращается к Вам с просьбой прислать Ваши соображения и предложения о желательных добавлениях к этому изданию. Ориентировочно редакцией Т. Э. предполагается в течение 1934 г. дать два дополнительных тома, в которых намечается осветить ряд новых технических тем, включить пропущенные темы и дать дополняющие материалы к уже напечатанным основным статьям в целях их обновления.

Все Ваши замечания и предложения будут приняты редакцией с благодарностью и по мере возможности при представлении их Вами в кратчайший срок будут учтены при составлении редакционного плана на дополнительные тома. Все предложения просьба направлять по адресу: Москва, Остоженка, 1, Редакция Технической Энциклопедии.

Редакция Технической Энциклопедии

РЕДАКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭНЦИКЛОПЕДИИ

РЕДАКЦИОННОЕ БЮРО

Главный Редактор—проф. **Л. К. Мартенс.**

Зам. Глав. Редактора—инж. **Б. Э. Шпринк.** | Зав. ГСЭИ—**Б. П. Рогачев.**
Пом. Глав. Редактора—**А. А. Дашкевич.** | Ученый Секретарь—**Н. П. Ракицкий.**

НАУЧНЫЕ РЕДАКТОРЫ

Арманд Н. Е.; Ельцина Н. М.; инж. **Знаменский А. А.; Мельников И. И.;** инж. **Мушенко И. Н.; Никаноров В. М.;** инж. **Павлушков Л. С.; Ракицкий Н. П.; Татаринов Б. И.;** инж. **Фрязиновский И. А.;** инж. **Шпринк Б. Э.**

Зав. библиографией: инж. **Таубман С. И.;** Технические Редакторы: **Ксандрова Е. Т.; Морозов И. И.; Никаноров В. М.; Сергеева Т. Н.**

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ СЕКТОР

Зам. Зав. ГСЭИ по производственной части, Руководитель Произв. Сектора: **Татиев Д. П.;** Зам. Руководителя Произв. Сектора: **Маркус В. А.;** Технический Редактор по иллюстрациям: **Тавастшерна В. Я.;** Зав. Технической Редакцией при типографии: **Кулешов Н. З.;** Технический Редактор при типографии: инж. **Сакмаров Н. Г.;** Зав. Корректорской: **Бокшицкая Л. И.;** Старший корректор: **Полякова В. М.**

10 мин. После этого детали без очистки или какой-либо другой обработки смазываются парафинистым маслом. Время, необходимое для воронения, и $t°$ ванны зависят от подвергаемого воронению материала. Беспримесные мягкие стали требуют низкую $t°$ и мало времени, в то время как напр. твердая хромо-никелевая сталь требует более высокой $t°$ и большей затраты времени, чтобы принять черную окраску.

Особые трудности представляет воронение нержавеющей стали, к-рое иногда применяется при изготовлении стволов и др. деталей охотничьего и спортивного оружия. В виду высокого содержания в ней хрома или хромо-никеля образование окиси железа не так легко получается. Один из способов, путем к-рого можно воронить и эти стали, следующий: детали электролитическим путем покрываются тонким слоем железа, причем деталь из нержавеющей стали при электролитич. покрытии ее железной оболочкой служит анодом с целью отделения с его поверхности составных частей нержавеющей стали, препятствующих плотному прилеганию железного покрова. Слой железа приводится затем известным способом к окислению.

Другой способ предохранения поверхности, тоже применяемый для ружейных деталей, запатентован в США, как паркеровский процесс. Этот способ состоит в том, что детали с очищенной поверхностью подвергаются действию кипящего раствора фосфорнокислой соли, причем они медленно покрываются тонким слоем фосфата, начиная с б. или м. светлого до темносерого цвета. Путем соответствующей последующей обработки удается достигнуть матовочерного цвета. При помощи обработки парколаком получается также и похожий на воронение наружный вид.

Метод работы, применяемый при сборке оружия, зависит гл. обр. от точности, с к-рой были изготовлены отдельные детали. В настоящее время от современного военного оружия—ружей, автоматических ружей, револьверов—требуется повсюду безусловная взаимозаменяемость деталей. Если бы это было достижимо в идеальном виде, то сборка ружья являлась бы только лишь соединением отдельных деталей, заранее полностью изготовленных, включая закалку и воронение. Исключительно трудно однако изготовить отдельные детали с необходимой для этого точностью. Кроме того конструкция многих видов оружия делает этот метод сборки невозможным, т. ч. в большинстве случаев бывает при этом необходима небольшая пригонка отдельных частей. Закалка и воронение их могут производиться лишь после пробной сборки. Для того чтобы все-таки обеспечить возможность замены деталей, они не пригоняются одна к другой, а пригоняются к особым образцовым деталям, или шаблонам.

Нормальное военное оружие собирается обыкновенно сначала по отдельным группам, как напр. прицел, затвор, спусковое приспособление (механизм),—каждая в отдельности и независимо одна от другой, и после этого лишь собирают из них готовое оружие. Закалены ли уже при этом отдельные части, зависит от того, в какой мере ожидается еще пригонка. Полностью готовыми, т. е. и воронеными, являются в большинстве случаев лишь т. н. кованые детали ложи, как то: верхнее кольцо, нижнее кольцо, антабка и т. д. После того как ствол ввинчен в ствольную коробку, вставляется затвор, и собранная т. о. группа подвергается пристрелке, т. е. испытанию на прочность. На нек-рых з-дах в эту группу включают еще магазин и подающее приспособление для патронов, на других же—эти детали собираются в отдельную группу. После этого группа опять разбирается, отдельные детали нумеруются и к стволу припаивается прицел и кольцо мушки, если она не имеет прочного основания. Клеймение производится т. о., что на главных деталях выбивается полный номер оружия, а на остальных деталях — последние две или три цифры полного номера. После этого ствол и ствольная коробка также разбираются и все еще не закаленные детали подвергаются закалке и воронению. После воронения все детали, принадлежащие к одному оружию, сортируются по номерам и кладутся в ящики, в к-рых каждая деталь имеет свое определенное место. Стволы и ложи вставляются в передвижные рамы, на к-рых после устанавливаются собранные полностью ружья. Окончательная сборка ружья начинается с привинчивания ствола к коробке, вставления затвора и постановки спускового приспособления. Т. о. собранная группа вставляется вместе с магазином и подающим приспособлением в ложу и привинчивается; прикрепляется прицел, ствольная накладка, цевье ложи насаживается и укрепляется путем натягивания нижних или соответственно верхних колец. В конце выравнивается прицел, в случае надобности прорез прицела подвергается дополнительной обработке, вставляется и выравнивается мушка. Для монтажа ружей применяют различные приспособления, конструкция которых зависит в значительной степени от модели ружья. Для свинчивания ствола и ствольной коробки применяются напр. особые тиски, в к-рых закрепляется ствол, в то время как на ствольную коробку надевается т. н. зажимная коробка, длинные плечи рычага к-рой допускают очень крепкое свинчивание обеих деталей. Напайка прицельной колодки и кольца мушки производится в специальном приспособлении, в к-ром фиксируется положение частей при спайке. Для выпрямления прицела и мушки применяется аппарат, показывающий правильное положение в отношении канала ствола. Монтаж пулеметов производится подобным же способом, с применением лишь при этом еще в бо́льших размерах приспособлений. Отдельные группы, как то: затвор, приемник и т. д., подвергаются притирке в особых приспособлениях. Далее смонтированный в готовом виде пулемет часто закладывается в особый станок, к-рый пускает его механизм в ход т. о., что он выполняет те же движения, к-рые обычно сопровождают стрельбу; этим путем пристрелка оружия значительно сокращается, и т. о. значительно экономятся патроны. При охотничьих и спортивных ружьях, изготовляющихся фабрикой в большом количестве, сборка производится так же, как и винтовок военного образца. В небольших производствах, где такое оружие изготовляется кустарным способом, сборка производится без определенного метода.

Согласно установленным законом предписаниям ручное огнестрельное оружие должно подвергаться перед поступлением в продажу официальному испытанию, т. н. обстрелу с усиленным зарядом. Это испытание производится для того, чтобы избежать несчастных случаев, происходящих из-за того, что огнестрельное оружие оказывается вследствие конструктивных дефектов или дефектов материала не в со-

СОКРАЩЕНИЯ И СИМВОЛИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

I. Метрические меры.

км	километры (1 000 *м*).
м	метры.
дм	дециметры (0,1 *м*).
см	сантиметры (0,01 *м*).
мм	миллиметры (0,001 *м*).
μ	микроны (0,001 *мм*).
mμ	миллимикроны (0,001 *μ*).
μμ	микромикроны (0,000001 *μ*).
км²	квадратные километры.
га	гектары (квадратные гектометры).
а	ары (квадр. декаметры).
м²	квадратные метры.
м³	кубические метры.
дм³	» дециметры.
см³	» сантиметры.
мм³	» миллиметры.
т	метрич. тонны (1 000 *кг*).
ц	центнеры (100 *кг*).
кг	килограммы (1 000 *г*).
г	граммы.
дг	децграммы (0,1 *г*).
сг	сантиграммы (0,01 *г*).
мг	миллиграммы (0,001 *г*).
μг	микрограммы (0,001 *мг*).
к	караты (200 *мг*).
кл	килолитры (1 000 *л*).
гл	гектолитры (100 *л*).
дкл	декалитры (10 *л*).
л	литры.
дл	децилитры (0,1 *л*).
сл	сантилитры (0,01 *л*).
мл	миллилитры (0,001 *л*).
тм	тонномеры.
кгм	килограммометры.
т/м²	тонны на кв. метр.
кг/см²	килограммы на кв. сантим.
м/сек	метры в секунду.
п. м	погонные метры.
рег. т	регистровые тонны.

II. Математич. обозначения.

°	градус.
′	минута, фут.
″	секунда, дюйм.
‴	терция, линия.
>	больше (< меньше).
⩾	не больше (⩽ не меньше).
≈	приблизительно равно.
≥	больше или равно.
≤	меньше или равно.
≫	значительно больше.
≪	значительно меньше.
∢	угол, измеряемый дугой.
∥	параллельно.
⊥	перпендикулярно.
±	от—до.
sin	синус.
tg	тангенс.
sc	секанс.
cos	косинус.
ctg	котангенс.
csc	косеканс.
arc sin	арксинус.
arc tg	арктангенс.
sh	гиперболический синус.
ch	» косинус.
th	» тангенс.
⌀	диаметр.
e	основание натуральных логарифмов.
lg	логарифм десятичный.
ln	» натуральный.
lim	предел.
Const	постоянная величина.
$\sum$	сумма.
$\int$	интеграл.
~	приблизительно.
∞	бесконечность.
d	полный дифференциал.
∂	частный »

III. Международные символы.

а) Единицы.

A	ампер.
Ah	ампер-час.
W	ватт.
Wh	ватт-час.
kW	киловатт.
kWh	киловатт-час.
V	вольт.
mV	милливольт.
VA	вольт-ампер.
kVA	киловольт-ампер.
mA	миллиампер.
Ω	ом.
MΩ	мегом.
μΩ	микроом.
C	кулон.
VC	вольт-кулон.
H	генри.
J	джоуль.
F	фарада.
μF	микрофарада.
Å	ангстрем.
Cal	калория большая.
cal	калория малая.
HP	лошадиная сила.
lm	люмен.
lx	люкс.
m	мюрг.
Hz	герц.

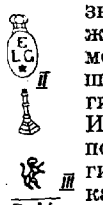
б) Величины.

$t°$	температура обыкновенная.
$T°$	» абсолютная.
$t°_{кип.}$	» кипения.
$t°_{пл.}$	» плавления.
$t°_{заст.}$	» застывания.
$t°_{отв.}$	» отвердевания.
$t°_{крит.}$	» критическая.
atm	атмосфера техническая.
Atm	» барометрич.
I	сила тока.
Q	электрич. заряд, количество электричества.
E	электродвижущая сила.
V, U	напряжение, потенциал.
A	работа.
W	энергия.
N	мощность.
T	период колебания.
f, ν	частота.
ω	угловая скорость, угловая частота.
Ω	боковая частота.
λ	длина волны.
φ	сдвиг фазы.
L	самоиндукция.
C	емкость.
R	сопротивление активное (ваттное).
ε	диэлектрич. постоянная.
μ	магнитн. проницаемость.
ϱ	удельное сопротивление.
σ	удельная проводимость.
δ	декремент затухания.
φ	магнитный поток.
H_{Br}	твердость по Бринелю.
$A_{c_1}, A_{c_2}, A_{c_3}$ / $A_{r_1}, A_{r_2}, A_{r_3}$	критич. точки железн. сплавов.
g	ускорение силы тяжести.
l	длина.
m	масса.
$D^{t_1}_{t_2}$	уд. вес при $t_1°$ по отношению к воде при $t_2°$.
$[\alpha];[\alpha]_D$	угол вращения плоскости поляризации.
$C_{H^+};[H^+]$	концентрация водородных ионов.
pH; P_H	водородный показатель.
$^1/_1N$	нормальный раствор.
$n^{t°}_D$	коэф. преломления.

IV. Основные сокращения.

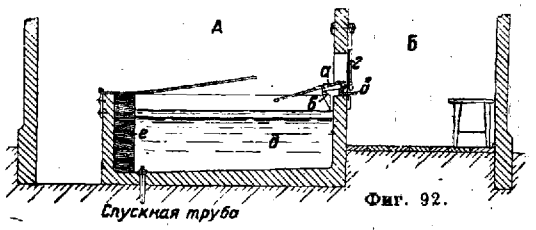
фт.—футы.
дм.—дюймы.
кц.—килоцикл.
св.—свеча.
об/м.—обороты в минуту.
п-вс.—пудоверсты.
п-фт.—пудофуты.
фт/ск.—футы в секунду.
чв-д.—человекодни.
чв-ч.—человекочасы.
долл., $—доллары.
мар.—марки.
фн. ст., £—фунты стерлингов.
фр.—франки.
шилл.—шиллинги.
млн.—миллионы.
млрд.—миллиарды.
ч.—часы.
м., мин.—минуты.
ск.—секунды.
°Bé—градусы Боме.
°Э.—градусы Энглера.
Градусы температурных шкал:
°K—Кельвина.
°C, °Ц.—Цельсия (100°-ной).
°R.—Реомюра.
°Ф.—Фаренгейта.
t°—темп-ра по 100°-ной шкале (С).
t° R.—температура по Реомюру.
t° Ф.—температура по Фаренгейту.
абс. ед.—абсолютная единица.
ат. в.—атомный вес.
Aufl.—Auflage.
B.—Band, Bände.
v.—volume, volumes.
вкл.—включительно.
д. б.—должно быть.
ж. д., ж.-д.—железная дорога, железнодорожный.
з.-европ.—западноевропейский.
з-д—завод.
изд.—издание.
ин-т—институт.
Jg.—Jahrgang.
кпд—коэфициент полезного действия.
к-рый—который.
к-та—кислота.
Lfg—Lieferung.
м—мета (хим.).
м. б.—может быть.
м. г.—минувшего года.
меш (mesh)—число отверстий в ситах на лин. дюйм.
мн-к—многоугольник.
мол. в.—молекулярный вес.
нек-рый—некоторый.
о—орто (хим.).
об-во—общество.
о-в—остров.
п—пара (хим.).
p.—pagina, paginae (лат.—страница, страницы).
пром-сть—промышленность.
проф.—профессор.
SK—зегеровские конуса.
С., Ю., В., З.—север, юг, восток, запад.
с.-з., ю.-в.—северо-западный, юго-восточный.
стр.—страницы.
t.—tome, tomes.
T.—Teil, Teile.
тв.—твердость.
т-во—товарищество.
темп-ра—температура.
т. н.—так называемый.
тр-к—треугольник.
уд.—удельный.
уд. в.—удельный вес.
ур-ие—уравнение.
У. П.—Урочное положение.
u. ff.—und folgende.
ф-ия—функция.
ф-ла—формула.
H.—Heft, Hefte.
хим. сост.—химический состав.
ц. т.—центр тяжести.
Ztrbl.—Zentralblatt.
Ztschr.—Zeitschrift.
эдс—электродвижущая сила.
эфф.—эффективный.
Ам. П.—американский патент.
Ан. П.—английский патент.
Г. П.—германский »
Р. П.—русский »
Сов. П.—советский »
Ф. П.—французский »
B.—Berlin.
Brschw.—Braunschweig.
L.—London.
Lpz.—Leipzig.
Mch.—München.
N. Y.—New York.
P.—Paris.
Stg.—Stuttgart.

стоянии выдержать возникающее при выстреле напряжение. Винтовки военного образца, пистолеты, револьверы и спортивные ружья с нарезным стволом обыкновенно подвергаются однократной пристрелке, к-рая состоит в стрельбе тремя пристрельными патронами, заряд пороха к-рых вызывает давление газа, полуторакратное по сравнению с давлением, вызываемым нормальными патронами. У револьверов производится по одному выстрелу пристрельным патроном из каждого патронника барабана. Пробная пристрелка этого оружия производится, когда ствол и затвор, т. н. группа, собраны. Поэтому испытание называют также пристрелкой группы. Охотничьи ружья, предназначенные для дробовых патронов, подвергаются двукратной пробной пристрелке, к-рая производится один раз из ствола и другой раз из собранной группы. Поэтому при этом оружии говорят о пристрелке ствола и пристрелке группы. Давление при стволь ной пристрелке втрое выше, чем давление газа, вызываемое выстрелом нормальным патроном, а при пристрелке группы вдвое выше. При пристрелке этого оружия повышается вес патрона и соответственно вес заряда дроби. Этот вес при стволь ной пристрелке в два раза больше, а при групповой пристрелке в полтора раза больше нормального веса. Стволы с нарезным отверстием и нарезные в передней своей части пристреливаются свинцовой пулей, вес которой является полуторакратным в отношении веса заряда дробью. Если на оружии, которое уже подверглось пробной пристрелке, будут производиться изменения или доделки или замена важных деталей, то такое оружие д. б. подвергнуто еще одному испытанию. После пристрелки стволы и затворы испытанного оружия снабжаются клеймом о пристрелке. Путем международных соглашений целый ряд европейских государств взаимно признал знаки пристрелки, т. ч. при ввозе оружия в эти страны отпадает необходимость новой пристрелки. Такие соглашения существуют напр. между Бельгией, Германией, Англией, Францией, Италией, Венгрией и Испанией. Фиг. 91 показывает пристрельные знаки бельгийского оружия (*I*—первая пристрелка, *II*—вторая пристрелка, *III*—пристрелка бездымным порохом, P. V.—бездымный порох). Отдельные страны указывают на оружии название мастерской для пристрелки, в к-рой оружие подвергалось испытанию. В отдельных случаях при пристрелке оружия на стволе выбивается также и соответствующий размер порохового заряда, а также калибр. В последнее время наблюдается стремление к тому, чтобы при пристрелке испытывать также и размеры отверстия ствола и патронника, т. к. от них зависит при выстреле давление газа; при этом имеется в виду поставить приемку оружия в зависимость от соблюдения определенных допусков для отверстия ствола и патронника.



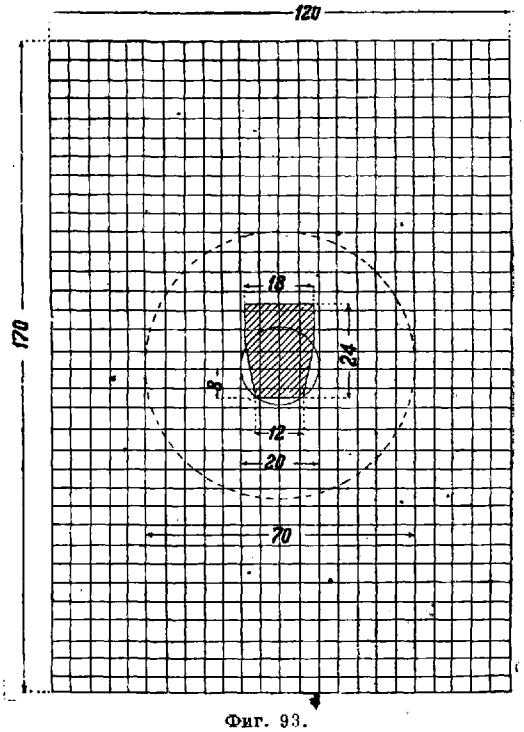
Фиг. 91.

Пристрелка оружия производится в специальном помещении, расположенном т. о., что ранение рабочего, производящего пристрелку, невозможно (фиг. 92). Это помещение состоит из самого пристрелочного помещения *А* и передней *Б*, в к-рой находится рабочий. Оба помещения разделены стеной, обитой толстой листовой сталью. Заряженное оружие *а* устанавливается в приспособлении *б* в помещение для пристрела через окно, закрывающееся стальным листом *г*. Выстрел производится путем приспособления *в*, действующего из передней. Оружие направлено книзу в резервуар *д* с водой, задняя стенка к-рого защищена толстыми балками *е*. При косом проникновении пули или заряда в воду они быстро теряют скорость, полученную от пороховых газов, и падают на дно резервуара. Пули, сила которых особенно велика, застревают в балках перед задней стенкой. Если при пристрелке оружие разрывается, то обитая листовой сталью стена защищает рабочего от могущего произойти ранения оторвавшимися деталями. В передней после пристрелки производится осмотр и клеймение оружия.



Фиг. 92.

После окончания всех операций обработки и сборки оружие испытывается на кучность стрельбы. Требования, которые могут предъявляться в отношении кучности, при разном оружии естественно отличаются друг от друга. При винтовках военного образца, пулеметах, пистолетах и револьверах ставятся максимальные требования. Пехотные винтовки и карабины испытываются при стрельбе на 100 *м* хорошим стрелком в сидячем положении с упора. Фиг. 93 показывает мишень (размеры в *см*) для

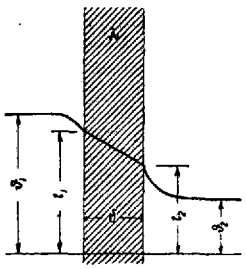


Фиг. 93.

пристрелки пехотной винтовки со стволом длиною в 750 *мм*, а фиг. 94—мишень для карабина со стволом длиною в 600 *мм*. Ружья или карабины отвечают поставленным им требованиям,

Т

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ, свойство среды или системы тел передавать тепло, не участвуя при этом в видимом движении. В процессе такой передачи тепла распределение $t°$ может сохраняться постоянным или меняться с течением времени. В *первом* случае имеется установившееся, или стационарное, состояние, во втором—переменный тепловой режим. Основой теории распространения тепла путем Т., разработанной Фурье, служит предложенное Био уравнение, определяющее зависимость между потоком тепла Q, разностью темп-р t_1-t_2 и геометрич. размерами тела для простейшего случая плоской однородной стенки (фиг. 1) толщиной δ:



Фиг. 1.

$$Q = \lambda F \frac{t_1-t_2}{\delta}\tau, \qquad (1)$$

где τ—время, а F—поверхность стенки, к к-рой отнесен поток Q. Коэф. Т. материала λ определяется свойством вещества стенки. Ниже даны переводные коэф-ты для перевода одних единиц Т. в другие:

λ в технических единицах	. . . . .	$\left[\frac{\text{Cal}}{м\ ч\ °C}\right]$
» в физических »	 360	$\left[\frac{\text{cal}}{см\ сек\ °C}\right]$
» в электрических »	 0,86	$\left[\frac{\text{W}}{м\ °C}\right]$
» в британских »	0,124 $\left[\frac{\text{BTU дм.}}{фт.\ ч\ °F}\right]$	$=0{,}49\left[\frac{\text{BTU}}{фт.\ ч\ °F}\right]$

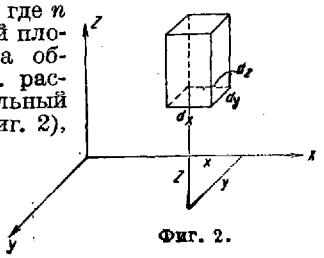
Коэф. Т., вообще говоря, зависит от $t°$, но в случае малых разностей $t°$ в большинстве задач мы можем принять его постоянным и отнести к некоторой средней $t°$. Ур-ие (1) легко распространить на любое однородное изотропное тело с произвольным распределением $t°$. Пусть dF—произвольный элемент какой-либо изотермич. поверхности тела и n—нормаль к этому элементу; если dt бесконечно малое падение $t°$ на элементе нормали dn, то ур-ие (1) напишется в виде:

$$dQ = -\lambda \frac{dt}{dn} dF\, d\tau \qquad (2)$$

для элемента времени $d\tau$; $\frac{-dt}{dn}$ называется г р а д и е н т о м $t°$ и обозначается grad t. Если элемент dF не совпадает с изотермич. поверхностью, а составляет с ней нек-рый угол, то

$$dQ_n = -\lambda \frac{d\vartheta}{dn} dF\, d\tau, \qquad (3)$$

т. е. в общем случае нормальная составляющая теплового потока dQ_n через площадку dF определяется ф-лой (3), где n есть нормаль к этой площадке. Для вывода общего уравнения Т. рассмотрим произвольный параллелепипед (фиг. 2), вырезанный внутри тела, с ребрами $dx\ dy\ dz$. Поток тепла, проходящий через параллелепипед, мы можем разложить на 3 составляющие вдоль осей X, Y, Z. Поток тепла вдоль оси X определится соотношением:



Фиг. 2.

$$-\lambda\left(\frac{\partial t}{\partial x}\right)_x dy\, dz\, d\tau = -\lambda\left(\frac{\partial t}{\partial x}\right)_{x+dx} dy\, dz\, d\tau + c\gamma\, dx\, dy\, dz \frac{\partial t}{\partial \tau} d\tau$$

или

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda \frac{\partial t}{\partial x}\right) dx\, dy\, dz\, d\tau = c\gamma\, dx\, dy\, dz \frac{\partial t}{\partial \tau} d\tau;$$

такие же ур-ия мы можем составить и для двух других составляющих теплового потока вдоль осей Y и Z. Складывая их и сокращая на $dx\ dy\ dz\ d\tau$, мы получаем общее ур-ие Т. для изотропного тела без источников тепла:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{1}{c\gamma}\left[\frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda \frac{\partial t}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\lambda \frac{\partial t}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\lambda \frac{\partial t}{\partial z}\right)\right]. \qquad (4)$$

При постоянном λ ур-ие (4) переходит в

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{c\gamma}\left[\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2}\right] = a\Delta^2 t. \qquad (5)$$

Если в элементе объема выделяется количество тепла $dq = f(xyz\tau)\, dx\, dy\, dz\, d\tau$, то к правой части ур-ия (5) или (4) нужно прибавить член $\frac{1}{c\gamma} f(xyzt)$. В случае стационарного состояния мы имеем

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = 0$$

и

$$\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} = \Delta^2 t = 0. \qquad (6)$$

Величина $\frac{\lambda}{c\gamma}$ обозначается обыкновенно через a и называется т е м п е р а т у р о п р о в о д н о с т ь ю м а т е р и а л а. Размерность величины a есть $[м^2/ч]$.

Некоторые простые случаи Т. Для плоской стенки, как мы видели, имеет место ур-ие (1). Для цилиндрич. слоя (фиг. 3) бесконечной длины с наружным и внутренним диаметрами $d_н$ и $d_в$ находим решение для стационарного состояния:

$$Q = -2\pi\varrho l\lambda\frac{\partial t}{\partial\varrho};\quad Q\cdot\frac{d\varrho}{\varrho} = -2\pi l\lambda\, dt;$$

интегрируя от t_1 до t_2 и от $d_в$ до $d_н$, находим

$$Q = \frac{\pi l\,(t_1-t_2)}{\frac{1}{2\lambda}\ln\frac{d_н}{d_в}}. \qquad (7)$$

Для сферич. слоя тем же способом находим

$$Q = -4\lambda\pi\varrho^2\frac{dt}{d\varrho};\quad 4\pi\lambda\, dt = -Q\frac{d\varrho}{\varrho^2};$$

интегрируя от $\frac{1}{2}d_в$ до $\frac{1}{2}d_н$ и от t_1 до t_2, находим

$$Q = \frac{\pi\,(t_1-t_2)}{\frac{1}{2\lambda}\left(\frac{1}{d_в}-\frac{1}{d_н}\right)}. \qquad (8)$$

Оба решения относятся к единице времени. Для иллюстрации нестационарного потока тепла рассмотрим нагревание стержня при следующих пограничных условиях:

$$x = 0,\quad t = t_0,$$
$$x = \infty,\quad t = 0,$$
$$\tau = 0,\quad t = 0.$$

Пренебрегая потерями тепла от стержня в стороны, получаем

$$\frac{\partial^2 t}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} = 0 \quad\text{и}\quad \frac{\partial t}{\partial\tau} = a\frac{\partial^2 t}{\partial x^2}.$$

Решение этого ур-ия напишется в виде:

$$\frac{t_0-t}{t} = \Phi\left[\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}\right],$$

где

$$\Phi(\xi) = \int_0^{\xi} e^{-\xi^2}d\xi.$$

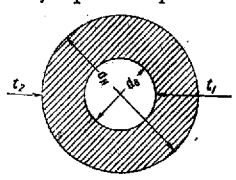
Т. металлов и сплавов. Один из самых старых способов определения Т., к-рым пользовался Ингенгус, состоял в сравнении распределения $t°$ в различных стержнях, нагреваемых с одной стороны и отдающих тепло по всей длине в окружающую среду, причем для простоты $t°$ отмечалась по плавлению воска, к-рым стержни были покрыты, причем, как показали Депре и Био, Т. различных металлов относятся, как квадраты отрезков, на к-рых воск расплавился. Определением теплопроводности по охлаждению стержня занималось очень много исследователей (Лангберг, Депре); особенно тщательные исследования принадлежат Видеману и Францу, к-рые помещали испытуемый стержень, нагреваемый с одной стороны парами воды, внутри металлич. цилиндра, охлажденного снаружи водой. Темп-ра стержня измерялась подвижным термоэлементом, спай к-рого мог быть прижат к произвольной точке стержня. Любопытный способ относительного определения Т. дал Фойгт. Из различных металлов изготовлялись два образца в виде трехугольных пластинок и спаивались так, что линия спая представляла собой диагональ квадрата. При нагревании одной из сторон квадрата линии теплового потока, а следовательно и изотермы преломлялись по закону $\frac{\operatorname{tg}\varphi_1}{\operatorname{tg}\varphi_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$, и следовательно по углам φ_1 и φ_2 можно определить отношение Т. металлов. Изотерма делалась видимой путем покрывания пластинок сплавом терпентина с воском, к-рый давал достаточно резкую изотерму плавления. В других способах измерялось количество тепла, подводимое к стержню, и падение $t°$ вдоль него (Дональдсон, Якоб), причем в нек-рых случаях вместо стержня испытывались пластинки (Хонда и Симиду). Один из самых изящных методов определения Т. металлов был предложен Кольраушем, причем измерялось не λ, а отношение Т. к электропроводности $\varkappa$, т. е. $\frac{\lambda}{\varkappa}$. Экспериментально этот метод был разработан Егером и Диссельхорстом. Через испытуемый металлич. стержень диам. 1—2 *см* проходит нагревающий его ток, причем концы стержня поддерживаются при постоянной t_1. Измеряя в центре стержня и на его концах разности потенциалов V и $t°$, мы имеем при условии отсутствия боковых потерь тепла в окружающую среду

$$\frac{\lambda}{\varkappa} = \frac{V^2}{8\,(t_2-t_1)}.$$

Результаты измерения весьма надежны для толстых стержней и при хорошей изоляции. Недостатком метода являются весьма большие силы тока, необходимые для нагревания стержня (до 300 А в опытах Егера и Диссельхорста). Для уменьшения силы тока Симиду предложил пользоваться значительно более тонкими стержнями, устраняя боковые потери тепла при помощи нагрева защищающей стержень трубки, создающего в ней то же распределение $t°$, как и в стержне. Определением $\frac{\lambda}{\varkappa}$ занимались Лангмюир, Анжелл Мейсснер и др. Т. металла лежат в пределах между 1 (сплав Sb+Cd) и 360 (Ag), при весьма низких $t°$ наблюдались величины 1 400 для Cu и даже до 10 000 для Cu монокристалла. Небольшие примеси значительно понижают Т. чистых металлов; $t°$ (выше 0°) мало влияет на Т. С понижением $t°$ Т. растет и тем быстрее, чем ниже $t°$. Видеманом и Францем была установлена закономерность, связывающая λ и $\varkappa$, а именно, что для определенной $t°$ отношение $\frac{\lambda}{\varkappa}$ есть величина постоянная для всех металлов. Закон этот является приблизительным (±10%) и относится также и к сплавам и сталям с большим содержанием С. Лоренц установил другую закономерность, а именно, что $\frac{\lambda}{\varkappa T}$ д. б. величиной постоянной, не зависящей от $t°$. Он обозначал

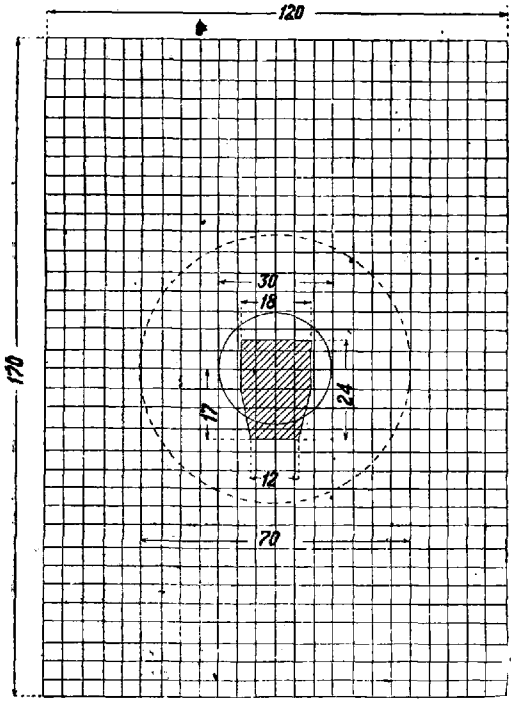
$$10^8\frac{\lambda}{\varkappa T} = L_0 = \text{Const}.$$

Для чистых металлов величина L_0 колеблется незначительно и лежит между 2,2 и 2,5; для сплавов эти числа тоже б. или м. соответствуют действительности. Исключением являются металлы и сплавы с очень малой электропроводностью, для к-рых (Cd и Sb) L_0 достигает 243. Кенигсбергер высказал предположение, что эти отношения можно объяснить тем, что Т. металла составляется из действительно металлической Т. и Т. неметаллической, причем чем больше первая, тем ближе металл следует закону Видемана-Франца-Лоренца. У металлов с малым $\varkappa$ превалирует 2-й вид Т., что и вызывает большие отклонения. Технич. интерес представляет изучение периодически меняющихся $t°$-ных полей и вызванных ими



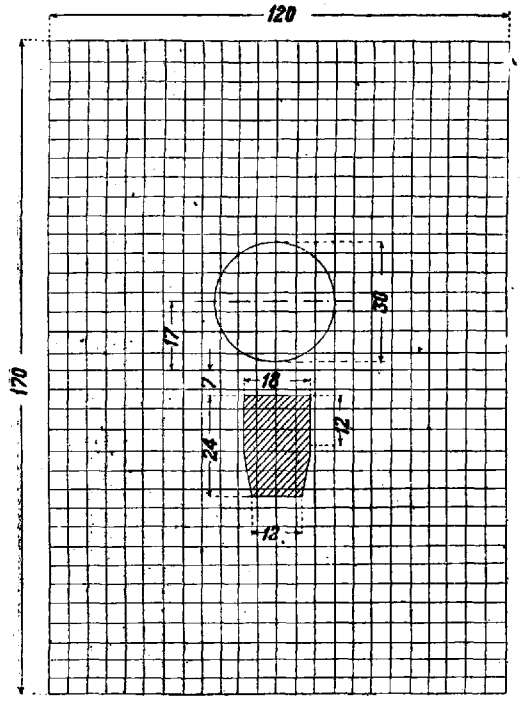
Фиг. 3.

если из 7 произведенных выстрелов имеются 4 попадания в пределах малого круга разме-



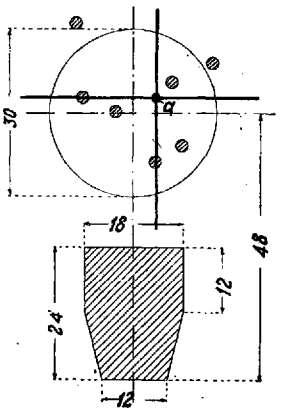
Фиг. 94.

ром в 20 или 30 *см* и если вертикальное и боковое рассеивание всех 7 выстрелов составляет



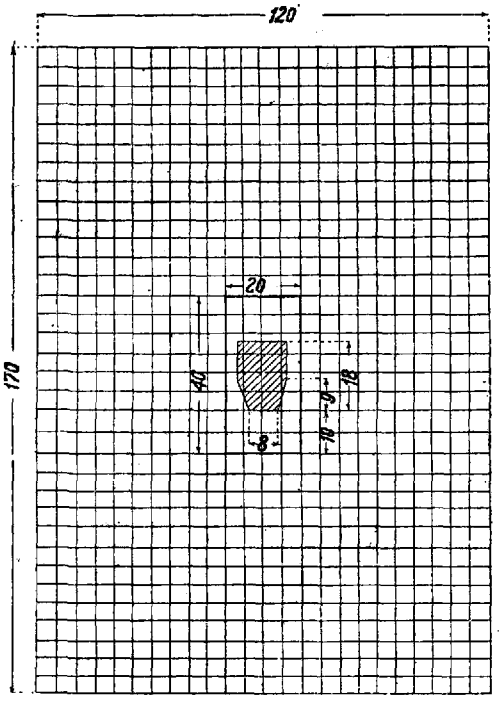
Фиг. 95.

не более, нежели 20 или 30 *см*. Пулеметы пристреливаются обыкновенно на расстоянии в 150 *м*. Разметка прицелов начинается для большинства пулеметов только на большом расстоянии. Поэтому прицел устанавливается на минимальное расстояние, и при изготовлении пристрельной мушки принимается во внимание получающееся отклонение. На фиг. 95 изображена пристрельная мишень для пулемета, прицел которого установлен на 400 *м* и пристрелка которого производится на расстоянии в 150 *м*. Пулемет отвечает поставленным ему требованиям, если центр попадания, полученный при 7 одиночных выстрелах, т. е.



Фиг. 96.

пересечение вертикальной линии, проходящей через среднее место попадания пули, с горизонтальной линией, проходящей также через среднее место попадания пули, находится в пределах круга размером 30 *см*. На показанной на фиг. 96 мишени *a* является центром



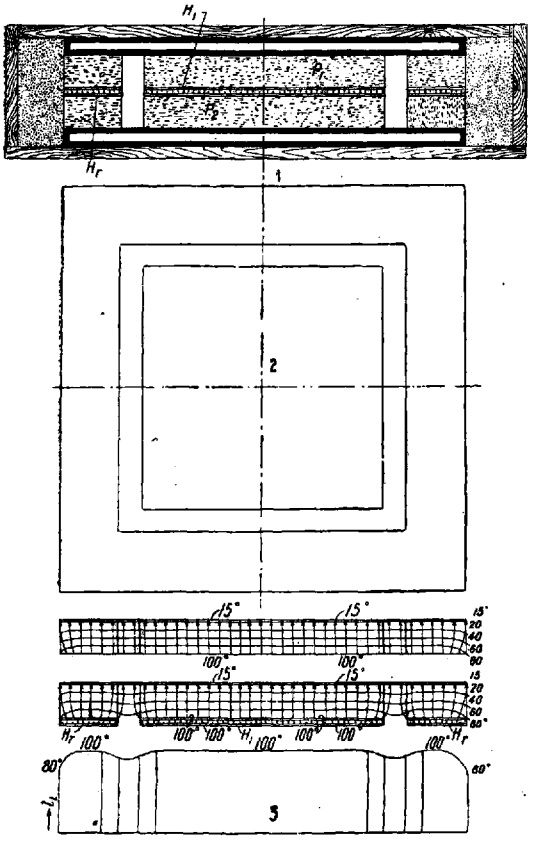
Фиг. 97.

попадания, т. к. в нем пересекаются горизонтальная и вертикальная линии.

Пристрелка автоматич. револьверов производится на расстоянии в 50 *м*. Фиг. 97 показывает мишень для пристрелки 9-*мм* автоматического револьвера со стволом длиною в 140 *мм*. От такого револьвера требуется, чтобы из 5 выстрелов 4 попадания находились внутри прямоугольника размером 20×40 *см*. При охотничьих и спортивных ружьях для отдельных выстрелов не ставятся требования

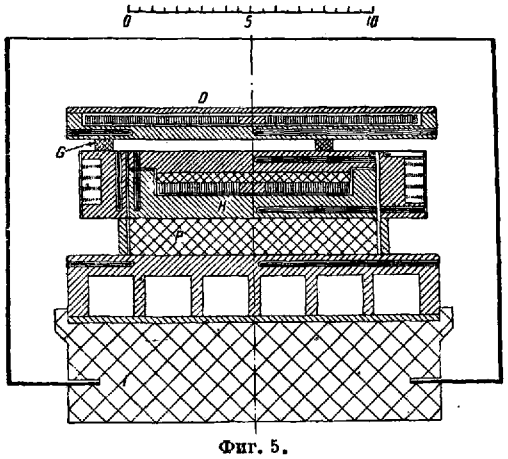
напряжений в различных машинах, двигателях и машинах-орудиях, т. к. иногда эти напряжения могут повести к серьезным авариям. С другой стороны, важен отвод тепла по металлич. частям различных электрич. установок.

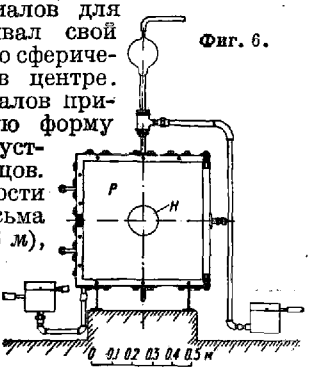
Т. дурных проводников тепла. Почти все основные методы определения Т. дурных проводников тепла, применяемые в настоящее время, сводятся к измерению количества тепла, прошедшего через испытуемое тело, по электрической энергии, израсходованной на нагрев, разности $t°$ и линейным размерам тел. Материалы исследуются в форме плиток цилиндрич. слоя, сферич. слоя, цилиндров, нагреваемых с торца, и т. д. Приборами с двумя испытуемыми плитками P_1 и P_2, между к-рыми помещался электрич. нагреватель H_1, пользовались Поэнсген (фиг. 4: *1*—вертикальный разрез, *2*—вид сверху, *3*—изотермы по различным сечениям) и Гребер в Мюнхенской лаборатории технич. физики, в к-рой и были разработаны основные способы измерения Т. строительных и изоляционных материалов. Недостаток плоского прибора состоит в необходимости устранения боковых потерь тепла при помощи т. н. охранного кольца H_r, к-рое усложняет регулировку прибора и все же не всегда обеспечивает достаточную точность. Чтобы не встречаться с необходимостью изготовления двух одинаковых образцов, Якоб сконструировал прибор (фиг. 5) с одной плиткой P, а потери тепла от нагревателя H вверх компенсировал другим нагревателем D, к-рый поддерживался при $t°$, одинаковой с первым. Т. о., считая и охранное кольцо G, приходится регулировать три самостоятельных нагревателя, что очень осложняет испытание. Подобный прибор установлен и в Физико-технической лаборатории ВТИ.

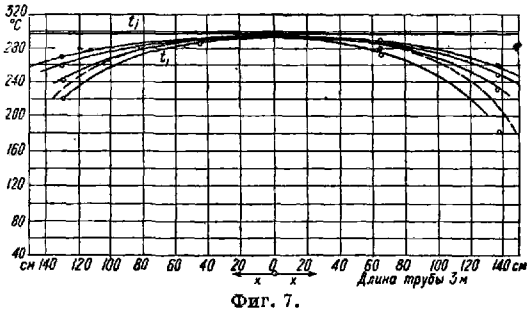


Фиг. 4.

Нуссельт пошел по совершенно другому пути. Он заключает электрический нагреватель H внутри испытуемого полого тела P так, что весь поток тепла проходит через испытуемый материал и отпадает необходимость компенсировать боковые потери (фиг. 6). При испытании сыпучих материалов для простоты он устраивал свой прибор в виде шара со сферическим нагревателем в центре. Для твердых материалов прибор имел кубическую форму в виду сложности устройства сферич. образцов. Для увеличения точности прибору давались весьма большие размеры (0,6 *м*), благодаря чему одно испытание длилось 3—14 дней. Из своих опытов Нуссельт попутно определял влияние $t°$ на теплопроводность. Для испытания изоляции трубопроводов Ван Ринсум устроил прибор в виде длинной трубы, покрытой слоем испытуемого материала, причем потеря тепла концами трубы учитывалась расчетным путем на основании


Фиг. 5.


Фиг. 6.

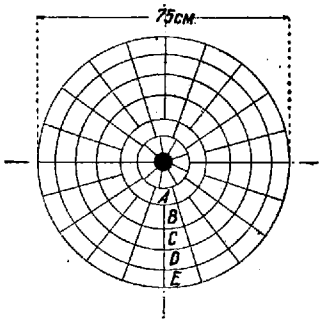

Фиг. 7.

измерений $t°$ вдоль трубы; фиг. 7 показывает влияние различной степени охлаждения концов на $t°$ в средней части трубы. Способ, предложенный Тимротом, состоит в измерении Т. цилиндра *a*, нагреваемого по плоскости основания плоским нагревателем *b*, смонтирован-

минимума, а ружья классифицируются по их кучности в стрельбе. Пристрелка производится обыкновенно на расстоянии в 80 *м* при 6 или 12 выстрелах из установленного ружья и с совершенно одинаковой точкой прицеливания. По диам. круга рассеивания, в пределах которого попадают пули, оценивается качество оружия. Табл. 4 показывает диам. круга рассеивания при разном оружии и исходящую из этого оценку производительности в стрельбе. Пристрелка охотничьих ружей с дробовыми стволами значительно труднее, т. к. при этом кроме расположения попаданий должны оцениваться также сила выстрела, распределение попавших дробинок и их сгущение по направлению к центру попадания. Расстояние, на которое пристреливаются ружья этого рода, зависит от калибра и колеблется в пределах между 25 и 75 *м*. Обычно применяемые мишени показаны на фиг. 98. Она подразделена на 100 отдельных участков. По количеству попавших в отдельные участки дробинок оценивают распределение и сгущение выстрела, а также места попадания. Сила выстрела определяется на отдельной мишени, снабженной силомером.

Табл. 4. — Диаметры окружности рассеивания в *см* при дистанции в 80 *м*.

Род оружия	Число выстрелов	Отлично	Очень хорошо	Хорошо	Удовлетворительно	Слабо
Спортивные ружья	6	до 4,3	4,4÷ 5,6	5,7÷ 6,9	7 ÷ 9,7	> 9,7
	12	» 5,3	5,4÷ 6,9	7 ÷ 8,5	8,6÷11,9	>11,9
Охотничьи ружья с свинцовой пулей	6	» 6,4	6,5÷ 8,5	8,6÷10,5	10,6÷13,7	>13,7
	12	» 7,9	8 ÷10,5	10,6÷12,9	13 ÷16,9	>16,9
Охотничьи ружья с пулей в оболочке	6	» 5,3	5,4÷ 6,5	6,6÷ 7,7	7,8÷10,2	>10,2
	12	» 6,5	6,6÷ 8	8,1÷ 9,5	9,6÷12,5	>12,5



Фиг. 98.

О. Зикман (Берлин).

ТЕХНИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА, см. *Научная организация труда* и *Социалистическая рационализация*.

ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ, система единиц измерения механич. величин *MKS*, в которой в качестве основных единиц приняты: 1) единица длины—1 метр (обозначение: *м*), 2) единица силы—1 килограмм-сила (обозначение: *кГ*) и 3) единица времени—1 секунда (обозначение: *сек*). Определение метра и секунды в Т. с. е. совпадает с определением этих величин в абсолютной системе единиц. Иначе обстоит дело с килограммом. В советском стандарте ОСТ 516 килограмм определен как единица массы, это же название «килограмм» с тем же сокращенным обозначением *кг* часто применяется в качестве единицы силы, что противоречит стандарту. Точное определение килограмма-силы: сила, сообщающая массе в 1 *кг* ускорение, равное 9,80665 $м/сек^2$. Действительное ускорение свободного падения тел в каждом месте земного шара имеет другое значение в зависимости гл. обр. от широты этого места и от его высоты над уровнем моря. Т. о., строго говоря, вес массы в 1 *кг* в Т. с. е. совеем не равен 1 килограмму-силе, причем отклонение в наших широтах не превышает 0,2% от измеряемой величины. В технике 19 в. ошибка в 0,2% считалась совершенно ничтожной величиной и поэтому на эту ошибку не обращали внимания, считая, что масса в 1 *кг* весит в любом месте как-раз 1 *кГ*, причем в последнем случае слово «килограмм» обозначает силу. Производные единицы в Т. с. е. следующие: 1 килограмметр (*кГм*)—работа силы в один килограмм на протяжении одного метра, 1 килограмметр в секунду ($кГм/сек$) — единица мощности, 1 лошадиная сила — 75 $кГм/сек$.

За единицу давления или механического напряжения принято давление не в 1 $\frac{кГ}{м^2}$, а давление в 10 000 раз большее, равное 1 $\frac{кГ}{см^2}$.

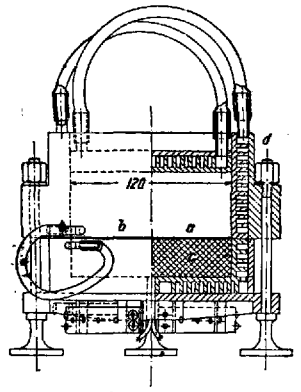
Хуже обстоит дело с массой. Хотя единица силы определяется в системе *MKS* при помощи международного прототипа массы, но единица массы в этой системе отнюдь не является килограммом-массой. Во всякой системе мер единица массы, будучи помножена на единицу ускорения, должна дать единицу силы. Поэтому в системе *MKS* единица массы равна массе прототипа в 1 *кг*, помноженной на 9,80665. Чтобы получить выражение для массы тела в системе *MKS*, нужно вес этого тела *G*, выраженный в *кг*, разделить на ускорение земного притяжения. Т. о. центробежная сила, испытываемая материальной точкой, вращающейся с угловой скоростью ω по окружности радиуса r, равна $\frac{G}{g} r\omega^2$. Хотя ускорение земного притяжения не влияет на центробежную силу, оно фигурирует в этой ф-ле благодаря неудачному выбору единицы силы. Зато g отсутствует в тех ф-лах, где бы ему следовало быть, напр. в ф-ле для силы трения колес поезда о рельсы. Единица массы не имеет специального названия в Т. с. е. На практике всюду, где это возможно, в технике применяют в качестве единицы массы килограмм-массу и ее кратные. Так напр., в *т* измеряют добычу угля или выплавку чугуна, в *кг*—массу расходуемого пара. Мало того, в нек-рых случаях в одной и той же ф-ле *кг* является и единицей силы и единицей массы, напр. при измерении работы, получаемой от 1 *кг* пара, когда эту работу измеряют в *кгм/кг*. Это смешение двух исключающих друг друга систем измерения затрудняет усвоение самых простых количественных соотношений механики и физики и тем самым чрезвычайно затрудняет овладение техникой для широких масс. Новый стандарт механич. единиц измерения вводит наряду с килограммом-силой единицу силы—стэн и вводит различные обозначения *кг* и *кГ* для килограмма-массы и для килограмма-силы. Т. о. новый стандарт поможет упорядочить этот вопрос.

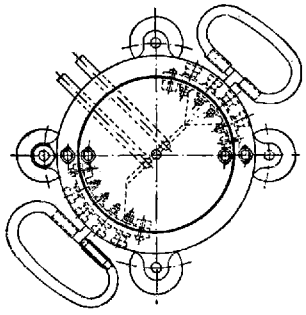
Я. Шпильрейн.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ЖИРЫ, жиры и масла, имеющие применение в различных отраслях промышленности (в мыловарении, в производстве консистентных мазей и др.). Из животных жиров в качестве Т. ж. необходимо отметить: говяжье сало (см. *Бычье сало*), *баранье сало* (см.), *костяной жир* (см.), свиное сало, *конское сало* (см.),

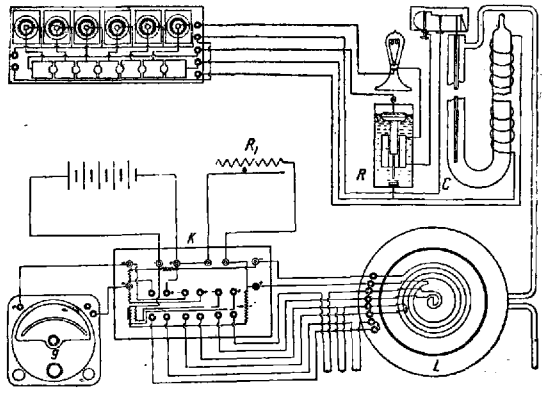
ным на основании другого цилиндра c, причем оба цилиндра помещены в холодильник d (фиг. 8). Поток тепла—расходящийся. Измерение сводится к измерению тока и разности $t°$ между центром нагревателя и холодильником.

На фиг. 9 дана схема электрических соединений: L—прибор, K—коммутатор, позволяющий при помощи одного гальванометра g производить измерение $t°$, силы тока и напряжения на зажимах нагревателя, R, C—реле, служащее для поддержания постоянства $t°$ воды, R_1 — реостат. В этом способе, похожем на способ плоских пластин, устранена необходимость компенсировать боковые потери, и вместе с тем размеры прибора невелики, что позволяет относительно скоро производить испытания. Прибор установлен в ВТИ и других институтах. Кондратьев и Стаценко разработали ряд методов определения Т. при нестационарном (регулярном) режиме, позволяющем производить определения λ весьма быстро. Степень точности измерений ниже, чем для стационарного режима. Зная Т. материала, можно поставить обратную задачу, а именно—измерения расхода тепла свести к измерению разности $t°$. Эту задачу весьма остроумно решил Шмит. На поверхность, отдающую тепло в окружающую среду, накладывается тонкая



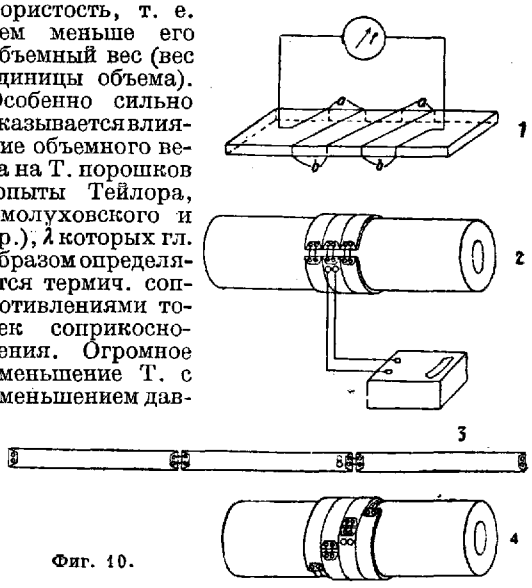


Фиг. 8.



Фиг. 9.

резиновая лента (фиг. 10) с установленными на ней 100 диференциальными термоэлементами a и b, определяющими разность $t°$ ее поверхностей (на фиг. 10: *1*—расположение термопар в резиновой ленте, *2* и *4*—различные способы накладки на трубу, *3*—измерительная лента и две охранные ленты по краям). По эдс этих термоэлементов измеряется пропорциональный ей поток тепла через резиновую ленту. Прибор м. б. проградуирован прямо в калориях. Т. изоляционных, почти всегда пористых материалов является ф-ией Т. воздуха, заключенного в их порах. Влияние $t°$ т. о. будет тем больше, чем больше пористость и чем больше объем пор. Впервые на возрастание λ с $t°$ указал Эйкен, но окончательно это было установлено классич. опытами Нуссельта. В этом же направлении проводили работу Ван Ринсум, Гребер, Геренс и др. Температурный коэф. самого материала мало сказывается, т. к. λ твердого каркаса вообще мало влияет на общую Т. изоляционного материала. Т. материала вообще тем меньше, чем больше его пористость, т. е. чем меньше его объемный вес (вес единицы объема). Особенно сильно сказывается влияние объемного веса на Т. порошков (опыты Тейлора, Смолуховского и др.), λ которых гл. образом определяется термич. сопротивлениями точек соприкосновения. Огромное уменьшение Т. с уменьшением давления газа было установлено опытами Смолуховского. Влажность материала сказывается также очень сильно на его λ, особенно в случае порошков, т. к. влага прежде всего заполняет самые мелкие поры и конденсируется на местах соприкосновения частиц, сильно понижая их термич. сопротивление.



Фиг. 10.

Т. жидкостей и газов. Для измерения Т. жидкостей Христиансен, Миллер, Чаток, Якоб и др. пользовались методом жидкой пленки, пропуская через нее поток тепла сверху вниз. Винкельман исследовал Т. жидкостей и газов при нестационарном состоянии, определяя λ в шаровом слое между наружным металлич. шаром и внутренним, служащим термометром. При переходе из твердого состояния в жидкое Т. вещества резко уменьшается, особенно большой скачок получается для металлов. Изменение вязкости η играет незначительную роль. Давление сказывается на вязкости жидкости гораздо больше, чем на ее Т. Бриджмен на основании своих опытов, опытов Вакмута и теоретич. рассуждений находит для неэлектропроводной жидкости ф-лу

$$\lambda = \frac{2Rv}{\delta^2},$$

где R—газовая постоянная, v—скорость звука, $\delta = \left(\frac{m}{\varrho}\right)^{\frac{1}{3}}$—среднее расстояние между центрами молекул. Значения коэфициента λ для жидкостей по Бриджмену приведены в сл. таблице:

оленье сало, верблюжье сало. Из растительных жиров в качестве технических обычно в технике и пром-сти применяют: 1) твердые масла—см. *Кокосовое масло, Пальмовое и пальмоядерное масла*, лавровый жир и растительные воски (см. *Воски*); 2) жидкие масла — а) масла группы высыхающих: *льняное масло* (см.), *перилловое масло* (см.), *конопляное масло* (см.), *маковое масло* (см.), б) масла группы полувысыхающих: *подсолнечное масло* (см.), хлопковое, рыжиковое и сурепное, в) масла группы невысыхающих: *оливковое масло* (см.), *арахидное масло* (см.), *касторовое масло* (см.). Кроме перечисленных жиров к Т. ж. следует также отнести животные масла, к-рые более близки к растительным маслам из группы невысыхающих; животные масла подразделяются на 2 группы: 1) масла—костяное, копытное и яичное и 2) масла, получаемые из морских животных,—масла рыб, масла из рыбьей печени и ворвани (см. *Ворвань, Дегра*). К числу Т. ж. следует отнести также и животные воски (шерстяной жир, спермацетовое масло и спермацет—см. *Воски*). Константы Т. ж. см. *Спр. ТЭ*, т. III, стр. 44—85.

В качестве сырья для Т. ж. имеют большое значение утильные жиры: из трупов павших животных, туш и их частей (легкие, печень, селезенка и т. д.), боенских конфискатов и различных недоброкачественных мясопродуктов, опасных в инфекционном отношении. Кроме того для этих же целей м. б. использованы трупы морских животных и рыб. Это сырье перерабатывают на утилизационных установках, причем в зависимости от метода переработки получают Т. ж., мясную и мясокостную муку и клеевой бульон (метод острого пара). Все существующие методы работы соответственно утилизационным установкам м. б. разделены на три основных типа: 1) мокрый метод, по к-рому сырье подвергается действию острого пара высокого давления (5—6 *atm*); 2) сухой метод—нагревание сырья паровой рубашкой—паром до 4 *atm* и 3) экстракционный метод. Основным требованием, предъявляемым к этим методам помимо наибольшего выхода жира, является обезвреживание получаемых продуктов в инфекционном отношении. Наиболее рентабельным с точки зрения выхода жиров является метод экстракционный. Качество получаемого утильного жира находится в зависимости от перерабатываемого сырья, напр. при переработке боенских конфискатов сало после рафинации очень мало отличается от технического сала из соответствующего сала-сырца; жир из трупов с гнилостным разложением отличается высокой кислотностью.

В связи с недостатком твердых естественных жиров техника применяет в качестве сырья искусственные твердые жиры (гидрированные, см. *Гидрогенизация жиров*), суррогаты жиров (канифоль, асидол, мылонафт) и синтетич. жиры (к-ты)—продукты окисления жидких и твердых углеводородов (минеральных масел, парафина). Практика установила, что лучший по качеству гидрированный жир получается из хлопкового и подсолнечного масла. Одним из основных суррогатов жиров в различных производствах является канифоль: при мировом производстве ее до 700 000 *т* ~ 50% поглощается мыловаренной пром-стью. Так же, как и канифоль, с давних времен известны и применяются как суррогат жиров *нафтеновые кислоты* (см.) как таковые — под названием «асидол» и в виде щелочных солей нафтеновых к-т (50%)—мылонафт (см. *Мыловарение*). Эти продукты характеризуются следующим составом: мылонафт—нафтеновых к-т до 48—50%, минерального масла 8—9%, минеральных солей 12%; асидол—минерального масла 15÷20%, минеральных солей не должно быть, остальное—нафтеновые к-ты. Свойства щелочных солей нафтеновых к-т (легкая растворимость в воде, способность образовывать пену, эмульгирующие свойства и др.) ставят их в первые ряды суррогатов жиров в ряде производств, как мыловарение, применение в приготовлении консистентных смазок (солидолы, тугоплавкие), приготовление эмульсий, где они играют роль эмульсаторов, суррогатирования олифы (в виде кальциевых солей) взамен нек-рой части соответствующего растительного масла (льняного) и др. Кроме нафтеновых кислот обладают свойствами, присущими моющим препаратам, нефтяные сульфокислоты (см. *Контакт*), как то: эмульгирующей, моющей, пенящей способностями, а также адсорбирующими свойствами, и кроме того, что весьма ценно, они устойчивы к жесткой воде. Эти свойства обеспечили широкое применение нефтяных сульфокислот в текстильной пром-сти, где они в ряде процессов заменяют как специальные жировые мыла, так и сульфожирные препараты. Эти же свойства гарантируют применение «контакта» в жировой рецептуре при мыловарении (приготовление твердых и других моющих препаратов, напр. жидкого стеаринового мыла), приготовлении эмульсии. Основным условием широкого применения контакта является улучшение его качества, гл. обр. за счет снижения содержания смол, минерального масла и серной к-ты.

Существенное значение для Т. ж. в ближайшем будущем должны приобрести т. н. синтетические кислоты, т. е. продукты, полученные окислением жидких и твердых углеводородов (минеральных масел, парафина или гача). Исходным сырьем для получения продуктов окисления в настоящее время является вазелиновый дистиллат уд. в. 0,880÷0,890, хотя для этих целей могут служить и другие дистиллаты. Вазелиновый дистиллат освобождается от содержащихся в нем нафтеновых к-т, а затем поступает на операцию сульфирования, в результате к-рой получаются контакт и вазелиновое масло уд. в. 0,873÷0,875 (иногда в зависимости от степени очистки 0,860). Последнее поступает на окисление, к-рое протекает под влиянием кислорода воздуха в присутствии катализаторов. Продолжительность процесса до 48 ч. при $t°$ 95—98° и 110—115° в зависимости от применяемого катализатора (для кальциевого 110—115°, для марганцевого 95—98°). В результате одного процесса окисления получается окисленное масло, содержащее синтетич. к-т 15—20%. Образовавшиеся синтетич. кислоты удаляются из окисленного масла щелочением раствором Na_2CO_3 и NaOH, в результате чего получаются раствор натриевых солей (мыльный раствор) и остаток масла, к-рый подвергается вторичному окислению; затем освобожденный от вновь образовавшихся к-т вторичный остаток иногда в смеси с новым количеством исходного сырья опять подвергается окислению, и т. д. Получаемые мыльные растворы в дальнейшем подвергаются облагораживанию, т. е. освобождению от сопровождающего их минерального масла, и из них затем выделяют синтетич. к-ты. Составные части к-т под маркой «С» классифицируются по Маркуссону (по их от-

Жидкость	Измерено	Вычислено
Этиловый алкоголь . . .	0,0043	0,0052
Эфир	0,0033	0,0029
Вода	0,0144	0,0151

Т. газа не зависит от давления до тех пор, пока при уменьшении его средние пути пробега молекул газа не станут одного порядка с линейными размерами сосуда. При не слишком малых давлениях для газов имеем

$$\lambda = kC_v\eta;$$

взяв для η ф-лу Сезерланда

$$\eta = \frac{C_1\sqrt{T}}{1+\frac{C_2}{T}},$$

находим

$$\lambda = kC_v\frac{C_1\sqrt{T}}{1+\frac{C_2}{T}}.$$

Вопросы Т. газов теоретически разработаны на основе кинетич. теории. Для смесей газов Васильевой было дано соотношение:

$$\lambda = \frac{p_1\lambda_1}{p_1+Ap_2}+\frac{p_2\lambda_2}{p_2+Bp_1}.$$

Для $O_2 + H_2$ коэф. $A = 1{,}379$ и $B = 3{,}064$.

Лит.: Хвольсон О., Курс физики, т. 3, Берлин, 1923; Тимирязев А., Кинетическая теория материи, М.—П., 1923; Грёбер Г., Введение в теорию теплопередачи, пер. с нем., М.—Л., 1933; Каммерер И., Термоизоляция в пром-сти, пер. с нем., М.—Л., 1932; Тимрот Д., Определение теплопроводности и теплоемкости строительных и изоляционных материалов, пер. с нем., М.—Л., 1932; Чаплин Г. и Максимов Т., Теплопроводность строительных и изоляционных материалов, «ИТИ», М., 1925, вып. 11—13; Тимрот Д., Приборы для определения строительных и изоляционных материалов, Доклады СССР на международной энергетич. конференции в Берлине, «ИТИ», 1930; Gröber H., Die Grundgesetze d. Wärmeleitung u. des Wärmeüberganges, B., 1921; Handbuch d. Experimentalphysik, hrsg. v. W. Wien u. F. Harms, B. 9, T. 1, Leipzig, 1929; Mises R. u. Frank P., Die Differential u. Integralgleichungen d. Mechanik u. Physik, 7 Aufl., B. 2, Brschw., 1927; Nusselt W., Die Wärmeleitfähigkeit von Wärmeisolierstoffen, «Mitt. u. Forschungsarbeiten», Berlin, 1909, H. 63/64.

Д. Тимрот.

ТЕПЛОУЛОВИТЕЛЬ, см. *Теплообменник.*

ТЕПЛОФИКАЦИЯ, см. Дополнительный том.

ТЕПЛОХОДЫ, суда водоизмещением выше 100 *т*, имеющие в качестве главных машин двигатели внутреннего горения (более мелкие суда называются моторными лодками, или катерами). Двигатели на Т. применяются тяжелого топлива—дизели, полудизели и нефтянки. Т. разделяются на военные и коммерческие.

Из военных кораблей к Т. относятся все *подводные лодки* (см.), в надводном флоте Т. не получили еще значительного распространения. По сравнению с паровыми кораблями военные Т. имеют следующие тактич. преимущества: 1) увеличение района плавания, 2) быстрый пуск и следовательно исключение времени на разводку паров и прогревание машин, занимающее на паровых кораблях от 2 до 12 ч., 3) возможность быстрого развития скорости, 4) бездымность, 5) меньший размер дымовых труб и следовательно меньшая видимость и большее удобство в размещении вооружения, 6) отсутствие паропроводов, проходящих через погреба боезапасов и повышающих $t°$. Недостатками являются: 1) малая мощность одной машины, 2) большой вес, 3) большой габарит, особенно по высоте. Указанные тактич. преимущества Т. заставили военно-морские круги разных стран работать над проблемой применения Т. в военном флоте с момента первого появления дизеля на судах (1904 г.). Уже в 1905 г. опубликован проект Филиппова броненосца-Т., а в 1908 г. построены первые военные Т.—канонерские лодки для р. Амур—водоизмещением 1 000 *т*, 4 дизеля з-дов Л. Нобеля и Коломенского общей мощностью 1 000 HP, передача на винт—электромеханическая по системе Дель-Пропосто. Вместе с канонерками для Каспийского моря, построенными в 1911 году (900 *т*, 2 реверсивных двигателя по 500 HP з-да Л. Нобеля), они оставались до мировой войны единственными представителями военных Т., т. к. мощности и веса существовавших двигателей не соответствовали тактич. требованиям. Германия к концу войны построила 2 двигателя для крейсерского хода линкоров мощностью 12 000 HP каждый (6-цилиндровые, 2-тактные двойного действия, D=850 *мм*, H=1 050 *мм*, n=160 об/м.), прошедших успешно стандовые испытания и разрушенных по Версальскому договору. Во время войны многие воюющие страны ввели в строй ряд Т. вспомогательного значения: мониторы, сторожевые корабли, тральщики, заградители. Все эти типы кораблей не предъявляли к машинным установкам повышенных требований в отношении веса, габарита и мощности и удовлетворялись или обычными коммерческими типами или же двигателями для подлодок. После войны Германия, жестоко ограниченная Версальским договором в отношении строительства военно-морских сил и имевшая наибольший опыт использования легких двигателей на подводных лодках, стала на путь реализации тактич. преимуществ Т., чтобы при малом водоизмещении своих кораблей достигнуть максимальной боевой мощи, приближающейся к таковой много бо́льших кораблей других стран. На крейсерах типа «Карлсруэ» были установлены 4-тактные дизели MAN в 1 000 HP при 1 000 об/м. с весом в 5 *кг*/HP в качестве крейсерских, позволявшие развить скорость до 14,5 узла. На крейсере «Лейпциг» крейсерская установка состоит из четырех 7-цилиндровых бескомпрессорных 2-тактных двойного действия двигателей MAN, работающих через муфту «Вулкан» и зубчатую передачу на средний вал и сообщающих крейсеру скорость в 18 узлов. Опыт постройки этих установок позволил перейти к созданию чистых Т.: учебно-артиллерийского корабля «Bremse» и линейного корабля «Deutschland», к-рые до сего времени остаются непревзойденными Т. по мощности и весу машин. В остальных флотах, как видно из табл. 1, Т. являются только корабли умеренного водоизмещения и скорости. Кроме того в английском флоте имеется несколько крейсеров с дизельными установками для крейсерского хода.



Фиг. 1.

В коммерческом флоте применение Т. началось с 1904 г. и до мировой войны ведущим государством в этом отношении являлась Россия в лице з-дов Коломенского и Л. Нобеля, создавших мощный флот Т. на Волге. Началом океанского теплоходства считается 1912 г.,

Табл. 1.—Характеристики военных теплоходов в строю и в постройке (вспомогательные суда-базы, тральщики и пр. не включены).

Класс	Тип	Страна	Год постройки	Водоизмещение, т	Длина, м	Ширина, м	Осадка, м	Вооружение: число орудий, их калибр в см и длина в калибрах	Скорость, узлы	Мощность, HP	Данные об установке
Линейный корабль	«Deutschland»	Германия	1932	10 160	185,5	20,5	6,6	6—28/52 8—15/50 4—8,8 зен. 6 торп. аппар.	27	56 000	8 двухтактных двойного действия 9-цил. двигателей MAN *1
Броненосец бер. обор.	«Väinämöinen»	Финляндия	1930	4 000	92	16	4,5	4—25,4 8—12 зен.	16	4 000	Дизель-электрическая передача *2
Сторожевые корабли	«Bougainville»	Франция	1930	2 140	102	13,5	3,8	3—14/55 4—3,7 зен. 6 пулем.	15,5	3 200	Двигатели Бурмейстер-Шнейдер, двухвальная установка *3
Сторожевые корабли	«Bremse»	Германия	1931	1 250	103,5	9,5	2,55	Постоянного вооружения не имеет; арт. учебн. корабль	27	62 000	8 двухтактных двиг. двойного действия системы MAN 8-цилиндровые, D = 300 мм, H=440 мм, n=600 об/м.
Монитор	«Marshal Soult»	Англия	1915	6 502	108,3	27,7	31,1	2—38,1/42 8—10,2 2—7,6 зен. 4 пулем.	6,6	1 898	—
Мониторы	«Fao di Bruno»	Италия	1916	2 800	67	20	1,8	2—38,1/50 4—7,5 зен. 2—3,7 зен.	4	465	—
	«Monte Grappa»	»	1916	605	40	10	1,6	1—38,1/50	7	690	—
	«Monte Cengio»	»	1915	500	37	8,6	1,6	1—38,1/50	6	350	—
Канонерская лодка	«Barb»	Персия	1932	950	—	—	—	2—10,2 2—7,6 зен. 2 пулем. 80 мин	15	2 500	—
Канонерская лодка	«Cap. Dimitrescu»	Румыния	1916	355	62,1	7	2,6	2—10 2 пулем.	15	900	—

*1 D=420 мм, H=580 мм, n=450 об/м. Сгруппированы по 4. Каждая группа соединена с гребным валом гидромуфтой «Вулкан» и зубчатой передачей. 4 вспомогательных двигателя такого же размера по 5 цилиндров с n=325 об/м. для подачи продувочного воздуха. Строится 3 единицы. *2 4 дизеля завода «Германия» с наддувом Бюхи, 2 электромотора. Строится 2 единицы. *3 На испытаниях отдельные корабли развивали скорость до 18 узлов. В строю и постройке 7 единиц.

когда начал службу датский Т. «Зеландия». Особенное развитие Т. получили в послевоенный период. В настоящее время Т. применяют во всех отраслях коммерческого флота: пассажирские трансокеанские, грузовые, буксиры, поромы, ледоколы, спасательные, рыболовные, плавучие краны и пр. Табл. 2 и фиг. 1 показывают развитие строительства Т.

Табл. 2.—Мировой тоннаж теплоходов (по данным Английского Регистра).

Год	Тоннаж	% от всего тоннажа
1919/20	752 606	—
1929/30	6 628 102	10
1930/31	8 096 337	12
1931/32	9 431 433	13,8
1932/33	10 038 377	14

Преимуществами Т. по сравнению с пароходами являются: 1) меньший расход топлива как в море, так и в порту, 2) меньшее количество машинной команды, 3) отсутствие сажи и золы, выбрасываемых из дымовых труб (важно для пассажирских судов), 4) значительное уменьшение места, занимаемого дымоходами в средней части корабля, 5) уменьшение нагревания машинной установкой окружающих помещений, 6) неизменяемость расхода топлива в течение всего срока службы (расход топлива в службе даже уменьшается по сравнению со сдаточными испытаниями), 7) уменьшение места, занимаемого установкой. Недостатками являются: 1) бо́льшая начальная стоимость, 2) бо́льшая требовательность к качеству и постоянству топлива и смазки с вытекающей отсюда повышенной ценой его, 3) повышенная шумность, особенно выхлопа. Рентабельность Т. подтверждается тем обстоятельством, что во время послевоенного кризиса судоходства в в 1922/23 г. ни один из Т. не стоял на приколе, также и в настоящий кризис судовладельцы в первую очередь выводят из строя пароходы. Машинные установки Т. (военных и коммерческих) можно разделить на две группы: 1) с непосредственной передачей на гребные валы и 2) с промежуточной (механическая, гидравлическая, электрическая), т. к. в зависимости от этого изменяется весь характер установки. Так как для наивысшего кпд гребных винтов число об/м. n определяется по ф-ле

$$n = \frac{1}{\sqrt{N}}(5\,300 - 350\,v + 22v^2),$$

где N—мощность на валу в HP, v—скорость в узлах, то при непосредственной работе двига-

ношению к нефтяным растворителям) на растворимые в бензине к-ты и нерастворимые. Первые обозначаются маркой «К» (карбоновые), вторые—маркой «О» (оксикислоты). В состав марки «С» входят также лактоны и ангидриды. С технич. точки зрения эти марки являются не равноценными. Растворимые к-ты марки «К» могут иметь основное применение в приготовлении консистентных смазок, эмульсий; марка «С»—в мыловаренной и лакокрасочной промышленности; марка «О» является наихудшим жировым суррогатом. В таблице приведены константы этих кислот.

Константы синтетических кислот.

Состав и свойства	Марка «С»	Марка «К»	Марка «О»
Кислоты растворимые (карбоновые), %	74÷77,3	94	11÷12
К-ты нерастворимые (оксикислоты), %	22,7÷23	6	87÷88
Кислотное число	129÷130	104	89,5
Число омыления	175÷185	146,1	178,4
Неомыляемых, %	7÷9	9÷12	6÷7

Основными проблемами, решающими вопрос наиболее широкого применения синтетич. к-т (жидких), являются проблемы улучшения их качества: дезодорация и максимальное освобождение от оксикислот, что сейчас производится процессами дистилляции с перегретым паром и в разреженном пространстве [как смеси к-т (марка «С»), так и непосредственно окисленного масла], причем при этом перегоняются растворимые к-ты, а оксикислоты остаются в дистилляционном пеке. Кроме того для этих же целей м. б. применены и адсорберы, а также и методы коагуляции оксикислоты растворителями. Продукты окисления твердых углеводородов (парафина или гача), представляя в значительной части твердые к-ты, несомненно также будут иметь большое значение во всех отмеченных выше направлениях, в особенности при применении жидких синтетич. к-т. Процесс окисления твердых углеводородов протекает без катализатора при значительно более высокой $t°$ (160—170°) и большей затрате воздуха и продолжается несколько часов (3—4 часа). Схема процесса примерно аналогична процессу получения жидких синтетич. кислот. При одном окислении (первичном) из 100 ч. парафина получается: непрореагировавшего парафина 50 ч., нерастворимых твердых кислот 26,5 ч., оксикислот 5,08 ч., альдегидной фракции 3,4 ч. и растворимых к-т 17,82 ч. Кислотное число нерастворимых жирных к-т 145, число омыления 200.

Лит.: Таланцев З., Технология жиров и масел, ч. 1—2, М., 1925—26; Демьянов Н. и Прянишников Н., Жиры и воска, изд. 2, М.—Л., 1928; Мирошин Е. и Юрьев Р., Переработка животных жиров, М., 1931; Петров Г. и Рабинович А., Нефтяные сульфокислоты и их технич. применение, 2 изд., Л., 1932; Ubbelohde's, Handbuch der Chemie und Technologie der Oele und Fette, B. 1—4, 2 Aufl., Lpz., ab 1929; Davidsohn J., Untersuchungsmethoden der Oele, Fette und Seifen, B., 1926. **Г. Петров и А. Рабинович.**

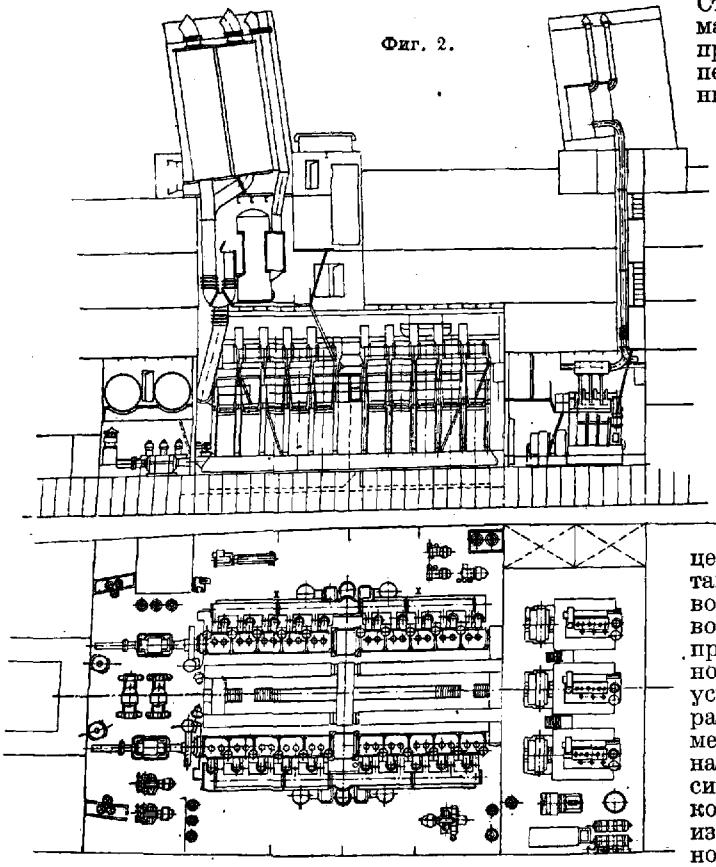
ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ, методы *измерения* (см.) различных физич. величин, применяемые в технике. В технике преимущественное значение имеют измерения, характеризующие точность и продуктивность работы, напр.: измерения размеров деталей станков, земледельческих орудий, машин, тракторов, обеспечивающие взаимозаменяемость деталей и упрощающие ремонт; правильный расчет шихт и нормальная загрузка домн; рациональная установка и экономный расход горючего, расход пара, высокий кпд силовых установок, сопротивление материалов сжатию, разрыву, нормальные условия освещенности предприятий, школ, улиц, создание для трудящихся здоровой обстановки в работе и т. д.—это все выполняется при помощи и под контролем измерительных и контрольных приборов самых разнообразных конструкций.

Измерять величины можно как непосредственно сравнением с однородной величиной, так и посредством определения других величин, хотя и неоднородных с отыскиваемой величиной, но связанных с ней законами механики или физики. Задача измерения—численное определение измеряемой величины, выраженное в каких-либо единицах. В этом случае результат измерения будет представлен как именованное число, и наименование, следуемое за числом, покажет ту единицу меры, при посредстве которой было проведено самое измерение. В технике применяют техническую систему мер, полученную из физической системы CGS. Необходимое единообразие основных мер, с которыми сличаются рабочие эталоны, в СССР обеспечивается Всесоюзным институтом метрологии и стандартов (Ленинград)—ВИМСом, где хранятся основные эталоны измерений; этими последними обеспечивается всего лучше верность Т. и. В СССР при измерениях массы, длины, поверхности и объема применяется метрическая система мер. При измерениях других величин применяются единицы, принятые международными соглашениями и утвержденные нашим правительством или им установленные. Единообразие измерений осуществляется: а) установлением единых для СССР требований, предъявляемых к приборам, применяемым при всякого рода измерениях, б) поверкой приборов согласно единым технич. правилам и в установленные сроки. Методология метрологич. работы разрабатывается ВИМСом и устанавливается Комитетом стандартизации. Объединение методов измерений является важным средством для достижения сходимости показаний измерительных приборов и инструментов. В технике величины всех мер д. б. выражены при нормальной $t°$ 20° (см. ОСТ 343), при к-рой меры д. б. верны, а приборы, применяемые для измерений, давать правильные показания. В целях получения наиболее точных результатов измерений кроме того следует указывать способы приведения показания к $t°$ 20°—таблицы поправок, коэфициенты и т. п.

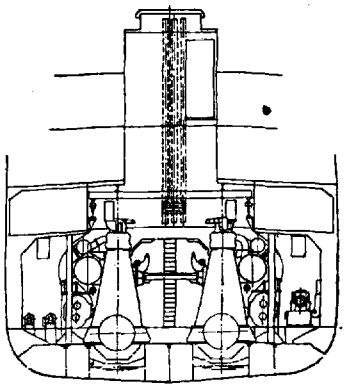
Точность измерений в технике зависит как от точности эталонов, с к-рыми сверяются измеряемые величины, так и от применяемых при работе приемов измерений. Точность измерений зависит в большой мере от развития способности восприятия величины. Лучшим способом получения точного результата являются варьирование методов измерений и множественность измерений. Относительно методов исключения ошибок наблюдения и их разделения см. *Ошибки измерений и наблюдений.* Для увеличения точности измерения применяют самопишущие измерительные приборы, планиметрируя диаграммы к-рых получают средние значения измеряемых величин за данный промежуток времени. Представление измеренных значений величины графически также способствует как повышению точности измерения, так и его контролю. Результаты изме-

теля на гребной вал приходится устанавливать машину тихоходную и следовательно тяжелую и громоздкую. Скорость таких двигателей на крупных Т. колеблется в пределах 80—150 об/м. и это дает вес двигателя от 70 до 150 кг/HP. В таких установках в зависимости от потребной мощности число винтов бывает один, два и четыре. На фиг. 2 дано расположение механизмов норвежского пассажирского Т. «Venus» (5 000 гросс m, 19 узлов, $N_e = 10\,000$ HP), построенного в 1932 году.

Фиг. 2.

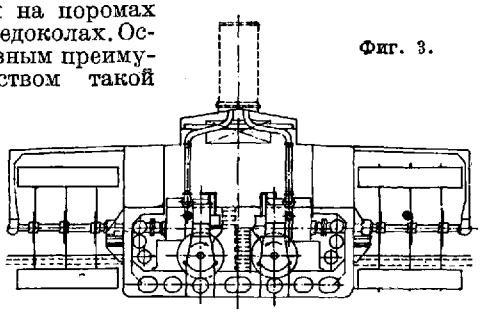


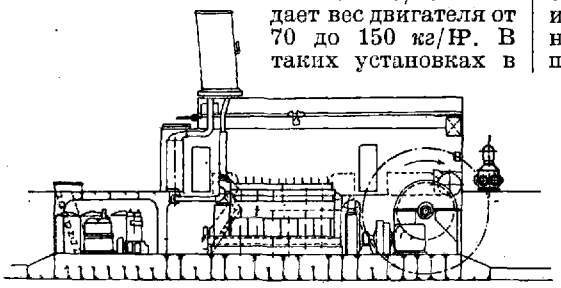
Стремление к уменьшению высоты машинного отделения и веса машин привело к установкам с зубчатой передачей. Этими установками занимались германские заводы, имея целью, во-первых, использовать оставшиеся в большом числе после войны двигатели подводных лодок, во-вторых, получить проверенные практикой результаты для установок на военных судах. Этот тип установок не получил большого распространения на морских коммерческих Т. На речных Т., где по навигационным условиям для буксиров выгоднее применять гребные колеса, механическая передача неизбежна. На фиг. 3 показана установка Т. «Ударник».



Дизель-электрич. установки имеют применение на судах специальных типов, в особенности на поромах и ледоколах. Основным преимуществом такой передачи является возможность непосредственного управления маневрами с капитанского мостика и большая гибкость маневрирования.

Фиг. 3.





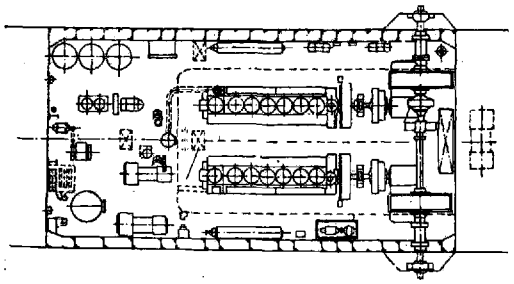


Табл. 3. — Типы двигателей, установленных на Т. в 1928—31 гг.

Типы	1928	1929	1930	1931
Число судов	189	181	240	176
4-тактные простого действия	100	107	120	95
4-тактные двойного действия	4	8	8	1
2-тактные простого действия	73	53	102	70
2-тактные двойного действия	12	13	10	10

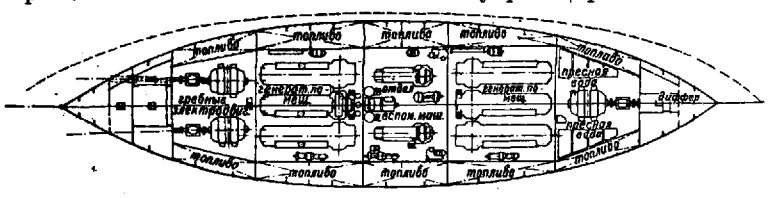
рения д. б. сообщены с таким числом цифр, чтобы предпоследняя цифра была точной; излишнее число знаков дает лишь неправильное впечатление о точности произведенных Т. и.

И з м е р е н и е д л и н ы. В технич. системе мер длина измеряется в *м*. Применяемый в технике метр при $t°$ 20° должен иметь ту же длину, какую имеет международный прототип метра при температуре 0°, кроме того в странах английской культуры применяют дюймы (дм.). Значения дюйма: немецкое 25,40095 *мм*, русское 25,40000 *мм*, английское 25,39998 *мм*, американское 25,40005 *мм*. В метрологич. органах СССР имеют применение образцовые меры 1-го и 2-го классов. Первый изготовляется в форме бруска квадратного сечения, а второй—в форме жесткой полосы из стали. К мерам длины 2-го класса отнесены также стальная лента длиною 20 *м* (рулетка) и ленты длиною 30 и 50 *м*. Точные меры длины изготовляются в форме мер брусковых, линеек и в форме лент. Брусковые меры бывают в 2 *м* и меньше, линейки—разнообразных размеров, а ленты—в 50, 20, 15 и 10 *м* (для рудников 200 *м*). Допускаемые погрешности—см. *Допуски*. Для менее точных Т.и. служат обыкновенные меры длины—брусковые, складные, рулетки, рейки, усадочные меры и т. д. Погрешности для таких мер допущены особые для металлических и особые для неметаллических мер длины. В заводской практике кроме калибров широко применяются концевые меры длины из закаленной стали. Постоянно находящиеся в работе меры подвергаются износу и д. б. периодически поверяемы сличением с образцами. В Америке иногда концевые меры изготовляют со стеллитовыми мерными поверхностями, вследствие чего такие меры в пять раз меньше изнашиваются и более противокоррозийны, чем стальные: к разряду бесшкальных измерительных приборов наравне с концевыми мерами относятся также *калибры* (см.). Сличение образцовых мер длины с точностью, достижимой в науке и технике, в лабораториях метрологических органов осуществляется с помощью *компараторов* (см.). Как правило заводские лаборатории, сверяющие меры длины, д. б. располагаемы на северной стороне здания и должны иметь регулируемое отопление. В распоряжении лаборатории д. б. не менее 2 полных комплектов плиточных калибров, оптич. продольно измерительная машина (напр. Цейсса), вертикальный и горизонтальный оптиметры, проекционный аппарат и дополнительная аппаратура: термоэлемент с гальванометром для измерения $t°$ (до 0.02°), аспирационный психрометр и барометр. В помещении, где ведется сличение мер длины с точностью, не меньшей чем $\pm 10\ \mu$, обязательно д. б. поддерживаема нормальная $t°$ (20°). Методов поверки образцовых мер два: 1) метод абсолютных измерений, при к-ром измеряемый калибр сравнивается с длиной световой волны, и 2) метод применяется для относительных измерений, при к-ром измеряемый калибр помощью световых волн сравнивается с эталонным калибром. Точность абсолютных измерений 0,02 μ и относительных 0,05 μ (см. также *Интерферометр*). Для измерения наружных и внутренних размеров гладких калибров применим метод контактный, когда измеряемый калибр приводится в соприкосновение с мерительными поверхностями прибора, и по шкале последнего от нулевой точки определяется или размер калибра или его уклонение от образца. Точность измерения колеблется от 0,01 *мм* до 0,5 μ. Метод микроскопа—изображение калибра, наблюдаемое в поле зрения микроскопа, измеряется микрометрическим передвижением самого калибра. Для поверки резьбовых и фасонных калибров удобен метод проекционный—увеличенное изображение измеряемого калибра или сличается путем совмещения с образцовым шаблоном, представляющим собою точное изображение теоретического профиля калибра, или по положению изображения калибра относительно нанесенных на экране индексов, отвечающих образцу,—определяется уклонение калибра от образцового. С этой целью изображение приводится в совпадение с индексами путем перемещения шаблона микрометрически. Точность измерения при 50-кратном увеличении изображения калибра 0,01 *мм* до 0,002 *мм*. Угловые калибры измеряются гониометрическим методом по способу, применяемому для определения преломляющего угла призмы. Точность измерения колеблется от 1′ до 2″. Быстро и с точностью до 0,5 μ ведутся относительные измерения при помощи горизонтального или вертикального оптиметров. Помощью горизонтального оптиметра кроме того возможно производить измерения внутренних диаметров отверстий. Точность непосредственных измерений пальмером, при хорошем выполнении, 2 μ. Микрометрами с циферблатом, толщемером и глубиномером производят измерения с точностью до 0,01 *мм*. Для измерений диаметров винтовой нарезки, шага и угла винтовых калибров универсальным прибором является компаратор Цейсса. Для измерений среднего диаметра винтовой нарезки методом трех игл применяют набор игл и комплект винтовых калибров. При точных измерениях измеряемая мера и образец должны быть выдерживаемы при нормальной температуре с точностью до 0,01°.

При определении разности высот местности пользуются нивелирными *рейками* (см.). Для точных (до 0,01 *мм*) измерений небольших деталей применяют *микрометры* (см.). Для измерения длины ткани применяют складывательные рамочные машины (см. *Мерильная машина*). Измерение длин лент, бумаги и т. д. производится при помощи р о л и к о в ы х м е р и т е л ь н ы х м а ш и н; в бумажной пром-сти машины этого рода достигли большого совершенства (напр. машина сист. Шоппера). Толщины материи, сукна, бумаги измеряются особыми т о л щ е м е р а м и.

В настоящее время известно точное отношение длины международного метра к длине световой волны паров кадмия при заданных условиях. Знание найденного отношения дает возможность воспроизведения эталона метра с весьма высокой точностью, превосходящей градусные измерения. Для измерения небольших изменений расстояний или разностей толщины, а также при исследовании параллельноплоскостности поверхностей калибров и при наиболее точных сравнениях длин пользуются интерференцией (см. *Интерферометр*). И з м е р е н и я р а з в е р к и т р а н с м и с с и й выполняются при помощи оптич. прибора Кинкида с точным чувствительным нивелиром и телескопом, дающим возможность выверять валы до 200 *м* длиною. Измерения, производимые при выверке трансмиссий, показали, что например валы длиною 33 *м*, ⌀ 50—85 *мм* развернулись по горизонту до 65 *мм* и в сторону свыше 30 *мм*, что вызвало чрезвычайно силь-

Недостаток—значительное увеличение веса. Применяется обычно постоянный ток с управлением электромоторами по схеме Леонарда. Пример такой установки показан на фиг. 4


топливо
топливо
топливо
топливо
топливо
топливо
топливо
топливо
топливо
пресная вода
пресная вода
вспом. маш.
вспом. маш.
вспом. маш.

ное трение частей, и отмечены случаи, когда после выверки трение трансмиссии уменьшалось в пределах 10—50%.

Измерение площадей. Площади плоских фигур определяются по данным, приводимым в таблицах площадей. При измерении произвольных площадей неправильной формы часто применяют *планиметры* (см.) различных систем (см. также *Интегрирующие приборы*). Для измерения площади кож применяют особые мерные машины (см. *Кожевенное производство*).

Измерения объемов. Дрова, многие строительные материалы обмеряют мерами длины и исчисляют их количество в объемных мерах—*м*³. Расходуемые в больших количествах жидкости и газы измеряются также в *м*³; керосин, масла, спирт, вино, молоко и пр. в небольших количествах—в *л*. Дрова, расходуемые в количествах от 0,25 до 3 *м*³, учитываются при помощи станков. Сыпучие тела возможно обмерить в пределах от 2 *гл* до 0,5 *л*, допускаемая погрешность измерения при этом равна 0,5—2%; жидкости в небольших количествах—мерами от 5 *дл* до 0,01 *л*, точность измерения 0,5—1%. Молоко в количестве до 20 *л* удобно отмеряется с помощью молокомеров с поплавком и без последнего. Допускаемая погрешность измерения не должна превышать 200 *мл*. При измерениях вместимости чанов, бочек и т. п. пользуются следующими приближенными формулами:

а) для чана

$$v = \frac{1}{6}\pi h\,[(2a + a_1)\,b + (2a_1 + a)\,b_1],$$

где a, b, a_1 и b_1—полуоси оснований эллипсов, а h—высота чана;

б) для бочки

$$v = \frac{1}{15}\pi H\,(2D^2 + Dd + 0{,}75\,d^2),$$

где d—диам. оснований, D—диам. среднего сечения и H—высота бочки.

Объемные измерительные сосуды и приборы. Имеют применение измерительные цилиндры с подразделениями и без подразделений, причем объем, отвечающий наименьшему подразделению на измерительных сосудах и приборах, может выражаться в следующих значениях: 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100; 200 и 500 *мл*, и в сосудах без подразделений: в колбах наливных, в цилиндрах наливных, в пипетках наливных и в пикнометрах—от двух и более *мл*. В измерительных приборах с подразделениями: в измерительных цилиндрах наливных, в бюретках и пипетках—от 2 *мл* до 1 500 *мл*. Объем самих сосудов измеряется посредством наполнения жидкостью сухого сосуда (сосуды наливные) или посредством выливания жидкости из наполненного до черты сосуда (сосуды отливные), что и обозначается на сосудах сокращенно «н.» и «от.» рядом со штрихом на сосуде с отметкой объема сосуда. Для периодич. измерения емкости отделений измерительных баков в водомерных лабораториях и для правильной установки шкалы при водомерных стеклах таких отделений служит мерник — резервуар емкостью в 500 *л*. Мерник открыт сверху, а внизу оканчивается конусообразным дном, снабженным выпускным краном. Внутри этого бака помещен поплавок, подвешиваемый на струне через два блока, укрепленных наверху мерника, к наружному желобчатому барабану, вращающемуся на горизонтальной оси и снабженному лимбом и нониусом. К этому же барабану прикреплена вторая струна, огибающая его по желобку в обратную первой струне сторону и натянутая подвешенным к ней грузом. При наполнении бака водою поплавок поднимается вверх, соответственно груз опускается вниз и вращает барабан в определенном направлении. При выпускании воды из бака опускается и поплавок, поднимается груз, а барабан вращается в противоположном направлении. Так как диаметр бака мерника одинаков по всей высоте, то поступательные движения поплавка, а следовательно и углы вращения барабана пропорциональны расходу жидкости; на этом основании окружность лимба градуируется непосредственно в литрах. Описанный мерник-бак выверяется взвешиванием выпускаемой из него по лимбу воды. Для измерения непрерывного расхода жидкости и газов применяют *водомеры* (см.) и *газомеры* (см.). Удельная масса жидкостей измеряется *ареометрами* (см.). Для определения концентрации растворов сахара пользуются различными *сахариметрами* (см.), а для измерения крепости спиртовых растворов—спиртомерами (см. *Алкоголеметрия*). Для определения качества молока применяют т. н. лактометры. Удобно измерять удельную массу жидкости при помощи колбочки с узким горлышком, на к-ром сделана отметка, соответствующая положению уровня жидкости, когда объем ее равен величине, обозначенной на колбочке—пикнометре.

Измерение сил. Для непосредственного измерения сил или моментов вращения применяются *динамометры* (см.) различных систем. Тормозные и торсионные динамометры измеряют момент вращения. Для измерения электрич. и магнитных величин применяют целый ряд специальных приборов (см. *Электрические измерения*). Для измерения малых деформаций применяют экстензометры, из которых заслуживают внимания мерный индикатор системы Цейса и зеркальный прибор Мартенса. При помощи названного прибора можно определять деформацию в 0,001 *мм*, что отвечает при нормальном образце длиной 200 *мм* для стали напряжению $\sigma = 1{,}0$ *кг/см*² (см. *Испытание материалов*).

Для измерения величин, характеризующих режим работы режущих инструментов, применяют динамометры специальных типов (см. *Резание*). Измерение работы производят путем отдельного измерения силы (помощью динамометра) и пройденного ею пути.

Измерение мощности двигателей с вращательным движением производят, определяя вращательный момент на валу помощью какого-либо динамометра и помножая полученное значение на угловую скорость вращения вала, определяемую *тахометром* (см.) или счетчиком оборотов. Мощность, развиваемую рабочим агентом в цилиндрах поршневых двигателей и машин-орудий (насосов, компрессоров, воздуходувок), измеряют при помощи *индикаторов* (см.) или особых счетчиков мощности и работы.

Измерение механических напряжений (давления, растяжения, касательного напряжения). Для измерения давлений порядка *кг/см*² служат приборы, называемые *манометрами* (см.). Для измерения весьма малых разностей давления применяют манометры специальной конструкции, называемые *микроманометрами* (см.). Такого же типа при-

добывают уксус и гонят водку (терновку). Сок из ягод и отвар коры Т. в щелоке употребляют как красную краску (для полотна).

Лит.: Пеньковский В., Деревья и кустарники как разводимые, так и дикопроизрастающие в Европейской России, на Кавказе и в Сибири, ч. 5, Херсон, 1901. **Н. Кобранов.**

ТЕРКА, клеверотерка, машина для обработки созревших сухих семенных головок клевера, предварительно отделенных от стеблей. Перетертую массу пропускают затем на веялку-сортировку, после чего получают полуочищенные семена клевера. Окончательную очистку и сортировку их производят на клеверной сортировке. Получение таким способом семян, сравнительно с получением их при помощи сложной специальной клеверной молотилки, сопряжено с значительно большей тратой времени и рабочей силы и вообще м. б. рекомендовано в колхозах и совхозах лишь при небольших посевах клевера на семена, для к-рых приобретение клеверной *молотилки* (см.) экономически невыгодно. При получении семян с помощью Т. приходится для отделения головок от стеблей предварительно пропускать скошенный клевер через хлебную молотилку. При этой операции получается небольшой процент семян и значительное количество отбитых головок, к-рые затем пропускают через Т. и отдельно через веялку-сортировку. В Германии (в последнее время) для уменьшения и ускорения работ по получению семян при помощи Т. устанавливают Т. на верхней части хлебной молотилки, в к-рую при помощи особого элеватора передаются головки, отбитые при пропуске клевера через молотилку. Т. о. хлебная молотилка м. б. еще использована и для получения клеверных семян.

Т. состоит из горизонтально вращающегося в сетчатом кожухе бичевого барабана, в станине к-рого, в верхней части у его конца, имеется приемное отверстие для подачи клеверных головок, а на противоположном конце кожуха (внизу)—выпускное отверстие для грубых остатков от перетираемого материала. Кожух обычно состоит из стальной проволочной ткани, через отверстия к-рой протираются семена и измельченные части головок клевера, поступающие затем на веялку-сортировку. Остатки стеблей и часть неразрушенных головок выбрасываются барабаном из выпускного отверстия кожуха и, если в них еще оказываются невытертые семена, возвращаются вторично в Т. В более сложных Т. (германских) под кожухом терочного барабана бывает помещена в общей станине веялка, и при таком устройстве от машины получается б. или м. чистое зерно без затраты рабочей силы на предварительную его очистку. Имеются также к сложным молотилкам приспособления, в к-рых пневматич. транспортером (эксгаустером) отбитые на молотилке головки передаются в приемник установленной с ней рядом Т.

Производительность Т. зависит как от размера барабана и мощности двигателя, так и от степени сухости клеверных головок и количества в них семян. В среднем часовая производительность машины от 150 до 400 *кг* отбитых от стеблей головок при мощности двигателя в 2—8 Нр. Т. применяют также для получения и других травяных семян, для вылущивания эспарцета и вообще для полировки семян. Для обмолота трав их колосья д. б. отделены от стеблей или все растение изрезано на части, не превышающие 10 *см*. Соответственно форме и размеру семян устанавливается на машине кожух с более или менее крупными отверстиями, а била барабана заменяются щетками. **К. Шиловский.**

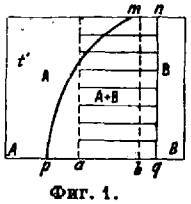
Лит.: см. *Молотилки*.

ТЕРМЕНВОКС, см. *Электромузыкальные инструменты*.

ТЕРМИОННЫЕ ТОКИ, поток (материальных) частиц, термионов (преимущественно положительных), испускаемых накаленным телом. Первоначально (Ричардсон и др.) под Т. т. подразумевались как ионный, так и электронный потоки, испускаемые накаленным телом (см. *Термоэлектроны*), например с катода электронной лампы.

ТЕРМИТ, см. *Алюминотермия*.

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА металлов, процесс сообщения определенных свойств (твердости, вязкости, электропроводности, удельного объема и т. д.) металлическим сплавам в твердом состоянии нагревом и охлаждением их с определенными скоростями в определенных интервалах $t°$. Как скорости нагрева и охлаждения, так и в особенности интервалы $t°$ определяются на основании диаграмм состояния сплавов (см. *Металлография* и *Спр. ТЭ*, т. II, стр. 158). По форме этих диаграмм можно заранее заключить о возможности изменения качеств данного сплава термообработкой. В качестве примера можно привести диаграмму Fe-C (железо-углерод) (см. *Металлография*, фиг. 5), где участок NIESOG соответствует кристаллам γ-Fe, участок ниже линии PSK соответствует смеси двух типов кристаллов — α-Fe и цементита (Fe_3C). При наличии такого превращения сплава соответственной Т. о. данной системы можно получить переход кристаллов одного типа в два других. На диаграмме Al-Zn (*Спр. ТЭ*, т. II, стр. 162) видно, что при содержании Zn в Al до 18% имеется участок твердого раствора Zn в Al (α-кристаллы). Для концентраций, бо́льших 18% Zn, при температуре 256° происходит распадение α-кристаллов на α-кристаллы и γ-кристаллы. Второе состояние ($\alpha + \gamma$) обладает иными свойствами, чем первое (α); следовательно Т. о. можно добиться выделения избыточной фазы. Для изменения свойств закаленного сплава с целью получения требуемых свойств необходима дальнейшая Т. о.—отпуск, изменяющий неустойчивое состояние, полученное вследствие закалки. В соответствии с приведенными примерами можно свести процесс Т. о. к двум схемам изменения свойств сплава: 1) изменение свойств сплава вследствие разделения одного типа кристалла (например γ-Fe) на два (α-Fe и Fe_3C) — закалка с отпуском ($A \rightarrow B + C$), по Гюртлеру Spaltveredlung; 2) изменение свойств сплава вследствие выделения избыточной фазы — т. н. старение ($A \rightarrow A + B$), по Гюртлеру Segregatveredlung. Рассмотрим область диаграммы состояний, изображенную на фиг. 1. Пусть кристалл A образует твердый раствор с B, при низкой $t°$ малой, а при высокой—большей концентрации, что показывает ход кривой pm; для соответствующего состояния кристалла B предположим для простоты неизменную от $t°$ концентрацию q, что выразится прямой nq. Рассмотрим сплав концентрации a. Выше темп-ры t' имеется ненасыщенный твердый раствор A, при



Фиг. 1.

боры в соединении с дроссельной шайбой или трубой Вентури применяются для измерения скорости потока воды, газа или пара (см. *Водомеры, Газомеры, Приборы для измерения пара*). Для измерения весьма малых давлений меньших 1 *atm abs* применяют вакуумметры. Абсолютное атмосферное давление измеряется *барометрами* (см.).

Измерение количеств. Одним из основных и точнейших методов измерения количеств является взвешивание при помощи *весов* (см.). Для автоматич. взвешивания применяют целый ряд автоматических весов (см. *Развес порционный*). В лабораториях и научно-технических институтах имеют применение для измерения количеств вещества и анализов весы аналитические и точные. Весы аналитические и разновесы к ним выверяются с особой точностью: так, погрешность аналитич. весов, напр. для нагрузок до 200 *г*, при их полной нагрузке не должна превышать 0,1—0,2 *мг*. Микровесы с микроскопом—точность показаний 0,02 *мг*. В технике часто взвешивание ведется для сортировки продукции, а также иногда в целях определения толщины особо тонких листов, не поддающихся точному обмеру. Измерение жидкостей, поступающих в производство в цистернах, ведется по весу в *т*. Измерение расходуемой жидкости ведется или в *кг* или $м^3$ в случае надобности с последующим пересчетом на весовые единицы, принимая во внимание изменения плотности жидкости от *t*°.

Измерение расхода пара в паросиловых установках производят либо посредством измерения количества конденсата, либо определением количества поданной в паровые котлы питательной воды, либо путем измерения скорости потока пара в трубопроводе при помощи *приборов для измерения пара* (см.).

Измерение времени. Единицей служат сутки—24 часа, по среднему солнечному времени. Для измерения времени служат *часы*, (см.), *хронографы* (см.) и *хронометры* (см.).

Измерение скорости. Измерение поступательной скорости сводится к измерению длин и времени. При движении тела в капельно-жидкой или газообразной среде скорость относительно последней м. б. измерена, пользуясь принципами гидро- и аэромеханики (см. *Лаг*). Измерение поступательной скорости наземного транспорта стараются свести к измерению угловых скоростей, измеряемых в свою очередь *тахометрами* (см.). Измерение скоростей ветра производят *анемометром* (см.). Измерение м. б. проводимо или посредством тахометра, или электрически, или с помощью счетчика. Для измерения скоростей течения жидкостей в открытых каналах применяются различные *гидрометрические приборы* (см.).

Измерение температур производится при помощи разного рода термометров и пирометров (см. *Термометрия*). Измерение количества теплоты производится помощью различных калориметров (см. *Калориметрия*). Для определения теплотворной способности топлива пользуются: для твердых и жидких топлив—*бомбами калориметрическими* (см.), а для жидких и газообразных—калориметром Юнкерса или аналогичными ему системами.

Анализ газов. Рациональный уход за топкой возможен лишь при постоянном анализе дымовых газов на содержание в них углекислоты. Такой анализ вместе с тем побуждает к экономному расходованию горючего; поэтому необходимым подспорьем в работе кочегара являются приборы, измеряющие количество углекислоты (CO_2), так называемые газоанализаторы (см. *Анализ газов*). Газоанализаторы применяются также и для анализа продуктов, получаемых при сгорании жидкого и газообразного горючего.

Измерение влажности. Для техники имеют значение следующие гигрометрич. свойства воздуха: а) плотность водяного пара в воздухе, т. е. количество воды в *г*, содержащееся в 1 $см^3$ воздуха; б) степень насыщения, к-рая находится по таблицам; в) давление водяного пара и г) точка росы. Влажность воздуха измеряется гигрометрами-психрометрами. Степень влажности пара измеряется калориметрами или посредством отделения воды или путем мятия пара (торможения). Можно привести некоторые примеры, показывающие влияние влажности на показатели качества материалов: при изменении влажности в 70% величина разрывной длины полоски бумаги может измениться более чем в 10 раз. При влажности воздуха в 50, 65 и 80% соответственные числа перегибов бумаги на аппарате Шоппера относятся, как 50 : 64 : 87. В настоящее время разрабатываются методы быстрого определения влажности воздушно-сухого торфа-сырца. Методы определения влажности дров для отопления см. ОСТ 1461.

Измерения силы света ведутся как по линии измерения силы света отдельных источников света, так и по линии измерения освещенности. Для сравнения силы света источника с эталонной лампой пользуются фотометрами, а для измерения освещенности—люксметрами (см. *Освещение* и *Фотометрия*). Пробные наборы очковых стекол служат для измерения оптических свойств очковых стекол; они применяются для измерения рефракции сферических, цилиндрических и сферо-цилиндрических стекол; они должны давать значение вершинной рефракции в диоптриях от −20 *D* до +20 *D*. Приборы для измерения положения оптической оси стекла (децентрировки) должны измерять децентрировку до 15 *мм*, погрешность шкал для таких измерений не должна превышать 0,5 *мм*.

Магнитные измерения—см. *Магнитные материалы*.

Гравиметрические измерения, основанные на измерении ускорения силы земного тяготения *g*, позволяют технике обнаруживать месторождения полезных ископаемых при условии наличия требуемой разности удельных масс между ними и окружающей средой. Объектами разведок при таких измерениях могут явиться железные руды, угольные пласты, соль и—по косвенным признакам—нефтяные месторождения. При гравиметрич. измерениях не только обнаруживается залегание, но и определяются его размеры, глубина, залежи и форма. На основе измерений прорабатывается детальная геологич. карта участка с указанием слагающих слоев, их мощностей, углов падения и т. д. Радионосные промышленного значения районы устанавливаются радиометрич. методом. При измерениях леса, лесных пород применяют особые таксационные меры. Толщины деревьев обмеряют раздвижными деревянными вилками. Рудничные подземные контрольно-измерительные приборы и требования, к ним предъявляемые,—см. *Вентиляция* рудничная.

Измерительный инструмент в машиностроении и приборостроении особенно разнообразен. Успехи современного машиностроения обусловлены высокой точностью обработанных деталей, достигаемой работой по *допускам* (см.), исключающей необходимость ручной подгонки деталей при сборке и обеспечивающей взаимозаменяемость деталей. Наиболее простыми измерительными приборами для измерений, не требующих большой точности, являются: а) для измерения линейных размеров: *циркуль* (см.), кронциркуль, *штангенциркуль* (см.), штангенрейсмас, *микрометр* (см.); б) для измерения углов: угольник, транспортир (см. *Протрактор*), малка, угломер; в) для проверки правильности формы: линейки, тушевальные плиты, *лекала* (см.) и шаблоны. Для проверки деталей, обрабатываемых по допускам, применяются исключительно предельные калибры в форме скоб для наружных измерений и пробок, плоских калибров или штихмассов для внутренних измерений. Проверка самих калибров производится или помощью мерительных машин различной конструкции или посредством плоскопараллельных плиток (Иогансена), отполированных на рабочих поверхностях до зеркального блеска и допускающих путем прикладывания друг к другу пластинок различной толщины составление любого размера через 0,001, 0,005 или 0,01 *мм*, причем точность при измерениях длин до 30 *мм* достигает $\pm$0,0001 *мм* (для плиток наивысшего класса точности) и $\pm$0,0005 *мм* (для так наз. рабочих плиток). Еще более точным способом контроля калибров является применение оптич. приборов, основанных на принципе *интерферометра* (см.), в которых длина калибра и степень плоскости его рабочих поверхностей выражаются в частях длины световой волны. Оптич. приборы, снабженные микрометрич. окулярами и выгравированными на стекле шаблонами, применяются широко для проверки форм сложных изделий (напр. для выверки элементов винтовой нарезки). Для измерения отклонений измеряемой величины от заданных, установленных заранее размеров применяют мерные индикаторы рычажного или колесного типов; первые более точны и дают показания до 0,0005 *мм*, тогда как точность показаний последних не превосходит 0,005 *мм*. В случаях, когда непосредственным сличением с прикладыванием меры (образца) измерить нужный предмет невозможно, применяются кронциркули, нутромеры, штихмассы и пр. На изделие взятые размеры переносят при помощи разметочных инструментов: рейсмусов, кернеров, разметочных циркулей с острыми ножками и т. д. Для измерения цилиндрич. дыр пользуются дыромерами. Диаметры внутренних отверстий измеряют остроконечными нутромерами. Для измерения толщины листов и проволоки применяют калиберные дощечки; особые калибры изготовляются для измерения толщины болтов; для измерения винтов служат резьбомеры и гребенки.

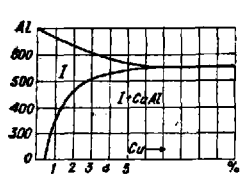
Измерение углов. Прямые углы поверяются по эталонному угольнику на пришабренной плите. Для измерения углов применяют угломерные инструменты типа протракторов (Старрет, Краузе) или оптические (Цейсса). Иногда измерение углов производится с помощью уровня: измеряют угол каждой из плоскостей угольника относительно горизонтали и находят требуемый угол как разницу обоих углов.

Измерения винтовой *нарезки* (см.) должно производить с особой тщательностью и при помощи специальных приборов. Наружный диаметр винта измеряется скобой, микрометром или штангенциркулем. Внутренний диаметр винта, больший 50 *мм*, возможно измерить с допускаемой погрешностью не свыше 0,1 *мм* посредством штангенциркуля, снабженного выступами для измерения нарезки. Измерение внутреннего диаметра производится также при посредстве специальных микрометров или особыми предельными калибрами (скобами) с гребенчатыми мерными поверхностями. Средний диаметр резьбы измеряется при помощи шаровых или гребенчатых наконечников, надеваемых на микрометр, или обыкновенным микрометром при помощи трех проволок. Угол между сторонами и форма нарезки проверяются оптическим путем, сравнением увеличенного изображения нарезки с образцом или посредством шаблона. Подъем нарезки проверяется резьбовым калибром; при этом совпадение или отклонение устанавливается по способу световой щели. Для измерения внутренней нарезки можно изготовить путем отливки из легкого металла или из серы с графитом слепки резьбы, к-рые затем промеряются, как наружная нарезка.

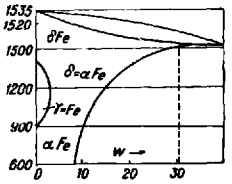
Испытания растворов. Растворы, применяемые в строительном деле, представляют собой смесь, составляемую из вяжущего вещества (цемент, известь и пр.), инертной составляющей (песок, гравий, щебень) и воды, отвердевающую в одно целое через некоторое время после затворения и связывающую при этом в одно целое отдельные элементы каменной (или кирпичной) кладки.

При проверке качества того или иного вяжущего вещества, входящего в состав раствора, в качестве инертной составляющей применяется так наз. «нормальный песок», представляющий собой природный кварцевый песок, добываемый из определенного карьера. Временно в качестве нормального песка для испытаний цементов признается песок из карьеров Вольского з-да близ станции Привольской Рязано-Уральской ж. д. По величине зерна нормальный песок составляется из двух сортов: первый сорт, крупный, при просеивании должен оставить не более 10% на сите с 64 отверстиями на 1 $см^2$ и пропустить не более 10% через сито с 144 отверстиями на 1 $см^2$; второй сорт, мелкий, должен оставить при просеивании не более 10% на сите с 144 отверстиями на 1 $см^2$ и пропустить не более 10% через сито с 225 отверстиями на 1 $см^2$. Для испытания цементов берется смесь из равных весовых количеств нормального песка крупного и мелкого. При испытании вяжущего вещества для составления раствора вяжущее вещество и песок берутся в следующих пропорциях по весу: для цементов 1 : 3, для воздушной извести 1 : 4, для гидравлич. извести 1 : 5. При выяснении механич. и физич. свойств самого раствора последний изготовляется из тех сортов цемента и песка и в тех пропорциях, к-рые применяются на строительных работах. Для проверки механич. свойств песка раствор изготовляется из данного песка и нормального цемента (удовлетворяющего всем требованиям ОСТ 77) и подвергается соответственным испытаниям. Отдельные составляющие растворы до их смешения подвергаются гранулометрич. анализу при помощи набора особых сит, просеивание через к-рые производится вручную или механич.

t' он насыщен, а при температуре ниже t' он пересыщен и из него выделяются кристаллы B. Если сплав a нагрет выше t' и быстро охлажден, то при скорости выделения кристалла B, меньшей скорости охлаждения, можно переохладить сплав a и получить его в виде кристалла A при атмосферной $t°$; очевидно свойства такого сплава будут иными, чем если бы он остыл медленно и состоял из двух кристаллов A и B. Следовательно такой тип Т. о. может быть в сплавах, обладающих разной растворимостью (в твердом состоянии) в зависимости от $t°$, что обозначается наклонными линиями на диаграммах. Сплав b (на диаграмме) при высокой $t°$ состоит из кристаллов A и B, так же как и при низкой, причем кристаллы A будут изменять свой состав при понижении $t°$ по кривой pm, а потому и свойства всего сплава будут меняться в зависимости от состояния большего или меньшего переохлаждения. Это изменение будет резче для концентраций сплавов, лежащих между m и p, и все слабее по мере приближения к линии nq; при концентрациях же qB влияние Т. о. сводится к нулю; то же можно сказать и о сплавах Ap. Если кристалл B будет хрупкий, то хрупкость будет свойственна всем сплавам mn, если же кристалл B обладает ценными механич. свойствами, то Т. о. для этих сплавов может иметь большое практическое значение. Первые сплавы этого типа были открыты Вильмом (Wilm) в 1909 г., например сплав *дуралюмин* (см.). Сущность происходящих при Т. о. процессов до сего времени точно не установлена, вопрос дискутируется. Однако выяснено, что Al образует твердый раствор с примесями Cu, Zn, Mg, Si и др., к-рые при понижении $t°$ выделяются. Для проведения Т. о. дуралюмина поступают сл. обр.: получают сплав, близко соответствующий насыщению при высокой $t°$ (например 4%, фиг. 2); подвергают его ковке, чтобы получить равномерное перемешивание составных кристаллич. составляющих; нагревают с достаточной выдержкой при $t°$ 520° (для данного примера), чтобы получить полное растворение примеси; быстро остуживают пересыщенные кристаллы, чтобы образовать неустойчивое состояние сплава; затем подвергают «старению» или, лучше,



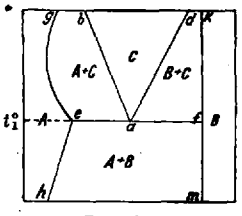
Фиг. 2.



Фиг. 3.

вылеживанию (по Гюртлеру Zeitreifung) при обыкновенной температуре или производят «искусственное старение» при повышенной $t°$. В обоих случаях в результате получается сплав с повышенной значительно твердостью без потери надлежащей вязкости. Оказалось по наблюдению Сайкса (Sykce, 1926 г.), что аналогичное явление имеет место в сплаве Fe-W. Железо растворяет при 1 525° до 33% W, а при 600° всего 10%, выделяя при охлаждении твердое и хрупкое соединение Fe_3W_2. Благодаря искусственному старению после нагревания до 700—800° закаленный сплав (при 1 500°) приобретает очень высокую твердость. Следует отметить, что γ-Fe в этих сплавах занимает очень ограниченную область (фиг. 3).

Рассмотрим другой случай—разделение одного типа кристалла на два. В этом случае имеется область одного кристалла C, устойчивого в области abd (фиг. 4) и распадающегося ниже линии eaf. Для простоты пусть geh и kfm будут вертикальными, т. е. твердые растворы A и B не изменяют своей концентрации от $t°$; в этом случае кристаллы A и B не изменяют своих свойств от Т. о., как это было указано выше. Если $t°$ сплава концентрации a находится выше $t_1°$, то сплав состоит из кристаллов C; при температуре ниже $t_1°$ он распадается на смесь двух кристаллов $A+B$. Такой сплав обладает совершенно разными физич. свойствами при $t°$ выше и ниже $t_1°$. Если нагреть этот сплав выше $t_1°$ и быстро охладить, то можно получить кристаллы C в неустойчивом состоянии при обыкновенной температуре (закалка). Если в таком состоянии сплав обладает лучшими качествами, чем смесь $A+B$, то это будет Т. о., связанная с расщеплением кристаллов. Постепенным нагревом (отпуск) можно это неустойчивое состояние переводить в более устойчивое. Сплав $A+B$—очень мелкой раздробленности (дисперсности), что создает целую гамму дальнейших изменений свойств (см. *Металлография*, табл. 1). Концентрации между b и d требуют более высокой температуры закалки, как это видно из фиг. 4. Концентрации gb и dk после закалки дают смесь $A+C$ или $B+C$. Все свойства закаленного сплава обусловливаются свойствами кристалла C; если это будет элементарный тип кристалла, как у стали, то Т. о. дает хорошие результаты, если же образуются промежуточные химич. соединения между компонентами сплава, то в результате закалки получается хрупкий кристалл и Т. о. не достигает цели (напр. у бронз). Наличие горизонталей в диаграмме указывает на возможность Т. о. с распадением кристаллов на два типа. На диаграмме Fe-C имеется горизонтальная линия, поэтому для этих сплавов Т. о. имеет существенное практическое значение.

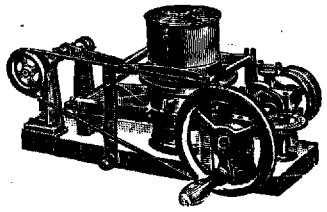


Фиг. 4.

С каждым годом появляются все новые открытия в области Т. о. разных сплавов (Pb, Ag, Cu, Mg и др.). Нет сомнения, что Т. о., к-рую раньше рассматривали как некоторую операцию, присущую лишь железным сплавам, в настоящее время должна занять очень важную роль в технологич. процессе всех технич. сплавов. Поэтому при изучении сплавов исследователь должен: 1) изучить диаграммы состояния этих сплавов, определяя области, резко изменяющие свойства их при разных скоростях охлаждения; 2) получив эти сведения, необходимо исследовать и сравнить эти свойства с исходным материалом и, проверив их, установить технич. применение Т. о. для данных сплавов. Так были между прочим исследованы сплавы Cu-Be, давшие после Т. о. прекрасные результаты. Т. о. их была установлена на основании диаграммы равновесия.

Как видно из предыдущего, Т. о. состоит из операций нагрева и охлаждения. Нагрев производится в печах, характеристикой которых

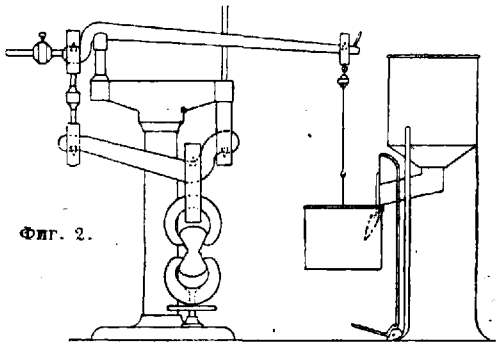
путем. Для определения тонкости помола цемента применяют сита двух видов: с 900 отверстиями на 1 *см*² и с 4 900 отверстиями на 1 *см*². Сита изготовляют из проволочной ткани (бронзовой, латунной и пр.) и укрепляют в одной общей цилиндрической коробке. На фиг. 1 показан станок с приводом для механического просеивания цемента. Зерновой состав песка определяется посредством последовательной просевки через ряд сит с величинами отверстий 7 *мм*, 3 *мм*, 1 *мм* и 0,24 *мм*. Из этих сит первые три—штампованные с круглыми отверстиями; последнее, с величиной отверстий в 0,24 *мм*,—бронзовое, тканое, имеющее 900 отверстий на 1 *см*².



Фиг. 1.

Нормальная густота раствора определяется таким количеством воды, выраженным в % от веса сухой смеси, при к-ром после определенной затраты работы на трамбование образца внизу формы, в к-рой трамбуется образец, начинает просачиваться вода. Раствор для изготовления образцов затворяется в особых мешалках (типа Вернер и Пфлейдерер или Штейнбрюк-Шмельцер) и затем помещается в кубич. формы с внутренними размерами 7,07×7,07×7,07 *см*. В этих формах раствор уплотняется и затем подвергается трамбованию на особом копре. Наиболее подходящими для этой цели являются копры с вертикально падающей бабой (по типу проф. Лахтина, Клебе и др.); допускаются также копры молоткового типа (Беме). По числу ударов бабы отмечают количество работы, затраченной на трамбование до появления воды внизу формы. За нормальную густоту цементного раствора принимается то количество воды, выраженное в % от веса сухой смеси, при к-ром появление ее внизу формы происходит при работе трамбования в 1 *кг* на 10 *г* сухой смеси. Найденное т. о. количество воды считается нормальным при изготовлении раствора для испытаний.

Механич. свойства растворов характеризуются гл. обр. сопротивлением растяжению и сжатию. Для испытания на растяжение из данного раствора изготовляются образцы в форме «восьмерки». При изготовлении образцов раствор набивается в специальные формы, в которых образцы подвергаются трамбованию при помощи вышеуказанных копров. После трамбования образцы хранятся в тех или иных условиях влажности, на воздухе или в воде, и после известного срока подвергаются испытанию на растяжение. Это испытание производится на рычажном приборе типа Михаелиса с автоматич. нагружением дробью со скоростью около 100 *г/сек* (фиг. 2). Передача усилия на образец совершается при помощи рычагов, причем отношение плеч верхнего рычага 1 : 10, нижнего 1:5; т. о. общее отношение нагрузки на конец верхнего рычага к усилию, действующему на образец, равно 1 : 50. Площадь наименьшего поперечного сечения образца в средней части равна ~ 5 *см*² (4,99 *см*²); следовательно, если на конец верхнего рычага действует нагрузка в P *кг*, то в среднем сечении образца развивается среднее напряжение, равное $\frac{P \cdot 50}{5} = 10\,P$ *кг/см*². В момент разрыва образца ведро с дробью падает на особую педаль, и приток дроби автоматически



Фиг. 2.

прекращается. Вес ведра с дробью в *кг*, увеличенный в 10 раз, даст временное сопротивление на разрыв образца в *кг/см*².

При приемке и испытании воздушной извести качество известкового раствора проверяется приемщиком сл. обр.: известковое тесто в соединении с песком в пропорции 1 : 3 должно образовать раствор такого качества, чтобы подлитые на нем 7 кирпичей по истечении 7 суток при подъеме за верхний кирпич остались все в связи между собой.

Для испытания раствора на сжатие образцы изготовляются в кубич. формах размерами 7,07×7,07×7,07 *см* с механич. трамбованием на одном из вышеуказанных копров. После трамбования образцы хранятся при определенных условиях влажности и затем подвергаются испытанию на сжатие. Для различных растворов требуются наименьшие величины временного сопротивления на разрыв и на сжатие (в *кг/см*²), приведенные в следующей таблице

Минимальные значения временных сопротивлений для строительных растворов.

Наименование испытуемого материала	Состав сухой смеси по весу		Срок хранения (дней)	Сопротивление на сжатие в *кг/см*²	Сопротивление на разрыв в *кг/см*² при сроке хранения		
	Вяжущее вещество	Песок			4 дн.	7 дн.	28 дн.
Портланд-цемент	1	3	28	140	9	10	14
Роман-цемент . .	1	5	28	*1	—	—	*2
Шлако-портланд-цемент	1	3	28	140	9	10	14
Пуццолановый портланд-цемент	1	3	28	140	9	10	14
Воздушная известь	1	4	28	10	—	—	2
Слабо гидравлич. известь	1	5	28	30	—	—	10
Сильно гидравлич. известь . .	1	5	28	45	—	—	15
Песок при приемке	1*3	3	7 28	100 140	—	10	14

*1 При твердении в воде 32; при твердении на воздухе 48. *2 При твердении в воде 4; при твердении на воздухе 6. *3 Нормальный портланд-цемент.

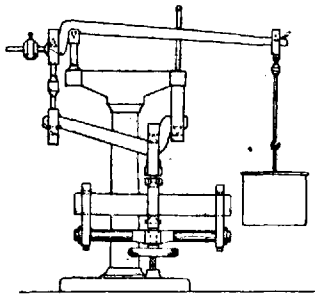
является $t°$, до к-рой в них м. б. нагрет металл. Т. о. для железных сплавов происходит при $t° \leqslant 900°$, и только в исключительных случаях (быстрорежущие стали) применяется более высокая $t°$ (до 1 350°); для Т. о. более трудным является получение равномерной низкой $t°$ нагрева (300—500°). Поэтому для равномерности нагрева выше 700° удобнее пламенные или муфельные печи на газе, жидком или твердом топливе, для $t° \sim 400$—500° лучше электрические (сопротивления—нихром) и для $t° \sim 100$—300°—электрические с перемешиванием воздуха вентилятором (печи Homo). Удобны для равномерности нагрева ванны—расплавленные соли и металлы (главным образом свинец). Для Т. о. особенно важна $t°$ нагрева. Контроль производится или при помощи пирометров, вводимых в зону нагрева, или пирометров соприкосновения (для цветных металлов). Первые установки (с самопишущими аппаратами) удобны при непрерывном массовом производстве, вторые—для индивидуальной работы или же контроля. Для железных сплавов можно применять для определения момента производства Т. о. исчезновение способности к намагничиванию (печи Барфильда, Англия) или задержку нагрева в момент фазового превращения (печи Hump, США); при этих установках нет надобности знать $t°_{крит.}$ сталей. При современной Т. о. массовых и индивидуальных крупных изделий применяют в большинстве случаев обычные пирометрич. установки, централизуемые в одном месте, что дает возможность следить за всеми работами Т. о. в цеху. Т. о. конструкционных сталей в массовом масштабе стала возможной только с применением автоматически действующих печей—конвейера, изготовляемого из огнеупорной стали, мало окисляющейся при $t° \sim 900°$ (нихром). Для инструментальных сталей серийная Т. о. обычно производится в печах типа Hump, а отпуск—в печах типа Homo. При устройстве термических цехов инструментальной стали следует иметь два параллельных неперекрещивающихся потока: один для углеродистых и слабо легированных сталей, а другой для быстрорежущей, ибо Т. о. требует разных $t°$-ных режимов. При массовом производстве изделий из конструкционной стали большое значение для Т. о. имеет устройство специальных индивидуальных охлаждающих устройств, напр. для снарядов, для коленчатых осей и т. п. Т. о. крупных изделий производится всегда индивидуально (нагрев и охлаждение). Для очень крупных изделий приходится считаться с массой металла как при нагреве, так и при охлаждении. В углеродистых сталях в изделиях сечением выше 50 *мм* нельзя получить насквозь фиксацию твердого раствора, и часто в таких случаях после охлаждения даже в воде получается «видманштедтова структура», придающая низкие механич. свойства изделию. В этих случаях следует применять стали, легированные никелем или хромом, с процентным содержанием в зависимости от толщины сечения.

Положение термич. цехов в потоке изготовления стальных изделий такое: заготовительный цех → Т. о. (отжиг 1-го рода)—понижение механич. качеств для облегчения механич. обработки → механич. обдирка → Т. о. (закалка с отпуском—по нем. Vergütung—улучшение)—сообщение металлу высоких механич. качеств → отделка в механич. цехе → сборка. Первая Т. о., облегчая снятие стружки (обычно пластинчатый перлит), в то же время не должна затруднять последующую Т. о., поэтому не следует стремиться получить зернистый перлит или крупнокристаллическую структуру при отжиге, потому что такие структуры трудно образуют мелкозернистый твердый раствор, что в дальнейшем вызывает многократную Т. о.—нормализацию, закалку и отпуск. Надо при этом указать, что имеются наблюдения (Hankins и Becker) (например над рессорами), что вследствие закалки с предварительной нормализацией получается изделие, обладающее из-за обезуглерожения слоя на поверхности сопротивлением на усталость на 50% ниже, чем просто закаленные. Этот факт указывает на необходимость крайне внимательного изучения процесса Т. о., особенно ответственных деталей. Часто за первой операцией Т. о. (нагревом) следят очень внимательно, а второй (охлаждению) отдают очень мало внимания. Однако последняя операция бывает очень затруднительна из-за трудности регулирования скорости (достигающей сотен градусов в ск.) охлаждения. Напр. получение тонкой листовой стали даже с 0,10% С главным образом затрудняется неумением создать определенную скорость охлаждения нагретого листа. Для глубокой вытяжки требуется от листового материала высокое удлинение; в виду же того, что очень тонкий лист (1—2 *мм*) в обычных условиях быстро охлаждается, перлит выделяется в мелкораздробленном состоянии (сорбит), и сталь получается с высоким пределом упругости и малым общим удлинением, что непригодно для глубокой вытяжки. Изучение условий охлаждения повело к непрерывному отжигу (по точно выработанной кривой охлаждения) каждого листа в печах до 90 *м* длиною. Охлаждение производится для мелких изделий из углеродистой стали в воде, а для легированных—в масле. Существенное значение имеет $t°$ охлаждающей жидкости, поэтому очень важно иметь центральную охлаждающую систему для воды или масла, например охлаждение гранат калибром 75 *мм* в специальном приборе с автоматич. подачей воды в минувшую войну дало возможность почти уничтожить брак от трещин в закалке, тогда как в обычных условиях получалось 5—7% брака и 10—15% сомнительных результатов Т. о. Установлено, что охлаждение стальных изделий из конструкционных сталей не следует вести до атмосферной $t°$, а только до 100—150°, после чего рекомендуется подвергать их немедленно отпуску. Сталь с содержанием ок. 0,9% С в небольших сечениях можно закаливать на аустенит охлаждением в среде с $t° \sim 230$—250° (см. *Металлография*). Такая закалка дает возможность вслед за этим править изделия, т. к. через 15—30 мин. аустенит превращается в мартенсит (стареет). Этот способ, предложенный Льюисом (Lewis), не удалось еще распространить на все сорта стали.

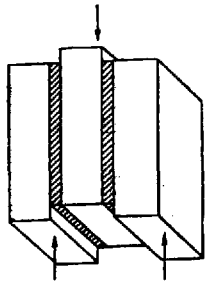
Т. о. цветных металлов является гл. обр. отжигом первого и второго рода и не составляет такой трудности, как Т. о. стали. Т. о. часто связывается с химическими процессами, напр. поверхность металла изделий при Т. о. окисляется, создавая в стали поверхностный обезуглероженный слой, в латуни—испаряется цинк; с этими процессами борются, создавая условия, препятствующие этим явлениям. Но для некоторых целей производятся намеренно химические реакции—науглероживание

Испытание на изгиб м. б. произведено на разрывном приборе Михаелиса после замены разрывных захватов приспособлениями для изгиба (фиг. 3). Испытуемый образец имеет обычно сечение 4×4 *см* и опорную длину 25,6 *см*. Действующая изгибающая сила прилагается посредине пролета. При этих соотношениях и при нагрузке P *кг* на конец верхнего рычага в образце развивается наибольшее нормальное напряжение на изгиб в крайней фибре, равное 30 P *кг/см*^{2}, условно рассчитанное по формуле простого изгиба.

Испытание раствора на скалывание м. б. произведено сл. обр.: между двумя прямоугольными камнями закладывают с небольшим выступом такой же камень с промежут-



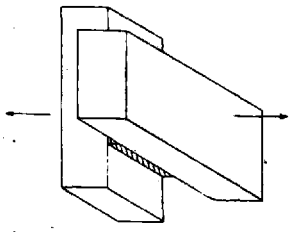
Фиг. 3.



Фиг. 4.

ками между ними по $1^1/_2$ *см*. Эти промежутки заполняют испытуемым раствором. После определенного срока твердения связанные камни подвергают действию сжимающих сил, направленных параллельно плоскости шва (фиг. 4), чем вызываются скалывающие напряжения в растворе, к-рые нетрудно подсчитать.

Для определения сцепления раствора с поверхностью камня подливают на испытуемом растворе два крестообразно положенных камня со швом толщиной около $1^1/_2$ *см*. После затвердения раствора связанные камни подвергаются действию растягивающих сил, перпендикулярных к плоскости шва, чем и определяется сила сцепления раствора с камнем (фиг. 5). Для более точных определений силы сцепления раствора с камнем или металлом применяются особые приспособления к прибору Михаелиса.

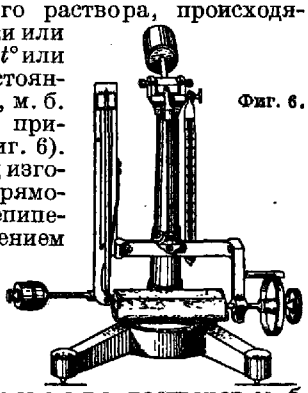


Фиг. 5.

Сопротивление раствора истиранию, или изнашиваемость, определяется или на круге Баушингера, или на истирающей машине Беме, или при помощи пескоструйного аппарата. Сущность испытания заключается в том, что затвердевший раствор в форме кубич. образца подвергается истиранию на вращающемся круге на определенном пути или подвергается действию песочной струи. По уменьшению веса после испытания можно судить о сопротивлении раствора истиранию.

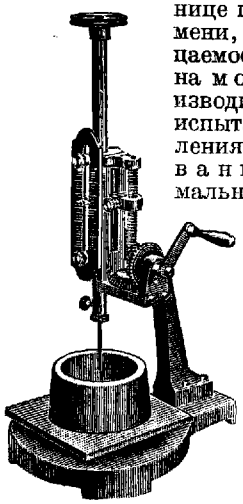
Физич. свойства раствора имеют важное значение для службы его в сооружении, поэтому должны тщательно изучаться. Для изучения упругих свойств из испытуемого раствора изготовляют особые образцы с головками для захватов испытательной машины. Эти образцы подвергаются действию растягивающих или сжимающих сил. Измерения происходящих при этом деформаций производятся при помощи зеркальных приборов Мартенса или экстензометров других систем, к-рые устанавливаются на нескольких фибрах испытуемой призмы. Выяснив зависимость между напряжениями и деформациями, нетрудно определить модуль упругости E или обратную ему величину коэф. упругости $\alpha = 1 : E$.

Изменения линейных размеров образцов испытуемого раствора, происходящие вследствие усадки или изменения наружной $t°$ или же вследствие непостоянства объема раствора, м. б. изучены с помощью прибора Баушингера (фиг. 6). Испытуемый образец изготовляется в виде прямоугольного параллелепипеда с поперечным сечением 5 *см*^{2} и длиной около 10 *см*. Измерения производятся с помощью микрометренного винта с точностью до $^1/_{200}$ *мм*.



Фиг. 6.

Водопроницаемость растворов м. б. изучена с помощью приборов Тетмайера, Амслера, Гари и др. Сущность всех этих приборов заключается в том, что пластинка достаточной толщины, изготовленная из испытуемого раствора, подвергается с одной стороны гидравлич. давлению. Просачивающаяся по другую сторону пластинки вода, отнесенная к единице площади и к единице времени, служит мерой водопроницаемости раствора. Испытание на морозоупорность производится аналогично такому же испытанию камней. Для определения скорости схватывания бетона применяют нормальный аппарат Вика (Vikat, фиг. 7), в котором время схватывания определяется по проникновению в бетон иглы 1 *мм*^{2} поперечного сечения под давлением груза в 300 *г*. Для определения степени пластичности бетона, весьма важной для установления возможных методов укладки бетона, применяют способы расплывания: о степени пластичности судят по расплыванию усеченного конуса определенных размеров из бетона, помещенного на встряхиваемый с определенной силой стол.



Фиг. 7.

Перечень общих контрольно-измерительных приборов, намеченных к производству на заводах СССР. 1) Тягомер типа Крелля, 2) тягомер колокольного типа, 3) тягомер с мембраной, 4) тягомер, работающий по принципу кольцевых весов, 5) вакуумметр ртутный, работающий по принципу кольцевых весов. Для измерения расхода пара, газа и воды: 1) паромеры специального назначения, 2) паромеры, работающие по принципу кольцевых весов, 3) газомер, работающий по принципу кольцевых весов, 4) водомер типа Кенеди или иные объемные, 5) водомеры скоростные типа

поверхности стали (цементация), растворение N (нитрирование), разложение Fe_3C на Fe и C в чугунах (см. *Ковкий чугун*), алитирование—насыщение с поверхности стали и чугуна алюминием и др. Процесс *цементации* (см.) связан с нагревом в твердом и газообразном веществе (карбюризатор), способном отдавать C железу. Обычно цементированию подвергается мягкая сталь (C≤0,18%) в тех случаях, если цементированный слой должен покрыть всю поверхность, напр. в шестернях, валиках. В других случаях цементируют одну сторону, например поверхность бойка молотка, лицевую сторону брони. Процесс цементации твердым карбюризатором продолжается от 8 до 24 час., давая слой максимум 1,5—2,5 *мм* глубины. Когда требуется большая глубина (10—40 *мм*), удобно цементировать светильным газом; в этом случае цементация продолжается от 3 до 20 суток. Наконец в последнее время широко распространилась цементация в жидкости—в цианистых солях—цианирование, причем получается слой 0,5—1 *мм* глубины в течение 2—4 час. Такой процесс применим для цементации резьбы, калибров и т. п. изделий. Кроме насыщения C в последнем случае происходит насыщение N, что может составлять особый процесс химической Т. о., носящий название «азотирование» или «нитрирование». Поверхность изделий из стали, содержащей 0,75—1% Al, поглощает N из NH_3 при нагреве до 500° и выдержке до 90 час. Сталь кроме Al может содержать Cr (≤1,5%), Mo (0,2—0,5%), V(0,1—0,2%) при C ~ 0,3% и подвергаться азотированию после полной Т. о. и окончательной механич. отделки. Поверхностная твердость такой стали достигает 1 000—1 100 по Бринелю (испытывается алмазом), а толщина слоя 0,1—0,2 *мм*. Ускорение процесса нитрирования было предложено Kinzel и Egan. Для этой цели изделия покрываются слоем MgO толщиною до 5 *мм*; нитрирование в течение 4 часов дает очень тонкий слой азотированной стали, энергично сопротивляющийся коррозии. Децементация при получении ковкого чугуна заключается в нагревании до 900—950° и продолжительной выдержке (от 50 до 75 часов).

Наименования видов Т. о. и их сущность.

	Русское	Англ.(амер.)	Французское	Немецкое	Сущность процесса Т. о.
I	Закалка	quenching *1 (погружение) hardening (закалка на твердость)	immersion trempe	Abschrecken Härten	Закалка, фиксация неустойчивого состояния, максимальная дисперсность β-фазы
II	Отжиг	annealing	recu t	Ausglühen	Отжиг первого рода*3, диффузия и рекристаллизация
	Нормализация	normalizing	normalisation	Anormalisieren	Отжиг второго рода*3, фазовая перекристаллизация
	Сфероидизация	spheroidizing			Наибольшая дисперсность (устойчивое равновесие), распадение кристалла A на B + C
III	Отпуск	tempering	revenu	Anlassen	Понижение дисперсности β-фазы (коагулирование)
	Старение	drawing, aging	vieillissement	Altern	Выделение β-фазы из раствора
IV	Томление (отжиг чугуна на ковкость)	a) malleablizing b) graphitizing	fonte malléable	a) Tempern (с песком) (Temperguss) b) Glühfrischen (с рудой)	a) разложение цементита ($Fe_3C = 3Fe + C$) b) частичная децементация
V	Цементация	carburizing (cementation) case hardening	cimentation	Zementieren, Zementationsprozess	Химич. термообработка ($3Fe + C = Fe_3C$)
VI	Цианирование	cyaniding		Cyanieren	$3Fe + MeCy + CO_2 \rightarrow Fe_3C + FeN + MCO_3$
VII	Азотирование, нитрирование	nitriding	nitruration	Nitrieren, Nitrierhärtung	$Fe + NH_3 = FeN + H_3$

Spaltveredlung *2 — Segregatveredlung

*1 По ASST. *2 По Гюртлеру. *3 По Бочвару.

Каждая операция Т. о. при установке метода работы д. б. проверяема лучше по микроструктуре, но физическое состояние сплава можно проверять и по другим свойствам—электропроводности, магнетизму, объемным изменениям и т. п. Наиболее удобным приемом является проверка по твердости. Надо только иметь в виду, что отдельное испытание твердости дает мало для суждения о процессе изменений,—необходимо иметь данные о твердости после каждой операции, тогда только можно составить картину изменений в стали и ориентироваться о данном ее состоянии. Например твердость после отпуска закаленной стали с перегревом и нормально нагретой будет одна и та же, однако механические свойства будут разные. На основании лабораторной проработки над данным сортом стали обычно для каждой операции задается определенная твердость в довольно узких пределах. Отклонение от этих норм следует контролировать структурой стали и во-время корректировать технологич. процесс Т. о. Наиболее распространенным и практически удобным в цеху способом определения твердости является метод Бринеля, для мелких изделий—метод Роквелла и для инструмента—в особенности метод Шора. В лабораториях пользуются методом качания по Герберту и склерометром Мартенса; последние два способа—исключительно для испытания тонких слоев после нитрирования или цементации. Имеются и другие способы (напр. Виккерса—очень удобный для определения твердости инструмента), но как мало пригодные для цеховой работы или недостаточно точные (напр. способ Польди) они большого распространения не получили. Номенклатура и сущность различных видов термической обработки приведены в таблице.

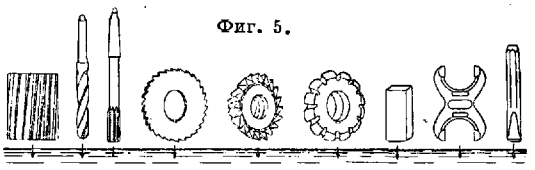
Лит.: Бочвар А., Основы термической обработки сплавов, М.—Л., 1932; Нессельштраус Г., Основы тепловой обработки стали, Л., 1926; Бабошин А., Термическая обработка обыкновенных и специальных сортов стали, М., 1926; Guillet L., Recherches sur différents points de la fabrication des obus, P., 1917; Guillet L., Trempe, recuit, revenu, t. 1—Théorie, t. 2—Pratique, t. 3—Résultats, P., 1927—1931;

Guertler W. u. Leitgebel W., Vom Erz zum metallischen Werkstoff, Lpz., 1929; Sherry R., Steel Treating Practice, N. Y., 1929; Oertel u. Grützner, Die Schnelldrehstähle, Düsseldorf, 1931; Knowlton H., Heat Treatment Uses a. Properties of Steel, Cleveland, Ohio, 1929; Yap, Chu-Phay, The Surface Energy of Iron Carbide, «Transactions of the Amer. Soc. for Steel Treating», Cleveland, Ohio, 1932, v. 20, 4; Egan J., Short-Time Nitriding, ibid., 1932, v. 19, 6; Kinzel A., Nondeforming, α-, δ-Carburizing Steel, ibid., 1932, v. 19, 5; Keeney R., The Economics of Heat Treating, ibid., 1930, v. 17, 5; Merten W., Softening of Nitrided Steel by Chemical Decomposition of the Nitrides, ibid., 1930, v. 17, 5; Schwarz, Johenson u. Junge, Graphitisation of Prequenched White Cast Iron, ibid., 1930, v. 17, 3; Metalltechnischer Kalender, hrsg. v. W. Guertler, B., 1931; Handbook of ASST, Cleveland, Ohio, 1929. Журналы: «Archiv für Eisenhüttenwesen», ab 1928, Düsseldorf; «Ztschr. f. Metallkunde», B.; «Revue de Métallurgie», P.; «Trans. of the Amer. Soc. for Steel Treating», Cleveland, Ohio. **Н. Грачев.**

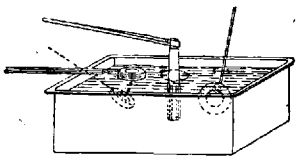
Т. о. инструмента. Т. о. является основной операцией в деле изготовления инструментов и служит для придания им основных и самых существенных свойств, а именно: твердости, высокого сопротивления износу, вязкости и прочности. Такие операции, как хромирование, наружный механич. или внутренний интрамолекулярный наклеп, производимый переменой магнитного поля, могут только отчасти заменить, чаще лишь дополнить, термич. обработку инструментов.

Основными операциями Т. о. инструментов являются отжиг, закалка, отпуск и старение. Применение той или другой операции или суммы операций, а также и характер этих операций зависят как от рода инструмента (его конструкции и условий работы), так и от применяемых для него сталей. По требованиям, предъявляемым к материалу, инструмент можно разбить на следующие классы: 1) мерительный, 2) режущий, работающий при больших скоростях резания, 3) режущий, работающий при малых скоростях резания, 4) режущий резьбовой, 5) ударный и деревообделочный и 6) хирургический.

1. Мерительный инструмент должен иметь в результате Т. о. высокое сопротивление износу и высокую твердость в соединении с обусловливаемой отсутствием внутренних напряжений устойчивостью формы в течение времени службы. Вязкость, необходимая режущим инструментам, не играет здесь существенного значения. Зато первые два требования—твердость и отсутствие внутренних напряжений—весьма затрудняют Т. о. Для изготовления мерительного инструмента применяют углеродистую или специальную сталь. Гладкие калибры и кольца изготовляются из углеродистой инструментальной стали с содержанием С 1—1,25% или из хромистой с 1—2% Cr или хромовольфрамомарганцевой стали. Последняя весьма удобна, так как требует сильно пониженной $t°$ нагрева при закалке, чем уменьшается возможность деформаций при Т. о. Основное преимущество с точки зрения Т. о. применения специальных сортов стали для мерительного инструмента заключается: 1) в закономерности деформаций, получающихся после закалки, что позволяет заранее предугадать и дать припуск в нужных сечениях, 2) в возможности вести закалку, сильно различающуюся в зависимости от размеров мерительного инструмента, в масле. Для уменьшения деформаций после закалки принимают ряд предупредительных мер путем уменьшения до возможного предела $t°$ закалки, ведения правильного процесса замочки и т. п. Нагрев калибров и колец для закалки можно вести в пламенных печах, свинцовых и солевых ваннах. Лучше всего вести нагрев калибров в солевых ваннах, т. к. нагрев в них равномернее, чем в свинцовых ваннах, и нет опасности образования мягких участков и местного обезуглероживания от влияния пламени, как в пламенных печах. Охлаждение калибров из углеродистой стали производят в подсоленной теплой воде (25—35°) в вертикальном положении, осторожно двигая их вверх и вниз (фиг. 5 и 6). Во избежание трещин при закалке крупные калибры ⌀ свыше 50 *мм* не рекомендуется делать из углеродистой стали. Их лучше делать из мягкой стали или из специальной стали, закаливающейся в масле. Калибры из мягкой стали цементируют и потом закаливают нормальным способом. Гладкие кольца предпочтительнее нагревать на поду пламенной печи или еще лучше в железной коробке с углем из пережженных обрезков кожи. В этом случае пережженная кожа предохраняет кольца от обезуглероживания поверхности. Приемка закаленных калибров и колец производится прибором Роквелла. Требуемая твердость 60—62 по шкале С. При закалке колец часто получается расширение или сжатие дыры. Чтобы не полагаться на случай, часто вместо углеродистой стали применяют специальную, к-рая при закалке ведет себя более закономерно.



Фиг. 5.



Фиг. 6.

Отпуска мерительного инструмента не делают, заменяя его искусственным старением. Благодаря этому твердость изделия не понижается, а вместе с тем уничтожаются внутренние напряжения, могущие впоследствии вызвать деформацию и изменение размеров готового изделия. Старение производят путем продолжительного нагрева в течение 12—48 ч. и более при $t°$ 160÷100°.

Гораздо большего внимания требует Т. о. резьбового мерительного инструмента, в особенности если на заводе, изготовляющем этот инструмент, нет резьбошлифовальных станков и доводка производится вручную. Благодаря ручной доводке припуск под калку оставляется ничтожный или вовсе не оставляется. Кроме того здесь уже приходится считаться с изменением не только диам., но и шага резьбы, а также и профиля нарезки. Поэтому закалку резьбового мерительного инструмента производят только в масле и применяют преимущественно специальные стали. Кроме того обязательно производится предварительное «улучшение» структуры перед закалкой. Улучшение заключается в закалке изделия в масле с последующим отпуском при высокой $t°$ (ниже критической). Улучшение производится до окончательной доводки под калку. Нагрев для закалки лучше всего производить в пламенной печи, в ящике с кожаным углем. Темп-ра нагрева в зависимости от сорта стали д. б. всегда немного выше критической (на 40—60°).

Вольтмана, 6) трубка Прандтля (взята как наиболее удобная для технич. измерений и могущая быть изготовленной для различных целей промышленности), 7) микроманометр, 8) дифференциальный манометр, 9) анемометр, 10) поплавковые приборы для измерения при малых колебаниях расхода пара. Для измерения $t°$: 1) термометры, 2) пирометры ртутно-стальные, термоэлектрические, термометры сопротивления, оптические и радиационные пирометры. Для исследования работы машин: индикаторы, тахометры, тахографы, счетчики оборотов. Газоанализаторы: ручные, автоматические, работающие на химических и физических принципах, автоматические электрические.

Лит.: Велихов П., Механич. свойства строительных материалов, вып. 3, Цементные растворы, М., 1904; Дементьев К., Технология строительных материалов, Киев, 1912; Эвальд В., Строительные материалы, Л., 1928; Федорович О., Каменные работы, М., 1923; Сборник технич. условий НКПС, Москва, 1926; Хвольсон О., Курс физики, том 1, Берлин, 1923; Кольрауш Ф., Руководство к практич. занятиям по физике, пер. с нем., Одесса, 1924; Яицкий А., Курс практич. работ, ч. 1, Киев, 1912; Грамберг А., Технич. измерения при испытании машин и контроле их в производстве, ч. 1, вып. 7, М., 1926—27; Мондье А., Технич. физика, М., 1930; Доброхотов А., Весы, 2 изд., М.—Л., 1926; Гузевич Д., Как измерять изделия при обраб. на станках, М., 1925; Hütte, Справочная книга для инженеров, т. 1, М.—Л., 1931; Справочник металлиста, т. 1, М., 1931; Другач П., Общезавод. лаборатория, т. 1, М., 1931; Адамович Н., Введение в метрологию и измерение длины, М.—Л., 1927; Кац А., Спутник слесаря, М., 1931; Богуславская Л., Работы весовой лабор., М., 1927; Прейпич И., Измерение времени Л. 1927; Мюллер В., Новые виды поверок, Л., 1927; Маликов М., Гл. Палата за 10 лет, Л., 1927; Комиссаров Р., Великанов Б., Катетометр Хилла, 2 изд., М.—Л., 1927; Тиходеев П., Фотометрич. лаб., Л., 1927; Гармсения Ясенов, Что должен знать раб. металлист по измерениям, М., 1930; Файнглуз П., Технич. нормир., М., 1927; Комиссаров Р., Состояние ситового дела, Л., 1928; Залуцкий Л., Речь в Ленин. сов. Л., 1928; его же, Эталоны световые, Л., 1927; Правила определения температуры, Л., 1925; Бриткин А., Выверка валов трансмис., «Сист. и организация», М., 1925 *4*; Сухарев И., Контроль маш. установок, там же, 1925 *4*; Лахтин А., Конструкц. и измер. приб. в СССР, «Журн. точн. индустр.», М., 1931, *5—6*; Дружинин С., Испытание машин, «Труды конф. работ. повер. дела», Л., 1931, *4—6*; Сидоров И., Лукин Л., Работы по манометру, там же, Л., 1931; Власов А., Рационал. измерения, там же, Л., 1931; его же, Рацион. измерения, «Стандарт», М., 1931, *6*; Власова Е., О стандарт. аналит., там же, 1931, *7*; Зубрилин П., Лаборат. калибров ВИМС'а, «Поверочное дело», Л., 1927, *2/13*; Несговоров Д., Станд. бум. промышл., там же, Л., 1931, *4—6*; Остроумов Д., Калиберн. хоз. завод лаб., там же, 1931; Важин А., Измерит. инструменты и приборы, там же, 1924; Семенов А., Образцовый метровый компаратор, там же, 1927, *8*; Правила для испытания таксомоторов, там же, Л., 1916, *1*; Америк. Бюро Станд., там же, Л., 1927, *12*; Правила световых измерений, там же, Л., 1925, *4*; Правила о погрешностях, там же, Ленинград, 1927, *8*; Wawrziniok O., Handb. d. Materialpr fungswesens f. Maschinen- u. Bauingenieure, 2 Auflage, Berlin, 1923; Bach C. u. Baumann R., Elastizit t u. Festigkeit, 9 Auflage, Be lin, 924; Graf O., Der Au bau d. Mortels u. d. Betons, Berlin, 1927; Hütte, Taschenbuch d. Sto.fkunde, Be lin, 926.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ИНСТИТУТЫ. Технич. испытания по своему характеру м. б. разделены на две большие группы, между к-рыми несмотря на ряд общих моментов существует известное различие как по целям и задачам, так и по методам проведения: 1) на производственно-технич. испытания и 2) на научные исследования. Само собою разумеется, что обе эти группы технич. испытаний по своей целеустремленности в конечном итоге составляют одно единое целое, задачей к-рого являются рационализация и улучшение производства. Технич. испытания нередко имеют более узкую задачу контрольного порядка—установление соответствия готовой продукции, сырья или полуфабриката, а также и орудий производства, требуемым качественным нормам. В зависимости от задач, стоящих перед технич. испытаниями, видоизменяется метод проведения их. Методы и организация технич. испытаний находятся в полной зависимости от уровня производительных сил и социально-экономич. уклада общества. На заре промышленного капитализма технич. испытания по сути дела—явления чисто случайные, организационно не оформленные и в большинстве случаев проводятся лишь по инициативе отдельных предпринимателей или ученых, причем нельзя не отметить, что в эпоху раннего промышленного капитализма вследствие отсутствия достаточно тесной связи между научной деятельностью и пром-стью технич. испытания или проводятся без научного руководства (когда их применяет индивидуальный предприниматель с целью контроля своей производственной деятельности) или же без учета конкретных потребностей производства (когда они являются объектами научных изысканий отдельных ученых). Последние виды научных исследований являются преобладающими до возникновения крупной машинной индустрии и, хотя они и не были органически связаны с производственным процессом, все же в конечном итоге оказали значительное влияние на развитие производительных сил. Дальнейшее развитие капиталистич. производства выдвигает ряд требований к рационализации производства, особенно в связи с обострением конкурентной борьбы между отдельными капиталистич. предпринимателями, с одной стороны, и тем более благодаря развитию международных торговых и производственных связей, когда к внутренней конкуренции отдельных капиталистов присоединяется второй мощный экономич. фактор: конкуренция на международном рынке. Бешеная борьба за овладение рынком, сопровождающая развитие капиталистич. производственных отношений, периодич. кризисы настоятельно требуют от каждого капиталистич. производителя постоянного улучшения производства, т. к. в противном случае он будет уничтожен своими конкурентами. «Кроме того развитие капиталистического производства создает необходимость постоянного возрастания капитала, вложенного в данное промышленное предприятие, а конкуренция навязывает каждому индивидуальному капиталисту имманентные законы капиталистического способа производства, как внешние принудительные законы. Она не позволяет ему сохранить свой капитал, если он постоянно не увеличивает его, но увеличивать его он может лишь посредством прогрессирующего накопления» (Маркс, Капитал, т. I, стр. 467).

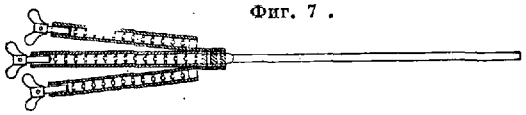
Концентрация, а особенно централизация капитала имеют своим последствием возникновение крупного капиталистич. предприятия, пользующегося развитой машинной индустрией, и это создает необходимую базу для технич. испытаний, с одной стороны, а, с другой,—требует все более активного участия и воздействия науки на организацию процессов производства. «Рост размеров промышленных предприятий повсюду служит исходным пунктом для более широкой организации совместного труда многих, для более широкого развития его материальных движущих сил, т. е. для прогрессивного превращения разрозненных и рутинных процессов производства в общественно-комбинированные и научно направляемые процессы производства» (Капитал, т. I, стр. 499).

Крупные кованые скобы калибров изготовляются из железа и после холодной обработки цементируются и закаливаются.

При выборе стали и способа термообработки плоских лекал, вырезов и шаблонов приходится принимать во внимание, производится ли после Т. о. клепка; в этом случае приходится брать более вязкую сталь с содержанием С 0,4—0,7% или же брать мягкую сталь, а твердости достигать путем цементации. Для тонких лекал из доэвтектоидной стали цементация производится одновременно с нагревом для закалки путем ведения нагрева в угле из жженой кожи с несколько повышенной вначале $t°$ и с удлинением всего процесса нагрева. Закалку лекал производят в масле. Более толстые лекала лучше изготовлять из мягкой стали с отдельной цементацией и последующей закалкой.

В микрометрах и штанген-циркулях закаливаются только нек-рые детали, так например у штанген-циркуля закаливаются только

Фиг. 7.

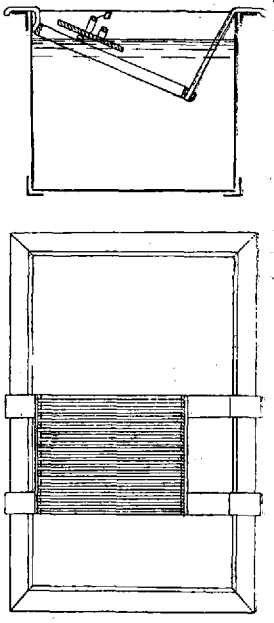


лапки. Они изготовляются из инструментальной углеродистой стали с содержанием С 1÷1,25%. Штанген-циркуль поступает в термич. мастерскую уже в собранном виде. Нагрев для закалки производится в свинцовой ванне, т. к. только в ней можно получить столь быстрый нагрев, что успеет нагреться только сама лапка, а дальше нагрев не пойдет. Темп-ра нагрева 760—780°. Закалка производится в масле. Пятки микрометров изготовляются из инструментальной стали с 1÷1,25% С. Нагреть и закалить нужно лишь самую рабочую плоскость пятки на глубину 1—2 *мм*, и поэтому нагрев ведется также в свинцовой ванне. При массовом производстве употребляется приспособление (фиг. 7), в к-ром пятки зажимаются, нагреваются и закаливаются по 10—30 штук одновременно.

2. Режущий инструмент для больших скоростей резания (быстрорежущий) должен обладать большой износоупорностью, некоторой вязкостью и хорошими режущими свойствами при больших скоростях резания, когда рабочая часть инструмента сильно разогревается. Это последнее требование обусловливает применение быстрорежущей стали, содержащей 18÷20% W, 4÷5% Cr, 0,65÷0,75% C и 0,3÷0,8% V. Для достаточной износоупорности твердость д. б. после Т. о. 60—62 по Роквеллу. Т. о. производится путем закалки и отпуска. Закалка производится при 1 200—1 320°; чем ниже $t°$ закалки, тем меньшую стойкость имеет резец. Однако чем выше $t°$ закалки, тем возможнее оплавление зубьев инструмента. Поэтому разный инструмент закаливают от разной закалочной темп-ры. Простые *резцы, для к-рых вовсе неважно оплавление*, калят при 1 300—1 320°; сверла, которые не имеют особо острых кромок,—при 1 250—1 280°; прочий режущий инструмент—при 1 200—1 250°. Нагрев для закалки производится в пламенных печах, солевых, электрических ваннах и в газовых муфелях. Последние начинают получать преобладающее значение, т. к. не имеют недостатков пламенных и солевых печей, а именно: пламенные печи дают

а солевые ванны обезуглероживают поверхность инструмента, что делает ее мягкой. Поэтому в новых установках ставятся печи с газовыми муфелями, а в случае необходимости применения солевых ванн стараются противодействовать обезуглероживанию, пользуясь циановыми ваннами, в которые инструмент погружается непосредственно перед закалкой. При этом углерод и азот проникают в металл и слегка науглероживают его, возвращая т. о. потерянный при нагреве в соли углерод. Отпуск быстрорежущего инструмента производится при 550—600° обычно в свинцовых ваннах. Такой отпуск придает быстрорежущему инструменту красностойкость, нисколько не понижая, а, наоборот, даже повышая его твердость. Теплопроводность быстрорежущей стали в 7 раз меньше теплопроводности углеродистой стали. Это обстоятельство вынуждает во избежание трещин вести нагрев быстрорежущего инструмента при закалке весьма медленно и постепенно, путем введения перед окончательным нагревом одного или нескольких подогревов. То же обстоятельство не позволяет закаливать быстрорежущий инструмент в воде во избежание немедленных разрывов. Закалка всегда производится в масле или воздухом, и твердость получается вполне достаточной. Еще более опасно быстрое охлаждение при отпуске. Здесь и охлаждение в масле (от $t°$ 550—600°) уже слишком резко для отпущенного быстрорежущего инструмента. Лучше охлаждать на воздухе в месте, защищенном от воздушных течений.

3. Режущий инструмент для малых скоростей резания (сверла, развертки, фасонные резцы, дисковые фрезы) предназначается для работы при сравнительно невысоких $t°$ резания, а потому для него достаточна заэвтектоидная инструментальная углеродистая сталь или низколегированная специальная. Достаточная износоупорность достигается правильной Т. о. Твердость д. б. 60—62 по Роквеллу, шкала С.



Фиг. 8.

Сверла небыстрорежущие изготовляются в настоящее время только ⌀ до 6 *мм*. Для таких сверл идет или углеродистая сталь с содержанием 1÷1,2% С или низколегированная специальная с содержанием 1÷1,5% W или 1÷1,5% Cr. Темп-ра закалки такой стали 760—780°, а *для легированной* 800°. Нагрев мелких сверл ⌀ до 2,5 *мм* лучше всего производить пачками в наклоняющейся, лабораторного типа, муфельной электрич. печи и закаливать в глицерине. Сверла ⌀ 2,5÷6 *мм* удобнее нагревать в свинцовой ванне и закаливать в масле. При нагреве в солевой печи и закалке в масле пристающие кусочки соли мешают закалке. При закалке же в воде сильно увеличивает-

Т. о. процесс централизации капитала создает материальные условия для применения научных способов организации производства, с другой стороны, расширение сферы деятельности капиталистич. производства предъявляет ряд требований к применению научно-обоснованных методов организации и ведения предприятия. Технич. испытания и научные исследования перестают быть делом отдельных индивидуумов, они все более приобретают массовый характер, подчиняются интересам пром-сти и в конечном итоге и организационно оформляются. Главными организационными формами технич. испытаний и научных (технических) исследований являются лаборатории.

Развитие лабораторий, тесно связанное по сути дела с развитием капиталистич. способа производства, организационно не всегда (особенно на первом этапе) вскрывает эту неоспоримую связь между производством и научной деятельностью, а, наоборот, завуалируя ее, буржуазия создает ложную видимость независимости науки (в том числе и лабораторной работы) от экономики и уровня производительных сил. Проповедуя идею «чистой науки», она не только использует достижения науки, но направляет, определяет пути развития и втискивает ее в рамки капиталистических интересов, всецело подчиняя себе как самые организации, так и работников лабораторий и научных учреждений.

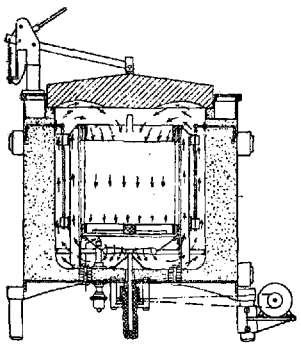
Однако это не исключало и не исключает того, что капиталистич. способ производства как прогрессивный способ производства на известной ступени своего развития был основной движущей силой роста технич. испытаний и научных исследований. Наоборот, как выше уже отмечено, капитализм при возникновении крупных технически вооруженных предприятий создал необходимые условия для организационного оформления и укрепления технич. испытаний, он впервые установил тесную связь между научной деятельностью и производством.

Особенно важным фактором единой (уже и организационно) целеустремленности технич. испытаний и производства было создание при крупных промышленных предприятиях т. н. заводских лабораторий. Основной задачей этих лабораторий является обслуживание данного предприятия. Конкурентная борьба определяет и размеры применения результатов работы этих заводских лабораторий, поскольку не только окончательные результаты, но даже круг вопросов, их целеустремленность являются сугубо секретными и используются лишь для целей данного предприятия, обеспечивая т. о. для его владельцев получение сверхприбыли. Лаборатория общего характера при высших учебных заведениях и специальные обычно государственные научно-исследовательские ин-ты соответственно занимаются проблемами более общего порядка и целеустремленность их работы не всегда выражает с достаточной очевидностью их производственный характер, хотя в конечном итоге результаты их работы д. б. реализованы в пром-сти. Деятельность этих лабораторий и научных учреждений отличается от работы заводских лабораторий как по своему методу, так и го научной углубленности; все же их работа всецело находится в зависимости и подчинении капиталистич. экономике.

Особое положение создается для технич. испытаний и научных исследований в эпоху империализма и монополистич. капитализма. Одной из отличительных черт монополистич. капитала является концентрация производства, которая приобретает огромные размеры, сосредоточивая громадные материальные богатства в руках горсточки крупных магнатов капитала. В эпоху империализма немыслимо капиталистич. предприятие с устарелой техникой, без достаточной внутрипроизводственной организации, и это обстоятельство создает предпосылки для развития технич. испытаний и научных исследований. «Получается гигантский процесс обобществления производства. В частности обобществляется и процесс технических изобретений и усовершенствований» (Ленин, т. XIX, стр. 89). Размах развития производительных сил, переход к массовому производству предметов потребления и средств производства должны по-видимому содействовать и развитию техники и научной организованности производства. Но противоречивость, свойственная монополистич. капитализму, его загнивающий характер являются тем фактором, к-рый в свою очередь тормозит развитие науки и техники этой эпохи. «Поскольку устанавливаются, хотя бы на время, монопольные цены, постольку исчезают до известной степени побудительные причины к техническому, а следовательно и ко всякому другому прогрессу, движению вперед; постольку является далее экономическая возможность искусственно задерживать технический прогресс» (Ленин, т. XIX, стр. 151). Было бы конечно ошибочно думать, что т. о. в эпоху империализма мы не наблюдаем вовсе никакого технич. прогресса. Отмечая загнивающий характер монополистич. капитала, Ленин особо подчеркивает, что монополия не может устранить на более длительный срок конкуренцию, а, наоборот, конкуренция в эпоху империализма модифицируется и выступает уже не как конкуренция между индивидуальными капиталистами, а как бешеная борьба за рынки крупных капиталистич. объединений и империалистич. государств буржуазии. Это в конечном итоге и является определяющим и для путей развития научно-исследовательской мысли эпохи империализма. В соответствии с этим мы наблюдаем в развитии технич. исследований значительные периоды застоя, с одной стороны, а также и периоды подъема. В периоды застоя исследовательская работа в отдельных отраслях пром-сти продолжалась—хотя и в урезанном виде, — обеспечивая т. о. непрерывность технического прогресса. Особое место занимают технич. испытания и научные исследования в области военной техники, которые благодаря непрекращающимся вооружениям испытывают периоды застоя в меньшей степени, чем другие отрасли, вернее вовсе не испытывают. Всеобщий кризис капитализма и гл. обр. последний мировой экономич. кризис обусловливали небывалую регрессию в области технич. исследований и научно-исследовательской деятельности во всех капиталистич. странах. Резкое сокращение производства вызвало снижение ассигнований как государством, так и отдельными капиталистич. объединениями на научную работу, и целый ряд крупнейших научно-исследовательских учреждений прекратил свою деятельность полностью, а те, к-рые в настоящее время еще работают,—лишь с незначительной нагрузкой. Это положение вполне соответствует подхваченной за последнее время тенденции буржуазии к возврату к старым формам и организации производства. Это обстоятельство еще

закалки и отпуска правке их. Отпуск производится при 240—260°. Правка производится на центрах токарного станка. Поверка индикатором. Одним из привившихся способов борьбы с поводкой сверл при закалке является способ прокатки закаливаемых сверл утюгом *а* во время самого процесса охлаждения сверла (фиг. 8). При прочих способах закалки приходится строго соблюдать вертикальное положение сверла при закалке (фиг. 5).

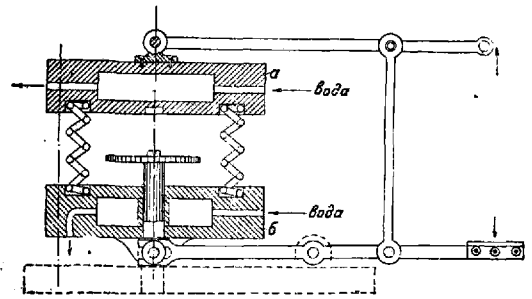
Р а з в е р т к и изготовляются из углеродистой инструментальной стали с содержанием 1÷1,2% С. Из специальной стали делать развертки не рекомендуется, так как она мягче углеродистой стали при низких *t°* и закаливается насквозь, что затрудняет правку. При закалке разверток стремятся закалить одни зубья, а тело развертки оставить незакаленным. Это достигается путем нагрева в свинцовых ваннах и закалки разверток в масле или ограниченной выдержкой в воде при закалке с переносом через воду в масло.



Фиг. 9.

Дисковые р е з ц ы лучше всего изготовлять из специальной стали с закалкой через воду в масло. Тв. д. б. 62—64 по Роквеллу. Поэтому отпуск производится при пониженной *t°* 160—165° с выдержкой в течение 20—30 мин. Печи для такого отпуска лучше всего типа Homo с возвратно-поступательным движением теплого воздуха от вентилятора (фиг. 9).

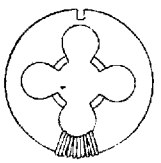
Дисковые ф р е з ы изготовляются из заэвтектоидной инструментальной углеродистой стали или из быстрорежущей. При закалке даже в строго вертикальном положении (фиг. 5) все же получается поводка этих фрез, поэтому их закаливают между двумя охлаждаемыми водой плитами *а* и *б* в специальном рычажном



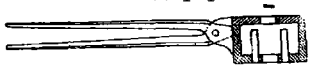
Фиг. 10.

прессе (фиг. 10). Лучше всего тонкие фрезы делать из быстрорежущей стали и закаливать с помощью пресса Глиссона.

4. Р е з ь б о в о й р е ж у щ и й и н с т р у м е н т. Эта группа инструментов кроме износоупорности и режущих свойств требует еще и тщательного соблюдения точности основных размеров и шага резьбы при закалке, что уже приближает этот класс к мерительным инструментам. К этому классу относятся такие инструменты, как метчики, резьбовые плашки плоские и круглые, гребенки и плашки Лендиса. Во избежание сквозной прокалки м е т ч и к и изготовляются только из заэвтектоидной инструментальной углеродистой стали, в редких случаях из быстрорежущей; последнее нецелесообразно в виду малой скорости работы резьбового инструмента. Для получения наименьшей глубины прокалки нагрев метчиков производится в свинцовых ваннах при темп-ре, близкой к критической (около 760°). Закалка комбинированная с переносом через воду в масло. Для лучшего предохранения от деформаций и во избежание мягких мест на верхних витках резьбы закалку метчика лучше производить с хвоста. Отпуск производится при 180—230°. Р е з ь б о в ы е п л а ш к и круглые (лерки) и плоские изготовляются из заэвтектоидной инструментальной углеродистой стали, закаливающейся в масле. Лерки закаливаются комбинированным способом через воду в масле, плоские плашки закаливают прямо в м а с л е. При закалке этого инструмента приходится применять ряд предосторожностей во избежание образования трещин, путем обмазки глиной или предохранения асбестом опасных мест (фиг. 11) или применения специальных приспособлений (фиг. 12); *t°* отпуска 200—240°. Еще опаснее закалка п л а ш е к Л е н д и с а, особенно в смысле деформации ша-



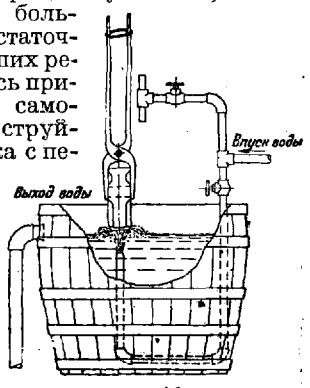
Фиг. 11.



Фиг. 12.

га резьбы. Поэтому чаще всего их изготовляют из быстрорежущей стали с закалкой в масле.

5. У д а р н ы й и д е р е в о о б д е л о ч н ы й и н с т р у м е н т (зубила, дыропробиватели, холодные и горячие штампы, матрицы и пуансоны, штемпеля, обжимки, всевозможный монтажный инструмент, различные ключи, газовые клещи, плоскогубцы, острогубцы и т. п.) должен обладать наибольшей вязкостью в виду условий его работы. Поэтому инструмент этот изготовляется не из заэвтектоидной, а из доэвтектоидной инструментальной стали. Специальная сталь применяется здесь крайне редко (для штампов, матриц и пуансонов). В тех же целях придания большей вязкости при достаточной твердости и хороших режущих свойствах здесь применяется закалка с самоотпуском на воздухе, струйная закалка и закалка с переносом через воду в масло. Отпуск производится при повышенной температуре в 250—330°. Способ закалки с самоотпуском на воздухе применяется при мелком штучном производстве и состоит в следующем. Изделие, нагретое до закалочной *t°*, замачивается на несколько секунд в охлаждающую жидкость, затем вынимается на воздух и зачищается с поверхности. Сейчас же начинают появляться на зачищенной поверхности цвета побежалости. Когда изделие дойдет до требуемого цвета побежалости, его опять опускают в закалочную жидкость до окончательного охлаждения.



Фиг. 13.

резче подчеркнуло полную зависимость научно-исследовательской мысли от капиталистических общественных отношений.

Технические испытания и научно-исследовательская работа в СССР. Научно-технич. деятельность в царской России еще в большей степени отстала от передовых капиталистич. стран, чем сама промышленность. Это было, с одной стороны, логич. последствием политики иностранных капиталистов, для к-рых Россия по сути дела была лишь выгодной колонией, с другой стороны, буржуазно-феодальная система царского правительства мало интересовалась развитием техники у себя, полагаясь почти полностью на иностранную технич. помощь, поскольку это было ей выгодно. Этим объясняется, что после Октябрьской революции мы не имели достаточной научной базы, и даже та база, к-рая существовала (Академия наук, институты и лаборатории при высших учебных заведениях и др.), в основном находилась в руках старой буржуазной интеллигенции, в своем большинстве несомненно состоявшей из враждебных в этот период пролетарской революции элементов. Гражданская война вдобавок к этому разрушила или парализовала и те немногочисленные научные учреждения, к-рые существовали в России до революции. С окончанием гражданской войны и переходом к новой экономич. политике создаются первые предпосылки развертывания научных исследований, и как первое проявление научной деятельности в области хозяйственного строительства пролетариата надо отметить составление плана ГОЭЛРО и организацию научно-технич. отдела при Высшем совете народного х-ва. Здесь впервые мы наблюдаем с момента Октябрьской революции участие науки в разрешении основных задач по восстановлению народного х-ва страны. Развитие научно-технич. исследовательской деятельности приобретает у нас огромный размах в эпоху реконструктивного периода, когда задачи построения социалистич. экономики выдвигают ряд крупнейших проблем перед нашими научными учреждениями. Разрешение этих задач было тесно связано с перестройкой всей системы технич. испытаний и требовало в первую очередь решить огромную воспитательную задачу среди основных научно-технич. кадров и создать свою техническую интеллигенцию из преданных делу революции людей.

Успехи первого пятилетнего плана народного х-ва создали необходимую базу и для широкого развертывания научно-технич. исследований, а также благодаря этим успехам произошел тот необходимый перелом в психологии научно-технич. интеллигенции, без которого немыслимо было бы так широко поставить достижения науки на службу социалистич. строительства.

Социалистич. х-во предъявляет к научно-технич. исследованиям ряд требований, принципиально отличных от старой практики, и само собою понятно, что и по организационным формам социалистич. научные учреждения должны были претерпевать ряд изменений. Приближение научно-технич. исследований к нуждам пром-сти, конкретное участие науки в управлении промышленностью возможно было лишь путем создания целого ряда новых научно-исследовательских ин-тов, что и было осуществлено в годы первой пятилетки. За один 1931 год число научно-технич. исследовательских ин-тов и их филиалов возросло с 141 до 205 единиц, а за всю первую пятилетку было создано новых 400 научных учреждений.

Одновременно с численным ростом научно-исследовательских учреждений за этот же период наметилось коренное организационное изменение характера наших научно-технич. институтов. Создание ряда крупных отраслевых научно-исследовательских ин-тов обусловливало возможность разделения труда, конкретизации научно-исследовательской работы и тем самым значительное повышение эффективности ее.

Первые годы первой пятилетки создали условия для того, чтобы XVII Всесоюзная конференция ВКП(б) в феврале 1933 г. могла констатировать «1931 год был также решающим годом в деле поворота всей сети научно-исследовательских учреждений (от Академии наук СССР до отраслевых институтов) в сторону обслуживания нужд социалистического строительства и тесной увязки ее с пром-стью... При этом следует отметить наличие ряда крупнейших научно-технических достижений, реализованных в процессе технической реконструкции (ферро-сплавы, специальные стали, легкие металлы, авиация, пластические массы, новые стройматериалы, комбинированные сельскохозяйственные машины, новые виды сырья и ряд усовершенствований в технических процессах)» (Резолюция XVII Партконференции).

Методы технич. испытаний и научно-технич. исследований в Союзе ССР значительно отличаются от капиталистич. методов их проведения. Эти отличия в основном можно охарактеризовать в следующем: 1) методологич. единство руководства научными исследованиями путем укрепления диалектич. материализма во всех отраслях науки; 2) плановость проведения научно-исследовательских работ и установление теснейшей связи между отдельными научными учреждениями; 3) организационная связь между научно-исследовательскими учреждениями и пром-стью; 4) отсутствие цеховой ограниченности и замкнутости в работе наших научных изысканий; 5) сочетание развития индивидуальной инициативы с коллективным методом работы. Особо знаменательным явлением нашей социалистич. научно-технич. деятельности является участие широких трудящихся масс в проведении тех или других технич. усовершенствований или открытий, что в значительной степени ускоряет и облегчает реализацию научных достижений. Осуществление задачи догнать и перегнать в технич. отношении передовые капиталистич. страны можно было выполнить лишь путем развертывания технич. пропаганды среди трудящихся, являющейся одним из важнейших факторов технич. прогресса.

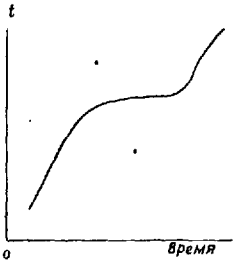
Одной из важнейших задач развертывания научно-исследовательской работы и технич. испытаний является освоение передовой техники капиталистич. стран. Изучение, критич. освоение и практич. внедрение достижений заграничных научно-технич. изысканий по сути дела являются необходимым условием дальнейшего роста советской социалистич. техники. Для осуществления этого требуется ряд организационных мероприятий, из к-рых необходимо особо выделить 1) связь с иностранными научно-технич. ин-тами, 2) организацию обработки и переводов иностранной литературы, 3) науч. командировки за границу, 4) использование иностранных специалистов и 5) участие в международных научных конференциях и съездах.

Так калят штампы для горячей штамповки с тем лишь изменением, что в закалочный бак вводят утопленную струю воды для успешной циркуляции ее и после выдержки на воздухе переносят штамп для окончательного охлаждения в масло или воду, нагретую до 50°. Из ряда струйных приспособлений можно упомянуть струйное приспособление для закалки ударных поверхностей молотков и прочего аналогичного инструмента (фиг. 13), струйное приспособление для закалки разводных ключей и т. п. Диапазон твердости для этого класса инструментов весьма широк—38÷58 по Роквеллу, шкала С. Деревообделочный инструмент имеет 55÷58; зубила, топоры, молотки, обжимы, штампы 53÷58 по Роквеллу. Горячие штампы, обрезы и пуансоны для снятия заусенцев после ковки и часть монтажного инструмента 38÷42 по Роквеллу и т. д.

Лит.: Пенкевич Б., Теория и практика цементации, «Вестн. Об-ва технологов», СПБ, 1913; Тихонов Т., К вопросу о цементации углеродистого железа, «Записки Екатеринбургского отд. Русского технологич. об-ва», Екатеринбург, 1913; Фещенко-Чоповский И., К вопросу о цементации железа, «ЖРМО», 1914—15; Штейнберг С., Влияние старения на свойства закаленной стали, «Вестн. металлопромышленности», М., 1931, *1*; Давиденков В. и Хабахпагиев А., Влияние термич. обработки на твердость и микроструктуру быстрорежущих сталей, там же, 1931, *2—3*; Штейнберг С., О влиянии форм цемента на закалку стали и на свойства закаленной стали, там же, 1931, *4*: Дени К., Исследование главных свойств инструментальных сталей, пер. с франц., М., 1926; Левитский С. и др., Производство режущего инструмента, ч. 1, М.—Л., 1931; Клинников И., Тепловая обработка железа и стали, М.—Л., 1930; Одинг И., Инструментальная сталь и ее закалка, М.—Л., 1930; его же, Закалка и цементация инструментов, 2 изд., Л., 1927; Поляков Р., Инструментальная сталь и ее закалка, М., 1910; Нетынса М., Основные правила закалки разных видов стали, преимущественно инструментальной, М., 1913; Каждан Г., *Тепловая обработка инструментов*, М.—Л., 1931; Кузнецов С., Новые методы электрич. нагрева, сварки и плавки металлов, М., 1931; Гузевич Д., Быстрорежущая сталь и ее применение, Л., 1927; Нессельштраус Г., Быстрорежущая сталь, Л., 1924; Гудцов Н. и Казеев С., К вопросу о природе быстрорежущей стали, Л., 1930; Рапатц Ф., Меськин В. и Строгов А., Высокосортная сталь, Л., 1930; Боргэм Т. и Гадфильд Р., Специальные стали, пер. с англ., Л., 1926; Беляев Н., Сталь—кристаллизация, термическая обработка и механич. свойства, Л., 1925; Крылов И., О специальных сортах стали, М., 1922; его же, Выбор стали по ее составу и свойствам, СПБ, 1901; Одинг И., Прочность металлов (Металловедение), М.—Л., 1932; Howe H., Лабораторная практика по металлургии, пер. с англ., М., 1908; Гореншгейн Н., Руководство по цементации железа, Одесса, 1928; Штейнберг С., Лекции по металловедению, М.—Л., 1931; Бондаренко И., Цементация железа и хромоникелевой стали, Харьков, 1925; Тэйлор Ф., Искусство резать металлы, пер. с англ., 2 изд., Берлин, 1922; Portevin a. Carvin, Investigation of Influence of the Rate of Coofing on Hardening of Carbon Steels, «The Journ. of the Iron a. Steel Institute», L., 1919, *1*; Benedicks C. u. Cristiansen V., Investigations on the Herbert Pendulum Hardness Tester, ibid., 1924, *2*; Honda K. u. Tokahasi K., On the Indentation Hardness of Metals, ibid., 1924, *1*; Chatelier H., Études sur la trempe de l'acier, «Revue de métallurgie», P., 1904; Benedicks C., Recherches expérimentales sur le pouvoir réfrigérant des liquides sur les vitesses de trempe et sur les costituants troostite et austenite, ibid., 1909, *2*, *7*; Rapatz F. u. Pollack H., Ueber das Härten von Stahl, «St. u. E.», 1924, H. 51; Brearley H.—Schäfer R., Die Einsatzhärtung von Eisen u. Stahl, B., 1926; Mars G., Die Spezialstähle, 2 Aufl., Stg., 1922; Guillet L., Les aciers spéciaux, P., 1904—1905; Escard J., Les métaux spéciaux, P., 1909; Grenet L., Trempe, recuit, cimentation et conditions d'emploi des aciers, P., 1911; Brearley H.—Schäfer R., Die Werkzeugstähle u. ihre Wärmebehandlung, 3 Aufl., B., 1922; Bullens T., Steel a. Its Heat Treatment, N. Y., 1916; Sauver A., The Metallography and Heat Treatment of Iron and Steel, N. Y., 1926; Oberhoffer P., Das technische Eisen, 2 Aufl., B., 1925; «Вестник металлопромышленности», М.; «Станки и инструмент», М.; «ЖРМО»; «Revue de métallurgie», P.; «Stahl und Eisen», Düsseldorf; «The Journal of the Iron and Steel Institute», L. **Д. Чистяков.**

ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, один из важнейших методов количественного изучения зависимости температур плавления равновесных систем от их состава. Он представляет один из наиболее разработанных в теоретическом отношении методов «Физико-химического анализа» и находит широкое применение в экспериментальной практике при исследованиях простых и сложных естественных и искусственных веществ, например металлич. сплавов, естественных и искусственных силикатов и др.

1. Система из одного компонента. Если кристаллы какого-либо вещества постепенно нагревать и довести до полного расплавления, а затем это явление изобразить на диаграмме «температура—время», то получится не плавная кривая, рисующая переход кристаллов из твердого состояния в жидкое—расплавленное, а с соответствующей остановкой



Фиг. 1.



Фиг. 2.

в повышении $t°$ (фиг. 1). Обратно, при охлаждении отвердевание расплавленного кристаллического вещества не всегда идет по той же кривой из-за явлений переохлаждения, когда ниже $t°_{пл.}$ оно остается еще жидким, что и наблюдается среди нек-рых силикатов и других веществ. В результате такое расплавленное кристаллическое вещество резко изменяет свои свойства (в величине вязкости или внутреннего трения) и, оставаясь при понижении $t°$ хотя и жидким, но малоподвижным, наконец застывает не в кристаллическом, а в т. н. стекловидном состоянии. И вещество, прошедшее через это состояние, при новом нагревании уже не даст кривой с остановками, соответствующими переходу из твердого состояния в жидкое, а будет изменяться по плавной кривой, т. к. станет постепенно размягчаться, уменьшая внутреннее трение, пока не превратится в жидкую массу, т. е. в состояние со значительно уменьшенным внутренним трением (фиг. 2). При охлаждении такого расплавленного вещества оно или вернется в свое вновь полученное стеклообразное состояние или же получит кристаллизацию. При охлаждении остальных расплавленных кристаллич. веществ (металлы, их сплавы, нек-рые силикаты и другие вещества) происходит возвращение их в кристаллич. состояние. При этом самая способность к кристаллизации будет обусловлена образованием определенного числа кристаллич. ядер в единице объема в течение единицы времени, а также и скоростью кристаллизации. Оба эти фактора растут по мере увеличения охлаждения и, достигнув максимума, падают до нуля. Вещества при одном и том же химич. составе могут иметь в твердом состоянии различные модификации, различающиеся физич. свойствами и реакционной способностью, т. е. будут полиморфными (см. *Полиморфизм*). Когда одна модификация после нагревания пре-

Несмотря на огромное значение изучения иностранной техники необходимо еще раз подчеркнуть, что оно даст максимальный эффект лишь в том случае, если достижения иностранной техники применяются путем максимальн. приспособления их к социалистич. экономике.

Последний период социалистич. строительства дал ряд блестящих результатов такого критич. освоения иностранной техники и одновременно показал огромное преимущество социалистич. системы над капиталистическими в области технических испытаний и научных исследований.

Организационная связь между научно-техническими исследовательскими учреждениями и пром-стью осуществлялась и осуществляется различными путями. Для разрешения наиболее важных теоретич. проблем и для методологич. руководства всей сетью отраслевых институтов и заводских лабораторий у нас созданы головные ин-ты по основным научным дисциплинам—физике, физикохимии, оптике, аэродинамике и т. д. Задачей головных ин-тов является разработка крупнейших теоретич. проблем как выдвинутых пром-стью, так и поставленных самим ходом развития науки и техники. Работая в тесной связи с такими учреждениями, как Академия наук, Комакадемия и др., они вместе с ними разрешают и крупнейшие общетеоретич. проблемы. Одной из главных задач головных ин-тов является теоретич. разработка главнейших производственных процессов и создание т. о. прочной научной базы для отраслевых ин-тов и заводских лабораторий.

Социалистич. строительство идет по линии создания гигантских предприятий: фабрик, заводов, электроцентралей и т. д., построенных и организованных по последнему слову науки. Важнейшим цехом такого предприятия является заводская лаборатория, которая становится центром освоения новой техники, внедрения в производство достижений научно-исследовательских учреждений, рационализации процессов и улучшения качества продукции.

Отраслевые ин-ты являются центрами научно-исследовательской деятельности данной и смежных отраслей пром-сти. Работая кооперированно со всей сетью фабрично-заводских лабораторий данной отрасли пром-сти, отраслевые ин-ты становятся основными научными консультантами этой отрасли пром-сти, включаются непосредственно в работу предприятий и оказывают им необходимую технич. помощь.

Планирование научно-исследовательской работы и увязка этого планирования с планами народного х-ва являются крупнейшим достижением советской научно-технич. мысли. Началом действительного планирования научной работы мы должны считать Первую всесоюзную конференцию по планированию научно-исследовательской работы, состоявшуюся в 1931 г. в Москве и разработавшую основные методологич. и методич. принципы планирования научной работы. Планирование научно-исследовательской работы приобретает особенно большое значение в связи с тем, что конкретные задачи пром-сти по социалистич. строительству со всей остротой поставили проблему разделения труда и в области научно-технических исследований. Совокупность задач по координации работ отдельных отраслевых институтов и развитие планового хозяйства были основными факторами, вызвавшими необходимость планирования научно-технических исследований.

Плановость научно-исследовательской работы способствует огромному росту эффективности научно-исследовательского труда, его оживлению, теснейшей связи с заводами, совхозами и колхозами, связи с миллионами работающих пролетариев и колхозников, с живой практикой труда. При этих условиях, вопреки всем классовым врагам пролетариата, будет осуществляться тот великий союз науки и труда, о к-ром мечтали самые светлые и благородные умы человечества. Этот союз науки и труда поможет действительному овладению техникой со стороны масс, повысит технич. культуру страны, сократит муки родов коммунистич. общества и поможет осуществить в быстрейшие сроки лозунг партии и правительства: догнать и перегнать капиталистические страны.

Имеющиеся успехи по планированию научно-исследовательской работы показывают огромное преимущество социалистич. метода научной работы над капиталистич. методом, но вместе с тем необходимо отметить, что работа в этой области лишь начинает развертываться и перед научно-технич. исследовательскими ин-тами ставятся огромные задачи по преодолению трудностей плановой работы.

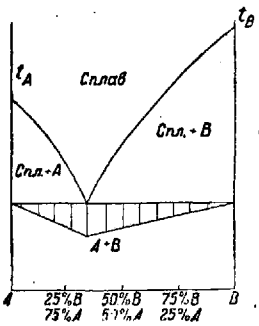
Обмен научным опытом в области технич. испытаний и изысканий является значительным фактором в нашей научной деятельности. Организация обмена опытом и руководством обеспечивается путем создания специальных научно-исследовательских секторов (НИС) при наркоматах, которые (НИС) должны координировать планы и результаты работы отдельных, входящих в состав наркомата, научных учреждений. Обмен опытом в наших советских условиях не может ограничиваться лишь академич. мероприятиями, как это практикуется в большинстве научных учреждений капиталистич. стран (обмен изданиями и др.), а требует практической увязки при составлении планов, сообщения результатов исследований и их совместного обсуждения. Эти функции осуществляются в основном научно-исследовательскими секторами и научно-технич. советами.

Реализация результатов научно-технических исследований и технических испытаний в пром-сти является наиболее сложной и важной задачей, разрешение к-рой зависит от совокупности целого ряда факторов. Основным обусловливающим быстрейшую и полную реализацию разработанных проблем фактором является включение в план работы научного учреждения актуальных проблем, причем актуальность должна определяться не только на основе требований пром-сти, но и по научной ценности данной проблемы. Все же при реализации результатов технич. испытаний несомненно ведущим моментом является утилитарное значение данной работы. Кроме этого основного фактора имеется и ряд других факторов, из к-рых наиболее важное значение имеют: 1) отношение хозяйственников к научной постановке производства и 2) подтверждение результатов лабораторных опытов в заводском масштабе.

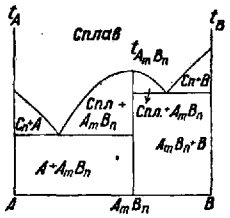
Со стороны некоторой части руководителей производством до недавнего прошлого мы наблюдали не только непонимание значения научных исследований, но и пренебрежительное отношение к достижениям науки, попытки работать «по старинке» так, как работала пром-сть несколько десятков лет назад. Такое отношение могло иметь место лишь потому, что работники

вращается в другую, существующую и при охлаждении, то такое явление называется монотропией. Когда же обе модификации существуют при одной $t°$, но при повышении $t°$ может существовать только одна, а при понижении—только другая, то подобным веществам дают название энантиотропных.

2. Системы из двух компонентов. Для изучения системы двух веществ наносят на плоскостную координатную систему «состав—свойство» по оси абсцисс химич. состав исследуемых веществ, а по оси ординат $t°_{пл.}$ их и $t°$ других превращений и получают в результате кривые, характеризующие зависимость этих $t°$ от состава системы, т. е. кривую плавкости двух веществ. Расплавленная и подвергнутая затем охлаждению система из двух веществ даст при охлаждении ряд соответствующих остановок в момент кристаллизации и других превращений. Темп-ры плавления, кристаллизации и превращений измеряют или непосредственно при помощи термоэлектрических пирометров (см. *Пирометрия*), соединенных с градуированными милливольтметрами, или же автоматически записывают на светочувствительной бумаге лучом света, отраженным зеркальцем очень чувствительного гальванометра типа д'Арсонваля. Гальванометр тогда соединяется с термопарой, один конец к-рой в фарфоровом или стеклянном футляре погружается в сплав, а другой конец помещается в среду с постоянной $t°$. Из термоэлектрич. пирометров наиболее известен пирометр Ле-Шателье, а из автоматически записывающих—саморегистрирующий пирометр академика Курнакова. Из систем двух веществ различают три главнейших типа.



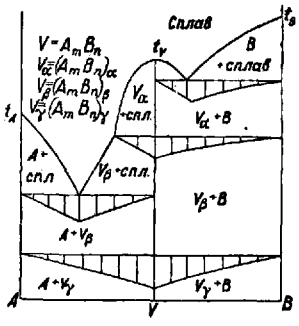
Фиг. 3.



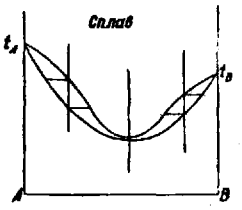
Фиг. 4.

а) Эвтектическая смесь двух веществ. Фиг. 3 изображает такую диаграмму «состав—свойство», когда одно вещество по мере прибавления к нему другого вещества образует смеси с все понижающейся $t°_{пл.}$, к-рая достигает наибольшего понижения в одной точке, соответствующей наиболее легкоплавкой смеси из определенной пропорции двух данных веществ и называемой эвтектической смесью или просто эвтектикой. При дальнейшем увеличении в смеси второго вещества $t°_{пл.}$ начинает повышаться. Прямая, проведенная через эвтектич. точку параллельно оси абсцисс, обозначает полное превращение жидкого сплава в механич. смесь кристаллов двух исходных твердых веществ. Если отложить на перпендикулярах к этой эвтектич. прямой отрезки, пропорциональные продолжительности остановок в момент затвердевания, отмечаемых пирометром, а затем концы этих отрезков соединить, то получится фигура, близкая к тр-ку, носящая название треугольника Таммана, играющего существенную роль при точном определении состава эвтектики.

б) Определенное химическое соединение двух веществ. На фиг. 4 и 5 представлены термич. диаграммы состояния двух веществ, образующих химическое соединение определенного состава, подчиняющееся закону

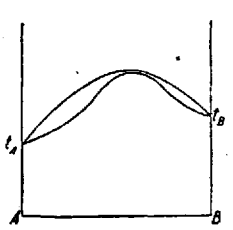


Фиг. 5.

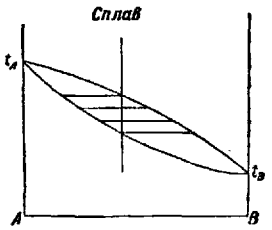


Фиг. 6.

кратных пропорций Дальтона. Это определенное химич. соединение отвечает максимуму на кривой плавкости. На тех же фигурах кривые плавкости имеют еще по две эвтектич. остановки, отвечающие смесям одного вещества с полученными химич. соединениями и другим веществом. Фиг. 5 отмечает кроме того полиморфные превращения в твердом состоянии. Для точного определения состава эвтектик и указанных превращений в твердом состоянии ниже эвтектических прямых и прямых превращений в твердом состоянии строятся тр-ки Таммана, что и показано на фиг. 5. в) Твердый раствор или смешанные кристаллы двух веществ. Твердые кристаллич. вещества, подобно жидкостям (см. *Спр. ТЭ*, т. VII, стр. 185—236), способны давать при застывании расплавленных веществ однородные смеси в различных пропорциях, т. н. твердые растворы (см. *Растворы твердые*) или смешанные кристаллы. На фиг. 6, 7, 8 изображены характерные термич. диаграммы состояния двух веществ, дающих непрерывный ряд смешанных кристаллов или твердых растворов обоих веществ, имеющих $t°$-ный минимум (фиг. 6), $t°$-ный максимум (фиг. 7) $t°_{пл.}$, лежащие между темп-рами плавления обоих веществ (фиг. 8). Все три изображенных случая твердых растворов имеют верхнюю кривую,



Фиг. 7.



Фиг. 8.

представляющую начало выделения из сплава твердых кристаллов, и нижнюю кривую, являющуюся границей перехода всего сплава в твердое кристаллич. состояние. Помимо указанных наиболее характерных трех случаев Т. а. устанавливает более сложные случаи образования твердых растворов двумя веществами (см. *Растворы твердые*).

3. Система трех веществ. Термич. диаграмма состояния трех веществ изображается не на плоскости, а в виде пространственной фигуры, в основании к-рой помещают равно-

лабораторий и научно-технич. исследовательских ин-тов, сами не будучи связаны в достаточной мере с производством, не могли убедить людей, не всегда достаточно культурных, в целесообразности проведения того или другого мероприятия научного характера. Общие принципы нашей политики и конкретные указания ЦК ВКП(б) по вопросам научно-исследовательской работы создали коренной перелом в этом отношении, и хотя консерватизм части хозяйственников у нас еще далеко не изжит полностью, все же в настоящее время активного сопротивления проведению результатов технич. исследований мы не встречаем, а крупнейшие предприятия Советского Союза, организовав у себя лаборатории, в своей работе широко используют достижения научно-технич. мысли. Значительно сложнее проблема производственной проверки лабораторных испытаний. Разрыв, существующий между условиями в лабораториях и на производстве, создает известную трудность в доказательстве целесообразности того или иного мероприятия, а проведение заводского испытания лабораторных результатов не всегда увенчивается успехом из-за чисто организационных причин. Поэтому при проведении заводских испытаний необходимо обеспечить не только научное руководство испытанием, но и организационные стороны этого дела, поскольку они могут иметь решающее значение в судьбе научных проблем.

Материальная база научно-технических исследований определяется уровнем техники той отрасли пром-сти, к-рая обслуживается данным научно-исследовательским учреждением. Материальная база состоит из самих лабораторий и оборудований этих лабораторий, а также из тех финансовых и сырьевых ресурсов, к-рыми располагает данное учреждение. Значение материальной базы в проведении технич. испытаний и научных исследований огромное. Технич. вооруженность и возможность использования приборов высокого качества и точности—основные условия успешной научной работы лаборатории. Немаловажное значение имеет для работы лаборатории помещение, в к-ром проводятся технич. испытания. Помещение в смысле света, атмосферных условий, подверженности внешнему влиянию и т. д. должно быть тщательно обследовано, в противном случае непригодность помещения может парализовать всю научную работу учреждения. Планово-финансовая дисциплина и ассигнование на конкретные исследования обеспечивают максимальную четкость в работе и точность выполнения намеченных сроков. Эти вопросы научной работы тесно связаны как с самой организацией всей деятельности научного учреждения, так и с наиболее важным условием успешного выполнения задач, стоящих перед нашими научными учреждениями,—с проблемами подготовления новых научных кадров.

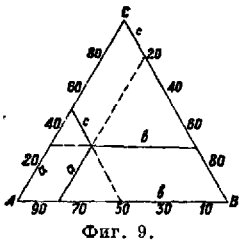
Исполнитель технического испытания, конкретное лицо (или коллектив работников), проводящее самостоятельно или под руководством то или иное задание, обычно является науч. работником—специалистом высокой квалификации; лишь проведение несложных технич. опытов поручается лаборантам—специалистам средней квалификации. Кадры научных работников имеют первостепенное значение для успешного выполнения технич. испытаний или научно-технич. исследований. Кроме владения знаниями, обычными для специалиста данной отрасли, научный работник должен иметь ряд специфич. способностей, из которых наибольшее значение принадлежит умению абстрактно-аналитически усвоить и конкретно применить проработанный материал. Общетеоретическая подготовка, знание конкретных условий промышленности в сочетании с индивидуальной инициативой и аналитическим мышлением являются необходимыми условиями для успешного выполнения научной работы, *к-рая независимо от утилитарного или иного* теоретич. характера в конечном итоге должна опереться на последние достижения научно-технической мысли и, одновременно двигая ее вперед, оказать необходимую техническую помощь производству.

Обеспечение кадрами научно-исследовательских учреждений и повышение квалификации в данное время приобретают огромное значение в связи с тем, что создание научно-исследовательской базы в целом ряде отраслей промышленности, где до этого никакого опыта научной работы не было, повышенное требование, предъявляемое социалистич. пром-стью к технич. испытаниям, и отсев нек-рой части старой технич. интеллигенции создали несомненный разрыв между потребностью и наличием кадров. По организации подготовки новых научных кадров мы имеем за последнее время значительные количественные достижения; достижения качественного порядка тоже несомненны, но все же основные достижения эти социального порядка, в смысле же квалификации подготовка среднего звена научных работников значительно отстает от тех требований, к-рые предъявляет социалистическое хозяйство к научным работникам.

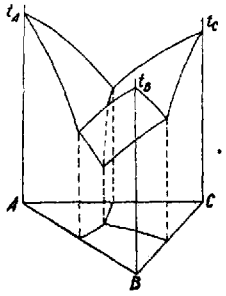
Способы обеспечения высокой квалификации научных работников чрезвычайно разнообразны и многогранны, но основными факторами являются: 1) улучшение постановки учебы в высших учебных заведениях как преддверие научной работы; 2) тщательный отбор научной аспирантуры и организация и подготовка ее на высоко научном уровне и 3) установление норм, необходимых для получения звания научного работника. Правительством Союза ССР для обеспечения высокой квалификации научных работников и специалистов были вынесены специальные постановления в 1932 г. о высшей школе и в 1934 г. об ученых степенях и званиях. Кроме этих общеизвестных постановлений другие мероприятия, напр. научные командировки, льготы, жилищные условия, дополнительные научные отпуска, декретированы правительством, что создает возможность в значительной степени улучшить качественный состав наших научных работников как в смысле их квалификации, так и по их социальному составу.

Осуществление указания т. Сталина о ликвидации обезлички и уравниловки имеет огромное значение и в проведении технич. испытаний и научно-технич. исследований. Только это может обеспечить успешное выполнение стоящих перед научной мыслью задач, охарактеризованных т. Молотовым на XVII Партконференции сл. обр.: «Мне остается лишь подчеркнуть задачи наших научных учреждений в связи с основными проблемами второй пятилетки. От Академии наук в Ленинграде и Коммунистической академии в Москве, от Научно-исследовательских институтов и втузов, а также от издательств и технических журналов мы вправе требовать для осуществления ставшей перед

сторонний тр-к. В вершинах такого тр-ка располагают исследуемые вещества, и в результате каждая из сторон этого тр-ка (фиг. 9) представит одну из систем двух веществ. Точки внутри тр-ка являются соединениями из трех веществ, причем состав веществ определяется длиной прямых a, b, c, проведенных из данной точки параллельно трем сторонам тр-ка. Сумма этих прямых равна длине стороны тр-ка, принимаемой за 100. Из точек тр-ка, представляющих данный состав веществ, восстанавливают перпендикуляры, на к-рых откладывают $t°_{пл.}$ их. Вершины этих перпендикуляров соединяют сплошной поверхностью, к-рая и представит поверхность плавкости, аналогичную участку земной поверхности с его горами и



Фиг. 9.



Фиг. 10.

долинами; при этом вершины этих гор соответствуют $t°_{пл.}$ определенных химических соединений, а наинизшие точки при пересечении поверхностей и линий—температуры эвтектических смесей (фиг. 10).

4. Система четырех и более веществ. Изображение термич. диаграммы состояний четырех веществ еще не получило общепризнанного решения в виду большой трудности и сложности в выполнении. Сказанное еще в большей степени д. б. отнесено к системе веществ более четырех.

Лит.: Курнаков Н., Введение в физико-химич. анализ, 2 изд., Л., 1928; его же, Растворы и сплавы, в книге Менделеева Д., Основы химии, т. 1, 9 изд., М.—Л., 1927; Тамман Г., Металлография, пер. с нем., М.—Л., 1931; «Известия Ин-та физико-химич. анализа», Л., «Ж»; Eitel W., Physikalische Chemie d. Silikate, Lpz., 1929; Doelter C. u. Leitmeier H., Handbuch d. Mineralchemie, 5 Aufl., B. 1—4, Dresden—Lpz., 1912—30; Tammann G., Agregatzustände, 2 Aufl., Lpz., 1923.

В. Тарарин.

ТЕРМОГРАФ, прибор,, автоматически записывающий изменения температуры воздуха. Имеет широкое применение на метеорологич. станциях и в технике, где изменения температуры могут оказывать влияние на производственные процессы.

ТЕРМОДИНАМИКА. Термодинамика и механика Ньютона. Механика Ньютона получила свое полное выражение в труде Лагранжа [1]. Здесь она вся была сведена к одному принципу возможных работ, и все остальное было лишь простым аналитич. развитием этого принципа. Принцип возможных работ гласит: «если мы, отвлекаясь от текущего времени, рассмотрим в данный момент какую-либо механич. систему, находящуюся в движении (или равновесии), то алгебраич. сумма бесконечно малых возможных работ всех действующих на систему сил—со включением сил инерции для случая движения—равна нулю». Бесконечно малой возможной работой какой-нибудь силы P называется произведение $P \cdot \delta p$, где δp—возможное перемещение точки приложения силы по линии действия P, или проекция возможного перемещения δs на направление силы, т. е. $P \cdot \delta p = P \cdot \delta s \cdot \cos(s, P)$. Но возможное для данного момента перемещение не есть действительное перемещение за бесконечно малый промежуток времени, текущий за данным моментом: математич. маятник, длина к-рого допустим явно изменяется во времени, имеет возможным перемещением элемент дуги окружности определенного для данного момента радиуса, действительное же перемещение вследствие изменения радиуса совсем не будет элементом этой окружности. Итак, когда условия системы явно зависят от времени, действительные перемещения могут не лежать в числе возможных для данного момента; для этого случая $\delta p \neq dp$. Что касается сил инерции, то по второму принципу Ньютона сила в направлении движения какой-либо точки, потребная для изменения скорости v, будет $\frac{d}{dt}(mv)$, и, не выходя из рамок механики Ньютона, мы можем считать массу переменной (Мещерский, Эйнштейн, де-Бройль). Следовательно сила инерции в направлении движения точки равна $-\frac{d}{dt}(mv)$. Проекциями ее на оси X, Y, Z будут $\left[-\frac{d}{dt}(mv)\right]\cos(v, x)$ и т. д., но $\left[\frac{d}{dt}(mv)\right]\cos(v, x) = v\frac{dm}{dt}\cos(v, x) + m\left(\frac{dv}{dt}\right)\cos(v, x) = \frac{dm}{dt}v_x + m\frac{dv_x}{dt} = \frac{d}{dt}(mv_x)$ и т. д.

Поэтому, считая, что работа результирующей равна сумме работ слагающих, и разложив силы по осям X, Y, Z, получим выражение принципа возможных перемещений:

$$\sum -\left[\frac{d}{dt}(mv_x)\cdot\delta x + \frac{d}{dt}(mv_y)\cdot\delta y + \frac{d}{dt}(mv_z)\cdot\delta z\right] + \sum [X\delta x + Y\delta y + Z\delta z] = 0,$$

и напр. если мы имеем одну свободную точку, т. е. если δx, δy, δz произвольны, то получим ур-ия ее движения, приравняв каждый из множителей при δx, δy, δz нулю:

$$-\frac{d}{dt}(mv_x) + X = 0 \text{ и т. д.}$$

Теперь обычно пользуются принципом Гамильтона, т. е. тем же принципом возможных перемещений, только в другой форме [2], поэтому мы не будем на нем останавливаться. Мы должны поставить здесь вопрос: в каком отношении механика Ньютона стоит к принципу сохранения энергии, являющемуся основным для Т. и для всей теперешней физики. Мы должны ответить: механика этого принципа не имеет, она имеет лишь принцип живых сил. Если условия системы явно от времени не зависят, то действительные перемещения лежат в числе возможных, можно положить $\delta p = dp$ и тогда имеем

$$\sum \frac{d}{dt}(mv_x)\,dx + \ldots - \sum(X\,dx + Y\,dy + Z\,dz) = 0.$$

Если силы имеют потенциал, то $X\,dx + Y\,dy + Z\,dz = dF$; далее $\frac{d}{dt}(mv_x)\,dx = v_x\frac{d}{dt}(mv_x)\,dt = v_x d(mv_x)$ и следовательно $v_x d(mv_x) + v_y d(mv_y) + v_z d(mv_z) = (v_x^2 + v_y^2 + v_z^2)\,dm + m(v_x dv_x + v_y dv_y + v_z dv_z) = v^2 dm + mv\,dv = d(mv^2) - mv\,dv$.

Если положим массу зависящей от скорости, то $m = f(v)$ и $mv\,dv$ можно положить равным $d\Phi(v)$, где $\Phi(v) = \int f(v)\,dv$, тогда получим

$$\Sigma\,[d(mv^2) - d\Phi(v) - dF] = 0;$$

интегрируя, имеем $\Sigma\,[mv^2 - \Phi(v) - F] = \text{Const}$. Когда масса от скорости не зависит, то $d\Phi = mv\,dv = \frac{1}{2}d(mv^2)$, тогда $\sum\left(\frac{mv^2}{2} - F\right) = \text{Const}$—обыкновенное уравнение живых сил. Назовем $\sum\frac{mv^2}{2}$ кинетич. энергией, $\Sigma(-F)$—потенциаль-

страной великой задачи технической реконструкции народного хозяйства выполнения одного общего задания: техника и наука—на службу второй пятилетки».

«Должна конечно всемерно развиваться и чисто теоретическая работа в научной и технической области. Но не может быть сомнения в том, что действительное сближение работы наших научных и технических деятелей с практикой социалистического строительства поможет делу развития науки в СССР, будет толкать вперед и ее развитие» (Молотов, Доклад о директивах к составлению второго пятилетнего плана народного х-ва СССР).

Выполнение этих указаний связано с рядом конкретных организационных мероприятий по каждой отрасли народного х-ва.

Об организации технических испытаний по отдельным отраслям техники ниже даются краткие основные сведения и обширная библиография вопроса.

Лит.: Материалы Первой всесоюзной конференции по планированию научно-исследовательской работы, М.—Л., 1913 (доклады тт. Бухарина, Куржижановского, Иоффе, Фрумкина и др.); Бухарин Н., Этюды, М.—Л., 1932; Бухарин Н., Борьба двух миров и задачи науки, М., 1931; Луппол И., Наука и реконструкционный период, М., 1931; Струмилин С., Наука и производительность труда, М., 1931; Бах А., Дальнейшие пути развития научно-исследовательской работы, «Фронт науки и техники», М., 1933, *6*; Бухарин Н., Основные итоги и задачи научно-исследовательской работы, «Техника», М., 1932, *120*; Петров, Об организации научно-исследовательской работы в СССР, «Наука и искусство», М., 1926, *1*; Тихомиров, За качество подготовки, «Фронт науки и техники», М., 1932, *3*; Гринберг, Хозрасчет в научно-исследовательских учреждениях, там же, *4—5*; Сборник «Научно-исслед. сектор соц. реконструкции и научно-исследовательской работы», М., 1930; Директивы по составлению плана научно-исследовательской работы на второе пятилетие НКТП, М., 1932; Научно-исследов. ин-ты и лаборатории гос. предприятий, М., 1932; Планирование и операт. учет в научно-исслед. ин-тах пром-сти НКТП, М., 1932; Основные положения хозрасчета в научно-исследовательских учреждениях промышленности, М., 1931; Наука во вторую пятилетку, «Вестник Комакадемии», М., 1932, *7—8*; Изменение порядка финансирования и научно-исследовательские работы, Сборник постановлений и приказов, 1932, *2*; Хозрасчет в научных учреждениях, «Вестник Академии Наук», Л., 1932, *1*. **А. Фонь.**

Технические испытания топлива производятся в том или ином масштабе в зависимости от целевого назначения (топливо для энергетического использования или технологического—как сырье, для химич. пром-сти) и задачи испытания: для чисто практических или научно-исследовательских целей. При приемке напр. угля для сжигания в пром-сти, на транспорте по последним техническим условиям Госплана (1929 г.) производятся следующие испытания: на мелочность, механич. опробование и определение балласта в виде влаги, золы, серы, выхода летучих веществ и кокса с качественной характеристикой последнего, наконец теплотворной способности (высшей, по бомбе). В характеристиках энергетич. топлив по схеме, принятой Всесоюзным теплотехнич. ин-том, приводятся в дополнение к вышеперечисленным данным технич. анализа еще: элементарный состав, низшая теплотворная способность, % разновидностей серы, $t°_{пл.}$ золы (три стадии). Ассоциацией по химии топлива, затем Совещанием химиков и геологов в 1929 г., особенно при разработке новых пластов и месторождений, признано необходимым добавить: пробу на полукоксование по Фишеру с указанием % выходов первичных смолы и газа и краткой характеристикой их, установление % гуминовых кислот, битумов и анализ золы. В 1933 г. Ассоциация по топливу (секция по химии топлива) признала желательным более детальное изучение пластовых проб, введя: а) геологич. описание залегания пласта с характеристикой пород, б) технич. и элементарный анализы, в) количественную характеристику спекаемости, г) определение битумов, д) проведение пластометрич. проб, е) полукоксование с исследованием продуктов, ж) изучение макро- и микроструктуры, з) изучение изменяемости. Для топлив специального назначения, напр. кокса, производится (по Зиммерсбаху): а) технич. и элементарный анализ и определение разновидностей серы (сульфидной), фосфора, мышьяка, анализ золы, б) определение уд. веса, пористости, прочности на сброс, истирания, в) определение $t°$ воспламенения и реакционной способности. Единого труда, посвященного полному обзору всех методов испытаний твердого, жидкого и газообразного топлив, в настоящее время к сожалению не имеется. Литература, довольно скудная, сосредоточена гл. образом в трудах ин-тов, конференций, съездов, в перечисленных ниже книгах и отчасти в журналах.

Контрольные анализы топлива ведутся в промышленных предприятиях обычно в химич. лабораториях, реже в специальных топливных; на транспорте—в многочисленных ж.-д. лабораториях. Для контроля качества угля имеется специальная лаборатория в Донецком бассейне. Более сложные исследования—получение данных для маркировки и классификации, проведение испытаний на опытных установках—сосредоточены гл. обр. в индустриальных научно-исследовательских ин-тах. К февралю 1933 г. имелись: 1) Всесоюзный ин-т химии твердого топлива (Москва), 2) Всесоюзный теплотехнич. ин-т в Москве им. Феликса Дзержинского (ВТИ) с филиалом в Свердловске, 3) Теплотехнический ин-т в Ленинграде, 4) Всесоюзный научно-исследовательский ин-т по торфу (Инсторф) в Москве с филиалом в Ленинграде, 5) Ин-т материалов НКПС в Москве с филиалом в Харькове, 6) Нефтяной ин-т в Москве с филиалами в Грозном и Баку, 7) Горный ин-т, Ин-т стали в Москве, 8) Центральная научно-исследовательская лаборатория Мосхимэнергостроя в Туле, 9) Научный автотракторный ин-т в Москве, 10) Ин-т прикладной химии в Ленинграде, 11) Ин-т высоких давлений в Ленинграде, 12) Сланцевый ин-т в Ленинграде, 13) Центральная лаборатория Союзгаз в Ленинграде, 14) Центральный научный ин-т Геолого-разведочного управления с петрографич. лабораторией Ю. А. Жемчужникова в Ленинграде, 15) Угольный ин-т в Харькове, 16) Украинский углехимический ин-т, 17) Украинский ин-т прикладной химии (Харьков), 18) Углекоксовый институт в Днепропетровске, 19) Уральский углехимический ин-т в Свердловске, 20) Сибирский комбинат научно-исследовательских ин-тов и опытных установок (Новосибирск). Кроме того ведутся исследования в ряде лабораторий вузов, втузов (в Москве, Ленинграде, Киеве, Томске, Владивостоке и т. д.) и некоторых лабораториях Академии наук.

Лит.: Лясс М. и Чесноков В., Библиографич. указатель по энергетике (теплотехника) 1917—1928 гг., М., 1929; Лясс М., Библиографич. указатель по энергетике (теплотехника) с 1/IX 1928 по 1/IX 1932 г., М.—Л., 1933; Стадников Г., Анализ и исследование углей, Харьков, 1932 (В сжатом виде на 132 стр. описаны краткие методы отбора проб, технич. анализ, подробнее—специальные технич. анализы, методы определения различных составных частей углеобразователей и углей исследование составных частей углей, отдельно исследо-

ной энергией, тогда имеем: если условия системы явно от времени не зависят и силы имеют потенциал, то сумма кинетической и потенциальной энергий системы остается постоянной за все время движения. Элементарным примером может служить движение гармонич. маятника. Здесь (фиг. 1) точка A двигается из A_0 под действием силы из точки O, сила представлена на диаграмме прямой Oa_1a. В положении A_1 точка A имеет кинетич. энергию, изображаемую площадью $A_0aa_1A_1$, и потенциальную,—A_1a_1O. Сумма их равна постоянной величине A_0aO за все время движения точки. Если масса зависит от скорости, например



Фиг. 1.

$$m = \frac{m_0 c}{\sqrt{c^2 - v^2}},$$

где m_0—масса покоя, v—скорость точки и c—скорость света [это выражение у де-Бройля (de Broglie) м. б. получено независимо от теории относительности [2]], тогда

$$d\Phi(v) = f(v)v\,dv = \frac{m_0 c v\,dv}{\sqrt{c^2 - v^2}},$$

$$\Phi(v) = -m_0 c\sqrt{c^2 - v^2},$$

$$mv^2 - \Phi(v) = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Следовательно

$$\sum\left(\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - F\right) = \text{Const.}$$

Интерпретация остается та же. Но возьмем движение точки A (гармонич. маятника) с трением постоянной величины, тогда известно, что максимальная кинетич. энергия точки A будет постепенно убывать и точка остановится в т. н. области равновесия. Это хорошо иллюстрируется чертежом, аналогичным фиг. 1. Но механика не ставит и не может, выходя из своих ур-ий, поставить вопрос, куда же девается энергия. Она может ответить на это: на работу преодоления силы пассивного сопротивления. Такой ответ с теоретической точки зрения неудовлетворителен. Мы должны найти в чем-то эту исчезнувшую энергию и находим ее в тепле, но уже совершенно выходя из рамок механики Ньютона. Поэтому заранее видно, что все попытки свести опять тепло на движение, описываемое Ньютоновой механикой, не могут иметь успеха, т. к. опять мы встретимся с теоремой живых сил, являющейся лишь частным случаем принципа сохранения энергии, и должны будем опять вводить силы междумолекулярного трения и т. д. Но, принимая по принципу сохранения энергии, что видимое исчезновение энергии есть просто переход ее в тепло, мы должны поставить вопрос: оценивая механич. энергию *кгм*, а тепло—Cal, какое соотношение имеем мы между калорией и килограммометром и от каких условий перехода механич. энергии в тепло или, обратно, тепла в механич. энергию зависит эта оценка.

Принцип эквивалентности. Поставив этот вопрос на основании принципа сохранения энергии, мы можем конечно получить ответ на него лишь из опыта, и ответ формулируется так: при всяких условиях перехода механич. энергии в тепло и обратно 1 Cal оценивается в 427 *кгм* (калория здесь 15°, большая). Это есть принцип эквивалентности, впервые сформулированный Робертом Майером [1]. Как известно, принципы Т. были намечены в общих контурах Ломоносовым, но его попытка не обратила на себя внимания ученых, как это часто бывало и с другими великими начинаниями, и лишь в 19 веке принялись за подробную разработку задач Т. Не нужно думать, что принцип эквивалентности есть лишь следствие принципа сохранения энергии. Попытки доказать непосредственно из принципа энергии одинаковость оценки калорий при всяких условиях основаны на скрытом предположении возможности обратить всякий процесс перехода работы в тепло и тепла в работу. Обратимость эта в действительности может и не существовать. Поэтому принцип эквивалентности нужно рассматривать как самостоятельный опытный принцип. Известно, что Роберт Майер определял эквивалент из соотношения между теплоемкостями для так наз. совершенных газов. Теплоемкость c_p при постоянном давлении всегда больше теплоемкости c_v при постоянном объеме. Следовательно можно по принципу сохранения энергии написать для 1 *кг* газа: разность между c_p и c_v эквивалентна работе газа, в первом случае выражающейся в преодолении внешнего давления P *кгм*$^{-2}$ и равной L_1 и молекулярного сцепления при расширении газа равной L_2, т. е. $E(c_p - c_v) = L_1 + L_2$, где E—оценка Cal в *кгм*. Допустим, что газ заключен в цилиндр с поршнем F *м*^{2}, тогда $L_1 = p \cdot F\,(h_1 - h_0) = p \cdot (v_1 - v_0)$, где v_0 и v_1—начальный и конечный объемы газа; работой L_2 можно пренебречь на основании опытов Гей-Люссака, и тогда $E\,(c_p - c_v) = p(v_1 - v_0)$, но для совершенных газов $pv_1 = RT_1$, $pv_0 = RT_0$ и, т. к. $T_1 - T_0 = 1°$, получим $L_1 = R$, т. о. $E(c_p - c_v) = R$ для всех совершенных газов, т. е. следующих уравнению Мариотта-Гей-Люссака; можно непосредственно проверить на аргоне, гелии и т. д., что число E близко к данному выше. С другой стороны, всякое отступление от соотношения Майера указывает на то, что газ не м. б. признан за совершенный, т. е. находится не так далеко от области своего ожижения, как нужно для того, чтобы удовлетворить соотношению $pv = RT$; напр. для углекислого газа соотношение

$$E\,(c_p - c_v) = 427\,(c_p - c_v) = R$$

не удовлетворяется в достаточной мере хорошо, $E\,(c_p - c_v)$ в этом случае равно 21,35, между тем $R = 19{,}25$, для гелия же $E\,(c_p - c_v) = 20{,}9$ и $R = 21{,}2$ (согласие хорошее), для азота—30,3 и $R = 30{,}2$ и т. д. Для углекислого газа нельзя уже пренебрегать работой молекулярного разъединения, или т. н. дисгрегации, и уравнение $pv = RT$ не представляет достаточно хорошо зависимость между p, v, T. Для подобных тел считаются с тем, что в видимом уд. объеме заключен еще объем совокупности находящихся в нем молекул; этот последний не изменяется и если обозначить его через b, то изменению подлежит $v - b$ (Д. Бернулли); затем кроме внешнего давления считаются еще с силами сцепления, действующими на молекулы, находящиеся на поверхности объема, со стороны молекул, находящихся внутри. Эти силы можно принять зависящими от объема и от $t°$, поэтому вместо p будет в ур-ии $p + f(T, v)$ и ур-ие примет вид:

$$[p + f(T, v)](v - b) = RT.$$

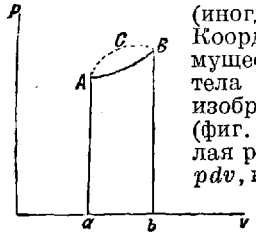
вание первичн. дегтя и газа. Без литературы); Крым В., Ископаемое топливо Донецкого бассейна, его свойства, сдача и приемка, 2 изд., Харьков, 1929 (Едва ли не самое распространенное издание по данному вопросу); Штрахе-Лант, Химия угля, пер. с нем., Харьков, 1931 (Подлинника заменить не может. Перечень литературы); Стадников Г., Химия угля, 2 изд., М.—Л., 1932 (Происхождение, классификация. Вода, сухое вещество, битумы, гуминовые вещества, продукты сухой перегонки углей, окисление); Вильямс В., Основные свойства топлива и способы их определения. Топливо твердое, жидкое и газообразное, М.—Л., 1924; Шахно А., Топливо, в книге Товароведение, под ред. П. Петрова и Ф. Церевитинова, т. 2, М.—Л., 1926 (Свойства, методика исследования, виды топлива. Нефть. Применение топлива для целей отопления и освещения. Значение топлива. Литература); Шахно А., Методика исследования топлива, Исследование топлива для энергетич. целей, «Труды 2 Энергетич. конференции текстильной пром-сти», М., 1927, вып. 4; Глуушв В., Шнейдер Г., Винтер Г., Производство кокса, т. 1—2, пер. с нем., Харьков, 1930—1931 (Полезные указания по методам испытаний); Келлер К., Руководство к исследованию продуктов коксования каменных углей, Л., 1930 (Анализ угля, кокса, газа, аммиачной воды, смолы и дистиллатов); Шахно А., Новые методы исследования топлива, «ЖХП», 1929, *9* и *22* (Объем и методика современных исследований); Стадников Г., Новые методы анализа углей, там же, 1925; Топливо, исследование, обработка, использование, сборник статей под ред. П. Рубина, Екатеринослав, 1925 (Приведена обширная литература и библиография); Шахно А., Швейцарская испытательная станция по топливу, «Вестн. прикл. химии и химич. технологии», М., 1916, *1* (Описание образцовой испыт. станции и методов исследования); его же, Испытательные станции по топливу в Германии и Швейцарии, «Труды 2 Всесоюзн. теплот. съезда», М., 1926, т. 1, вып. 2; Караваев Н., Испытательные станции в США и лаборатории по исследованию углей в Англии, там же; Николаи Н., Рационализация методов лабораторного испытания топлива, М.—Л., 1932; Strache H. u. Lant R., Die Kohlenchemie, Lpz., 1924; Erdmann E., Dolch M., Die Chemie d. Braunkohle, Halle a/S., 1927; Haslam R., Russel R., Fuel a. Their Combustion, N. Y., 1926; Hoskin A., A Study of Spontaneus Combustion in Storage Coal, «Experiment Station Indiana», 1928, Bull. 30; Parr S., The Analysis of Fuel, Gas, Water, N. Y., 1922; Simmersbach O. u. Scheider G., Grundlagen d. Koks-Chemie, 3 Aufl., B., 1930 (Вышел пер. в Харькове, 1933); Schwackhöfer F., Die Kohlen Österreichs, Deutschlands, d. Czechoslowakei, Polens, Ungarns usw., 4 Aufl., W., 1922; Dolch M., Die Untersuchung d. Brennstoffe u. ihre rechnerische Auswertung, Halle a/S., 1932; Огромное количество интересных исследований помещено в «Трудах Мюльгеймского ин-та исследования угля», выпустившего с 1915 г. 10 томов; Gesammelte Abhandlungen zur Kenntnis d. Kohle, hrsg. v. F. Fischer, B. 1—10, B., 1915—32; «Brennstoff-Chemie», Essen; «Fuel»; «I. Eng. Chem.»; «Chim. et Ind.», P.; «Z. ang. Ch.»; «Glückauf», Essen; «Braunkohle», Halle a/S.; Holthaus C., Die Bestimmung d. Feuchtigkeit in Stein- u. Braunkohlen, «Arch. f. Eisenhüttenwesen», Düsseldorf, 1931, *3* (Критическое сравнительное изучение по 8 методам в 7 русских лабораториях по заранее составленному плану 4 образцов угля с диапазоном, % влаги 0,85—60. Одна из наиболее основательных работ по данному вопросу); «Glückauf Bull.», Amsterdam, 1926, *1*; Schuster F., Asche, Elementarzusammensetzung u. Heizwert d. Kohle, «Das Gas- u. Wasserfach», Mch., 1931, *27* (Литература вопроса); Bunte K., Reerink W., Schmelzvorgänge bei Brennstoffaschen, ibid., 1929, p. 832 (Кривые плавления золы. Аппарат—усовершенствованный прибор Бунте-Баума); Schuster F., «Glückauf», Essen, 1931, *49* (Прямое определение кислорода в углях 6 методами); Fieldner A. u. Selvig W., Coal Division, N. Y., 1930; Roth W., Neuere Ergebnisse thermochemischer Messmethoden, «Z. ang. Ch.», 1932, *50* (Пределы точности определений. Определение теплотворной способности бензойной стандартной кислоты дало в США, в Reichsanstalt и у Рота расхождение лишь на 0,017%); Strache H., Braude A., Die Karbonylzahl d. Kohlen u. ihre Beziehung zum Alter u. Verwitterungsgrad, «Brennstoff-Chemie», Essen, 1926, *22*; Kattwinkel, «Brennstoff-Chemie», Essen, 1930, *16* (Новый простой способ определения зоны размягчения каменных углей); «Кокс и Химия», Харьков, 1932, *2—3*; Davis J., «Eng. Chem.», 1931, *1* (Пластомер—новый аппарат для измерения пластич. свойств угля); Fuchs W., «Glückauf», Essen, 1931, *49*, p. 1462 (Новые способы исследования углей. Элементарный анализ в обычной форме не дает как правило никаких научно-полезных результатов. Следует обеазоливать угли, перед исследованием обработать спирто-бензолом для бурых, пиридином и хлороформом для каменных углей; определить гуминовые к-ты титрованием, далее гидроксильное число, карбонил двойных связей): Kreulen D. J., «Brennstoff-Chemie», Essen, 1928, p. 264 (Крепость и стираемость углей); Dolch M. u. Haschek, Brennstofftechnisches Praktikum, p. 50 — 53, Halle a/S., 1931 (Определение кажущегося уд. веса кокса); Roll F., «Brennstoff-Chemie», Essen, 1931, *1* (Твердость кокса); Schachno A., Raoport J., ibid., 1929 (Полукоксование подмосковных углей); Burrows, Moore, Sinnat F. S., «Fuel», 1927, p. 209, 377—557 (Поведение твердых топлив при окислении); Koppers, Das Treiben d. Kohlen bei ihrer Verkokung, «Koppers Mitteil.», Essen, 1930, *1*; Stopes M., Wheeler R., Monograph of the Constitution of Coal, L., 1910 (Классич. работа по изучению разновидностей углей Митрена, Иссарена, Дюрена и Фюрена); Seyler Edwards, The Microscop, Examination of Coal, «Fuel Res. Survey Paper», 1929, *16*; Agde G., Schmit H., Theorie d. Reduktionsfähigkeit von Steinkohlenkoks, Halle a/S., 1931; Laue O., «Brennstoff-Chemie», Essen, 1931, *12* (Лабораторная аппаратура по химии топлива. Краткий обзор выставки аппаратуры в Эссене в 1931 г. Для проб угля—простая прочная мельница, пирамида, для квартования—муфельные печи. Приборы: Бунте-Баума для изучения плавкости золы, микроскоп—для изучения явления размягчения углей, пластич. состояния, давления вспучивания и т. д.); Технические условия на поставку твердого минерального топлива, утвержденные Госпланом СССР 1/IV 1929, М., 1929 (Маркировка донецких углей, антрацита и специальных сортов подмосковных, уральских, кузнецких, черемховских. Инструкция по отбору проб и лабораторному испытанию топлива); Стандартные методы отбора проб и анализа каменного угля и кокса, пер. с америк. изд., Л., 1932; Британский стандарт отбора проб и анализа неэкспортного угля, «Труды ин-та станд. каменноуг. пром-сти», М., 1932, вып. 2; Германские стандарты испытания топлива, там же, 1932, вып. 4; Эберлин Л., К вопросу о технич. условиях на поставку угля, Механич. пробоотбиратель, Харьков, 1915; Крым В., Методы отбора средней пробы угля, «Труды 2 Всесоюзн. теплотехнич. съезда», М., 1926, т. 1, вып. 2; Горбенко В., Методы отбора средней пробы торфа, там же; Федоров В., Методы отбора средней пробы дров, там же; Тычинин Б., Методы отбора средней пробы нефти, там же; Рунов Д., Отбор средней пробы торфа, «Труды 2 Энергоконференции текстильной пром-сти», М., 1927, вып. 4; Крым В., К методике отбора средних проб очаговых остатков, «ГЖ», 1920, *10*; Ануфриев В., Проект типового оборудования отбора средних проб твердого топлива и анализа, «ИТИ», 1928, *1/34* (Описание оборудования с размерами и указанием, где что приобретать); Шахно А., Пути ускорения анализа твердого топлива, «Заводская лаборатория», Л.—М., 1933, *1* (О работе германской лаборатории по методу непрерывного потока. Ускоренные методы анализа); Гуськов В., Зависимость между удельным весом и содержанием золы в каменном угле, «Химия твердого топлива», М., 1931, *11—12*; Шахно А., О методике определения влаги в углях, «Кокс и химия», Харьков, 1932, *11* (Обзор лучших заграничных последних работ и экспериментальные данные по работам ВТИ с углями СССР); Шахно А., Жуковская М., Определение летучих веществ, «ИТИ», 1929, *7* (50), 1930, *2* (Изучено в ВТИ влияние факторов: новизны типов на 3 000 образцах углей, подогрева; сравнение нашего унифицированного метода и американского в золев. печи); Пачуков Н., О методах лабораторного испытания золы твердых топлив на химич. активность в отношении огнеупорных материалов, там же, 1928, *5/38*; Неведьева О., Уваров В., Лабораторные испытания золы твердого топлива и топочных шлаков на плавкость, там же, 1927, *10/33* (Определение плавления топлив СССР в ВТИ); Мулерт Ф., Сера в угле, пер. с нем., Л., 1932 (Собрана литература и описаны работы по вопросам определения, использования, удаления серы); Крым В., Панченко С., О методах определения колчеданной серы в углях, «Уголь и железо», Харьков, 1929, *31* (В лабор. Донугля выработана иная модификация, чем у Поуэлля-Парра); Шифрин М., Определение разновидностей серы в углях, «ИТИ», 1933, *4* (Изучена применимость методов Поуэлля-Парра и Крыма-Панченко для углей СССР. Собрана литература по определению серы за 10 лет); Щукарев А., Испытание теплотворной способности топлива методом сожигания в сдавленном кислороде, Л.—М., 1928 (Описание приборов и методы работы с ними. Приложена подробная инструкция, утвержденная Всесоюзн. теплотехн. съездом); Шахно А. и Жуковская М., Определение теплотворной способности в калориметрах упрощенного типа, «ИТИ», 1931, *7/61* (Опыты с калориметром Парра в ВТИ); Шахно А. и Венер Р., Об определении теплотворной способности газов, «Заводская лаборатория», Л.—М., 1932, *10* (Калориметры Юнкерса, Унион, Штрахе, Леффлера, их достоинства и недостатки); Саклин П., Анализ коксового газа и его фракций, «Кокс и химия», Харьков, 1932, *4* (Определение H, CH_4 бюреткой Бунте, Расфельда и новой модификацией); Могилевская А., Аппарат системы ВТИ для полного газового анализа, «ИТИ», 1932, *4/74*; Шевченко, Литература по изучению углей и подбору шихты для коксового производства, «Кокс и химия», Харьков, 1932, *10* (Спекаемость и коксуемость. Пластич. состояние. Вспучиваемость. Давление вспучивания: методы изу-

К этому роду принадлежат ур-ия Ван-дер-Ваальса, Клаузиуса и др. Далее будет показан термодинамич. прием составления ур-ия по опытным данным.

Первое основное уравнение Т. Всякое тело, подвергающееся действию тепла, изменяет свое состояние. Изменение состояния тела характеризуется изменением параметров p, v, T. Между ними, как мы видели, можно представить зависимость в виде ур-ия, называемого характеристич. ур-ием. Не всегда конечно мы можем измерить эти параметры для всего видимого объема тела, т. к. в различных местах видимого объема эти параметры м. б. различны, напр. воздух или пар, вытекающий из резервуара с высоким давлением, не имеет для каждого момента одинакового давления во всей своей массе, в нем существуют сгущения и разрежения, но при испытании поршневого двигателя мы считаем, что давление, показываемое индикатором, относится ко всей массе под поршнем. В первом случае скорость внешнего движения сравнима или даже превышает скорость распространения упругих колебаний (скорость звука), во втором мала сравнительно с ней. Ряд изменений состояния тела мы называем процессом и потому разделяем процессы на быстрые и медленные. Вторые м. б. изображаемы графически в координатах v, p или T, v или T, p; по двум данным на изображении процесса параметрам мы находим третий, зная характеристич. ур-ие тела. Обычно в изображениях предлагается 1 *кг* тела (иногда 1 *г*) и удельный объем. Координаты v, p имеют то преимущество, что внешняя работа тела за время процесса AB изображается площадью $ABba$ (фиг. 2), т. к. бесконечно малая работа дается выражением $p\,dv$, в чем нетрудно убедиться, если представить себе тело, заключенное в некоторый объем (везде на поверхности и внутри давление для данного момента p), и дать объему измениться на $dv = \Sigma\, dF \cdot dh$, где dF—элемент поверхности объема, а dh—расстояние по нормали между начальной и измененной поверхностью объема. Теперь мы можем применить принцип энергии и принцип эквивалентности для участка AB этого медленного процесса. Пусть здесь участвует тепло в количестве Q Cal, тогда мы напишем: EQ = работе изменения состояния тела на пути AB+внешняя работа, которая изображается площадью $aABb$ (эта площадь разумеется дает *кгм*, так как давление дается в *кг*/*м*², а объем—в *м*³). Работа изменения состояния тела называется изменением внутренней энергии; относительно ее можно сказать, что она выражается в работе молекулярного разъединения (дисгрегации) и в изменении $t°$ тела. Последнее может происходить и без видимого изменения объема; при v=Const мы тратим для повышения $t°$ тела известное количество тепла, что равноценно работе. Положим теперь, что между состояниями A и B произошел другой процесс ACB, количество тепла Q, здесь участвующее, будет уже другое по ур-ию эквивалентности, т. к. внешняя работа—другой величины, но под вопросом стоит изменение внутренней энергии. Когда господствовало механич. воззрение на тепловые явления, тогда говорили, что внутренняя энергия в своем изменении состоит из двух частей: работы дисгрегации и изменения живой силы молекул; последнее принималось пропорциональным изменению $t°$. Силы между молекулами считались имеющими потенциал и тогда разумеется выводилось положение, что внутренняя энергия в своем изменении не зависит от промежуточных стадий процесса, а только от начального и конечного состояний системы, т. ч. изменение ее по AB или по ACB одинаково. Но мы уже видели, что механика даже не имеет принципа энергии, не имеет и понятия $t°$. Совершенно произвольно и не соответствует фактам принимать $t°$ пропорциональной живой силе молекул. Далее всегда с точки зрения механики м. б. поставлен вопрос о существовании силы междумолекулярного трения, работа к-рой будет несомненно зависеть от путей, пройденных молекулами, т. е. от вида процесса. Т. принимает положение о зависимости изменения внутренней энергии только от начального и конечного состояний тела и независимости от промежуточных стадий, но как положение, подтверждаемое опытом. Для совершенных газов, как мы видели, можно принимать работу дисгрегации равной нулю; для них внутренняя энергия, нагреваем ли мы газ при постоянном давлении на 1° или при постоянном объеме на 1°, одинаково изменяется. Следовательно ее нужно считать зависящей только от $t°$ и тем самым независящей от того, каким процессом $t°$ изменилась. Для других тел внутренняя энергия является ф-ией и $t°$ и объема (или давления), но как ф-ия определенная она в своем изменении зависит только от начальных и конечных значений параметров T и v (или T и p). Поэтому для бесконечно малого медленного процесса мы имеем $E\delta Q = dU + p\,dv$; здесь $U = f(T, v)$—внутренняя энергия, а δQ—бесконечно малое количество тепла в процессе, знак δ поставлен в отличие от знака d, указывающего на дифференциал от ф-ии (или независимого переменного), количество же δQ не есть дифференциал ф-ии, т. к. оно зависит от частностей процесса. Если положить $\frac{1}{E} = A$ = термич. эквиваленту работы и считать, что внутреннюю энергию мы выражаем в Cal, то ур-ие примет вид $\delta Q = dU + Ap\,dv$ — первое ур-ие Т. для однородного тела, совершающего медленный процесс. Для процессов быстрых по принципу энергии мы можем написать

$$\delta Q = dU + A\delta L + AdW;$$

здесь опять $A\delta L$—бесконечно малая (в Cal) работа преодоления внешних сил и AdW—приращение внешней кинетич. энергии. Оба ур-ия несовместимы, т. е. нельзя совместно пользоваться и тем и другим: первое является лишь частным случаем второго, когда количеством dW можно пренебрегать. Тогда, и только тогда, работу можно выразить через $p\,dv$, т. к. давление во всей массе тела можно считать одинаковым для каждого момента. Одновременное же пользование ими (как это иногда бывает) может привести только к скрытому или явному противоречию с принципом энергии, т. е. к получению энергии из ничего. Для медленных процессов можно дать другое выражение для δQ. Можно всякий бес-



Фиг. 2.



Фиг. 3.

конечно малый процесс AB заменить процессами AC (фиг. 3), где $p = \text{Const}$, и CB, где $v = \text{Const}$, и если на AC участвовало тепло δQ_1, на CB—δQ_2, а на AB—δQ, то можно положить $\delta Q = \delta Q_1 + \delta Q_2$, т. к. внутренняя энергия изменяется одинаково на процессе ACB и AB; во внешней работе разница будет лишь на площадь ACB, являющуюся уже малой второго порядка, но $\delta Q_1 = c_p dT_{AC}$, $\delta Q_2 = c_v dT_{CB}$, где c_p и c_v—теплоемкости и $dT_{AC} = \frac{\partial T}{\partial v} dv$ ($p = \text{Const}$),

$$dT_{CB} = \frac{\partial T}{\partial p} dp (v = \text{Const}).$$

Следовательно

$$\delta Q = c_p \frac{\partial T}{\partial v} dv + c_v \frac{dT}{dp} dp = dU + Ap \cdot dv,$$

отсюда

$$dU = \left(c_p \frac{\partial T}{\partial v} - Ap\right) dv + c_v \frac{\partial T}{\partial p} dp.$$

Для совершенных газов

$$\frac{\partial T}{\partial v} = \frac{p}{R}; \quad \frac{\partial T}{\partial p} = \frac{v}{R}; \quad c_p \frac{p}{R} - A_p = \frac{p}{R} c_v,$$

т. е.

$$dU = \frac{c_v}{R} (p\, dv + v\, dp) = c_v\, dT,$$

что можно было и прямо видеть. Выражение dU указывает, что c_v для совершенных газов является функцией одной только $t°$, так же по равенству Майера и c_p. Если этого у какого-нибудь газа нет и c_v или c_p зависит и от $t°$ и от давления (или объема), то ур-ие $pv = RT$ для него уже не годится, и работой дисгрегации пренебрегать нельзя. Для какого-нибудь тела вообще можно положить $U = f(p, v)$ и тогда

$$dU = \frac{\partial U}{\partial p} dp + \frac{\partial U}{\partial v} dv = \left(c_v \frac{\partial T}{\partial v} - Ap\right) dv + c_v \frac{\partial T}{\partial p} dp,$$

т. е.

$$\left(\frac{\partial U}{\partial v}\right)_p = c_p \frac{\partial T}{\partial v} - Ap, \quad \left(\frac{\partial U}{\partial p}\right)_v = c_v \frac{\partial T}{\partial p},$$

и вследствие того что

$$\frac{\partial}{\partial p}\left(\frac{\partial U}{\partial v}\right) = \frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{\partial U}{\partial p}\right),$$

имеем

$$\frac{\partial}{\partial p}\left(c_p \frac{\partial T}{\partial v}\right) - \frac{\partial}{\partial v}\left(c_v \frac{\partial T}{\partial p}\right) = A,$$

обобщенное соотношение Майера для всякого однородного тела, определяемого в своем состоянии параметрами p, v, T. Из соотношения для внутренней энергии газа $dU = c_v\, dT$ получим $U = U_0 + \int c_v\, dT$; положим c_v (как функцию T) равной

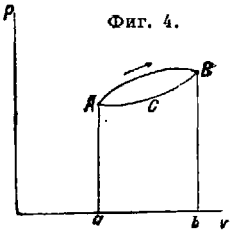
$$c_{v_0} + aT + \beta T^2 + \dots,$$

тогда

$$U = U_0 + c_{v_0} T + \frac{a}{2} T^2 + \frac{\beta}{3} T^3 + \dots$$

По механич. толкованию следовало бы, что внутренняя энергия газов сводится к живой силе молекул. Если это принять, то из выражения для U видим, что никакой пропорциональности между $t°$ и живой силой молекул не существует и следовательно, как и было указано, механика бессильна дать определение для $t°$. Опыт и указывает на зависимость для совершенных газов теплоемкостей от $t°$. В приложениях обычно полагают $c_v = c_{v_0} + aT$, также $c_p = c_{p_0} + aT$, коэф-ты при степенях T и в c_v и в c_p д. б. одинаковы по соотношению Майера.

Разделение процессов. Второй принцип термодинамики. Процессы мы разделяем на быстрые и медленные. Но их можно разделить на обратимые и необратимые. Если, совершив какой-нибудь процесс с телом, мы можем обратно привести тело в начальное состояние теми же стадиями, но только в обратном порядке, мы называем процесс обратимым; если этого сделать нельзя,—необратимым. Все быстрые процессы явно необратимы: процесс истечения из резервуара с высоким давлением нельзя обратить, но процесс медленного нагревания, напр. при постоянном давлении, обращается в процессе медленного охлаждения при том же давлении. Поэтому первым условием обратимости является медленность процесса, вторым условием—неизменяемость физич. характеристик тела во время процесса, т. е. зависимости между p, v, T и зависимости c_p и c_v от (p, T) или (v, T) или T. Если почему-либо на прямом процессе вдруг изменилась зависимость между p, v, T, то на обратном процессе под теми же давлениями и объемами мы можем и не получить тех же $t°$, если не происходит обратного внезапного изменения зависимости между p, v, T. Точно так же изменение характера теплоемкостей может дать на обратном пути другие по абсолютной величине изменения внутренней энергии, хотя внешняя работа по абсолютной величине будет та же самая. В обратимом процессе мы всегда имеем: $\delta Q = dU + Ap \cdot dv$ или в конечном виде $Q = U_2 - U_1 + AL$, где L—внешняя работа за конечный процесс. На обратном процессе меняются знаки и у внешней работы, и у изменения внутренней энергии, и у тепла, абсолютные же величины остаются теми же самыми. Для необратимого процесса имеем: $\delta Q = dU + A\delta L + AdW$ или в конечном виде $Q = U_2 - U_1 + AL + A(W_2 - W_1)$. Мы можем из ряда процессов (обратимых и необратимых) составить замкнутую цепь, или цикл, и для него написать $\Sigma Q = U_2 - U_1 + AL + A(W_2 - W_1)$. Но так как по условию тело возвращается в начальное состояние, то $U_2 = U_1$ и $W_2 = W_1$, следовательно для всякого цикла имеем $\Sigma Q = AL$, т. е. для цикла алгебраич. сумма участвующих в нем теплот есть эквивалент внешней работы. Всякая правильно действующая калорич. машина в идеале должна своим рабочим телом (паром, газом и т. д.) совершать цикл, потому что 1) всякая машина должна работать правильно периодически, 2) выбрасывание отработавшего тела и замена новым представляет излишнюю потерю. Паровая машина с конденсацией в этом отношении ближе к идеалу, нежели двигатель внутреннего сгорания. Но и в последнем можно усмотреть приближенный цикл, если обратить внимание на то, что главным по весу телом, входящим в состав смеси воздуха и горючего, является азот, а он химически не изменяется. Поэтому мы можем считать, что калорич. машина совершает своим рабочим телом цикл. И здесь главный вопрос: может ли термич. кпд быть равным 1? Всякая машина, действующая одной механич. энергией, уменьшением трения, т. е. потерь на тепло, может приближаться в своем коэфициенте использования к 1. Можем ли мы и для тепловой машины уменьшением вредных потерь тепла иметь то же самое? Можем ли мы в цикле тепловой машины избежать в идеале тепловые потери во внешнюю среду и только давать тепло рабочему телу исключительно на работу? Представим себе обратимый процесс AB (фиг. 4), здесь со-



Фиг. 4.

чения углей, подбор шихты); Цейтлин Д., Шахно А., Зукеев Т., Жуковская М., Гар Л., Пентегов Д., Нянковская Р., Фридман В., Урбанович Р., Гладштейн А., Берман Л., Михайловский И., Федоров В., Войтова Е., Габинский Я., Кобцев Е., «Материалы к I Всесоюзной конференции изменяемостей углей при хранении», М., 1932; Крым В., О лабораторных методах определения склонности углей к самоокислению, «Химия твердого топлива», М., 1932, *2—3* (Проведены опыты в Сталинском институте окисления марганцовокислым калием, двухромовокалиевой солью, определения адсорбции: щавелевоаммонийной соли, метиленовой голубой, кислорода, прослежено действие кислорода при повышенной *t*°); Гаврилов Н., Вейсбрут Г., Метод определения склонности торфов к самовозгоранию по *t*° воспламенения полукокса из них, там же, 1931, *8* (Выполнено в Ин-те торфа); Шахно А. и Рапопорт И., Опыт сухой перегонки при низких температурах подмосковного угля в алюминиевой реторте Фишера-Шрадера, «ИТИ», 1927, *9/32* (Методика, опыты с курным углем и богхедом); Шахно А., О новом методе переработки ископаемого топлива—сухой перегонке при низких *t*° и мировая литература по данному вопросу, там же, 1926, *9/22*; Майер Л., Цукерман Л., Макро- и микроскопич. исследование краснодонских углей Донбасса в Угольном ин-те, «Кокс и химия», Харьков, 1932, *7*; Майер Л. и Черныш ев Д., Влияние отдельных петрографич. компонентов каменного угля на реакционную способность кокса, там же, 1932, *8*; Жемчужников Ю., Микроскопич. исследование углей, «Химия твердого топлива», М., 1930, *5*; Сапожников Л. и Базилевич Л., Пластометрич. изучение процесса коксования, там же, М., 1932, *2—3* (Проведено изучение процесса коксования в аппарате, несколько отличающемся от общепринятого, с получением ряда кривых, характеризующих поведение угля. Список опечаток приложен там же, 1932, *5—6*. Выполнено в Днепропетровске в филиале Харьк. углехимич. ин-та); Сапожников Л. и Бакун Н., Определение давления вспучивания при постоянном объеме угля, «Кокс и химия», 1932, *9*; Габинский Я., Применение метода Мериса для определения спекающей способности углей СССР, «Труды исследов. кафедры металлургии и горючих в Днепропетровске», 1929; Чижевский Н. и Попутников Ф., Коксование подмосковных углей (Товарковского, Побединского и Оболенского месторождений) вместе с Донецким, Мосхимэнерго, «Химия твердого топлива», Москва, 1931, *8*; Чижевский Н., Коксование углей Кузнецкого бассейна, «Кокс и химия», Харьков, 1932, *10* (Кемеровск, Анжеро-Судженск. концентраты из кузнецких углей); Беккер Е., Исследование коксов основных коксохимич. заводов Донбасса, там же, Харьков, 1932, *8*; Гофтман М. и Сениченко С., Получение чистой серы при очистке газа от сероводорода по мокрому способу, Харьков; Кинд В., Возможность использования золы горючих сланцев для производства строительных материалов, «Химия твердого топлива», М., 1931, *1*; Корницкий С., О влиянии зольности топлива на кпд сжигания, «ИТИ», 1932, *3* (73); Черножуков Н., Гутцайт А. и Лосиков Б., Получение смазочных масел из сапропелевой первичной смолы, «Химия твердого топлива», М., 1932, *9—10*; Гиттис В., Применение сланцевых смол в двигателях внутреннего сгорания (стационарных и автомобильных), там же, М., 1931, *5*; Методы испытания нефтепродуктов, «Всес. ком-т по стандартизации», М., 1928, вып. 5; Крым В., Руководство к количественному и технич. анализу, 4 изд., Харьков, 1932 (Весовой и объемный анализ, анализ углей и кокса, газов, продуктов коксобензольного производства); Лидов А., Анализ газов, под ред. М. Кузнецова, Л., 1929 (Наиболее полное на русском языке руководство по исследованию газов); Раковский Е., Прудников М. и Худякова А., Сапропелиты Зангарья и получение из них жидкого топлива, «Химия твердого топлива», М., 1931, *3*; Грицевич Г., Полукоксование Лисичанских углей, М., 1932 (Опыты на полуаводской установке ВТИ при производительности 6 *т* в сутки. Разгонка смолы — при этом наблюдалось отравление работающих. Очистка бензина); Шишаков Н., Газификация Боково-Хрустальского антрацита АК на газогенераторе Тиссен, «ИТИ», 1932, *11—12*; его же, Опыты газификации донецких антрацитов на газогенераторе Тиссена, там же, 1932, *4/74*; Палта Р., Газификация подмосковного угля для получения водяного и генераторного газа в газогенераторе системы Ю. Пинч, там же, 1932, *4/74*.

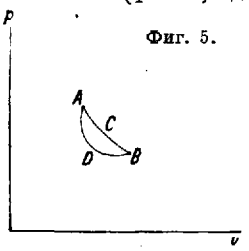
А. Шахно.

Технические испытания руд цветных металлов. В настоящее время, после открытия нового месторождения руд цветных металлов и до начала проектирования их добычи и переработки, производятся всесторонние технич. исследования руд, начинаемые уже в ходе самих геолого-разведочных работ. Такие же исследования производятся и с рудами и полупродуктами, получаемыми из руд по разрабатываемым месторождениям с целью улучшения схемы передела, уменьшения потерь металлов и т. д. Эти исследования заключаются прежде всего в проведении полного анализа и минералогич. исследования средних проб руды, отобранных из различных частей месторождений. Делаются определения не только на ценные цветные металлы, как то: Cu, Pb, Zn, As, Sb, Ni, Cd, Co, Hg, Au, Ag, Al_2O_3 (для алюминиевых руд), но и на ряд других элементов и их соединений, имеющих решающее значение для выбора метода переработки руд, как то: S, Fe, SiO_3, Al_2O_3, CaO, MgO, BaO. В последнее время стали проверять все руды на содержание в них весьма ценных, т. н. редких, элементов: Mo, W, V, Se, Pt и т. д. После того как месторождение достаточно разведано, выявлено общее количество руд каждого сорта (окисленная, сульфидная, медно-цинковая и т. д.), установлены количество и средний состав руд каждого сорта, приступают к отбору средней пробы руды каждого сорта (с каждого отдельного участка месторождения, имеющего примерно одинаковую по характеру и ценности руду) и эту пробу подвергают технич. испытаниям, имеющим целью установить технологич. профиль будущего Комбината по добыче и переработке найденной руды. Очень часто для ускорения работ разведка и опробование месторождения ведутся параллельно с научно-исследовательскими работами по технич. испытаниям руд, проводя последние над случайно отобранными пробами, не являющимися средними пробами, характеризующими месторождение. В таких случаях всегда следует после окончания разведочных работ, оконтурования и выявления характера руд месторождения провести еще отборку средней пробы с проверкой на ней результатов, проведенных над случайными пробами научно-исследовательских работ. В настоящее время по главной массе руд цветных металлов (напр. по всем сульфидным рудам Cu, Pb, Zn, Ni) технич. испытания начинаются с опробования их обогатимости, т. е. возможности механич. отделения ценных содержащих металл минералов от неимеющих цены минералов с получением обогащенного продукта—концентрата. В случае, если руды содержат несколько ценных металлов, металлургич. разделение к-рых встречает затруднения, проблема осложняется, и наряду с простым обогащением руды следует разрешить вопрос разделения металлсодержащих минералов на разные концентраты, как говорят, разрешить проблему селективного обогащения (напр. для руд медно-цинковых, свинцово-цинковых и т. д.).

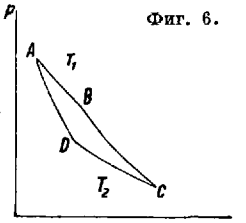
Работы по испытанию обогатимости руд, а также по опробованию и анализам проб геологические разведки у нас ведут научно-исследовательские институты Гинцветмет (Москва), Севгинцветмет (Свердловск), Сибгинцветмет (Иркутск—гл. обр. по золоту), Средазгинцветмет (Ташкент) и Механобр (Ленинград). Кроме этих ин-тов обогатительные лаборатории, производящие работы для нужд пром-сти, имеют и учебные ин-ты (втузы): Минцветмет (Москва) и Севкавцветмет (Орджоникидзе). Многие руды в результате этих работ по обогащению оказываются легко обогатимыми с получением стандартных концентратов, переработка к-рых хорошо известна. Для таких руд разрешение проблемы их обогащения дает достаточно ма-

вершается положительная внешняя работа ($dv>0$) величиной $aABb$, участвует некоторое количество тепла Q, изменяется внутренняя энергия. Пусть теперь мы имеем процесс BCA, на который тратим работу ($dv<0$) величиной $aACBb$, отнимаем от тела тепло Q_1 и возвращаем внутреннюю энергию в начальное состояние. Тогда имеем $\Sigma Q=AL=A\cdot$площадь $ABCA=Q-Q_1$. Тепло Q_1 бесполезно отдано во внешнюю среду. Можем ли мы его в идеале положить равным 0? Если бы на процессе BCA не участвовало тепло, то это было бы возможно.

Процесс, происходящий без участия тепла, называется адиабатическим, и его уравнение есть $0=dU+Ap\,dv$, из которого видно, что при затраченной на этот процесс работе ($dv<0$) внутренняя энергия возрастает, положительная же работа совершается за счет убыли внутренней энергии. Вопрос следовательно будет такой: можем ли мы из какого-либо состояния тела B привести его в другое какое-либо состояние A путем адиабатным? Адиабатный процесс есть процесс механический, без участия внешнего тепла. Если бы вопрос решился положительно, то между механич. энергией и тепловой не было бы по существу никакой разницы, и из механики мы прямо получили бы учение о тепле. Этого однако нет, и потому вопрос нужно решить в отрицательном смысле (аксиома Кара-Теодори). Но после этого мы теперь должны поставить другой вопрос: в чем эта разница заключается? На это мы должны ответить: разница в том, что тепловая энергия связана с понятием о $t°$, к-рого в механике Ньютона нет и к-рое, как мы видим, объяснению механическому не подлежит. О значении $t°$ говорит постулат Клаузиуса: если мы имеем изолированную систему двух тел, теплого и холодного, то невозможен переход тепла с холодного на теплое без затраты энергии. Постулат Клаузиуса утверждает, что не существует такого инструмента, при помощи к-рого калории, освобождающиеся при замерзании воды, производили бы кипение воды при 100°. Всякое приспособление этого рода требует для своего действия затраты внешней работы, следовательно калории при 0°, хотя бы их было неограниченное число, бесценны для работы калорич. машины, если окружающая среда и рабочее тело имеют $t°$ выше 0°. А между тем калории эти все-таки оцениваются каждая в 427 *кгм* работы. Т. о. механич. оценка калории ничего еще не говорит о возможности работать этой калорией в калорич. машине для получения положительной внешней работы. Нужно каким-либо образом повысить $t°$ этой калории. Это происходит напр. при химич. взаимодействии двух тел, где внутренняя энергия компонентов обращается в калории высокой $t°$, чем мы и пользуемся, создавая условия для этого соединения, напр. в машине Дизеля—работой. Но устроить тепловой рычаг, к-рый не требовал бы никакой энергетич. затраты на себя, нельзя по постулату Клаузиуса. Тем не менее ни постулат Клаузиуса ни аксиома Кара-Теодори не решают вопроса о возможности или невозможности получения кпд в калорич. машине равным 1. Мы можем представить себе другой процесс—постоянной $t°$. Здесь тело может брать тепло от источника той же $t°$; это не противоречит постулату Клаузиуса. При обратном изменении оно может отдавать тепло тому же источнику—опять не будет противоречия. Этот процесс является вполне обратимым, т. е. не только по отношению к телу, но и по отношению к тепловому источнику, питающему этот процесс. Теперь допустим, что для какого-нибудь тела адиабатный процесс ADB имеет для двух своих точек A и B (фиг. 5) одну и ту же $t°$. Проведем



Фиг. 5.



Фиг. 6.

через эти точки изотерму ACB, и тогда несомненно получаем цикл $ACBDA$ с коэф-том, равным 1. Может ли это быть? Для решения этого вопроса предположим обратное, т. е. что существует в природе тело, у к-рого адиабата не имеет двух точек с одинаковой $t°$, и далее, что для такого тела изотермы не пересекаются. Для такого тела, если оно существует, мыслим замкнутый цикл из двух изотерм и двух адиабат. Этот цикл будет вполне обратим и по отношению к рабочему телу и по отношению к участвующим здесь источникам—теплому с $t°$ T_1 и холодному с $t°$ T_2. В случае процесса $ABCDA$ (фиг. 6) мы получаем положительную внешнюю работу, причем от источника T_1 взято было тепло Q_1 Cal, источнику T_2 отдано Q_2 Cal и $Q_1-Q_2=A\cdot$площадь $ABCDA$. В случае процесса $ADCBA$ у источника T_2 взято Q_2 Cal, источнику T_1 отдано Q_1 Cal, что произошло за счет тепла Q_2 и добавочной внешней работы $ADCBA$. Следовательно в этом цикле мы по произволу можем или получать положительную работу или отдавать калории теплому телу за счет калорий холодного и добавочной внешней работы. Это и есть цикл Карно. Теперь только мы можем сказать, что если цикл Карно мыслим хотя бы для одного тела природы, то не может существовать ни одной калорич. машины с использованием тепла бóльшим, чем в схеме Карно, при одинаковых для той и другой машины тепловых источниках. Действительно мы всегда можем представить себе машину Карно одинаковой мощности с данной машиной и обратить машину Карно. Тогда если данная машина выгоднее машины Карно, то она берет меньше, чем машина Карно, тепла у теплого источника и отдает меньше холодному. Спарив данную машину с о б р а т н о й машиной Карно, мы в результате брали бы нек-рое количество тепла у холодного источника (+машина−Карно) и отдавали теплому. (−машина+Карно), а работы извне на это не потратили бы, т. к. спаренные машины представляли бы собой простой инструмент, не дающий во-вне работу, но и не требующий ее. Это противоречит постулату Клаузиуса.

Иногда возражают, что в действительных тепловых двигателях происходит химич. процесс сгорания и доказательство с источниками никакой силы не имеет. Возражение это имело бы некоторое основание, если бы термодинамич. принципами нельзя было охватить химич. взаимодействия, как механикой Ньютона нельзя охватить тепловые явления. Но здесь дело происходит как-раз наоборот: Т. дала мощный толчок к развитию физич. химии. Во-вторых, можно представить себе процесс Дизеля например спаренным с обратной машиной Карно

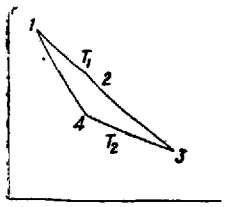
териала для проектировки законченного комбината по получению из них металла. Но существует ряд других руд, либо не поддающихся совсем обогащению (например окисленные никелевые) либо дающих при их обогащении низкое, неудовлетворительное извлечение металла. Кроме того имеются еще руды, обогащение к-рых явно нецелесообразно (напр. почти все «богатые», т. е. с высоким содержанием ценного металла, руды, нек-рые золотые и т. д.), а также руды, дающие концентраты, метод переработки к-рых на основании одного их состава определен быть не может. Такие руды и концентраты следует подвергать технич. испытаниям, имеющим целью установить методы металлургич. переработки либо непосредственно сырых руд либо получаемых из них концентратов. Методов такой металлургич. переработки известно в настоящее время очень большое количество. Их подразделяют на две большие группы: а) гидрометаллургические, или переработка мокрым путем (выщелачивание ценных металлов с последующим выделением их из раствора), и б) пирометаллургические, или переработка огненным путем (обжиг, плавка, возгонка и т. д.). Для каждой исследуемой пробы на основе литературных данных и теоретич. соображений выбирается несколько методов металлургич. переработки и проводятся лабораторные опыты в малом масштабе или в печах малого размера. Такие технич. испытания метода металлургич. переработки руд и концентратов производят институты: Гинцветмет (Москва), Севгинцветмет (Свердловск), Сибгинцветмет (Иркутск—по золоту), а также металлургич. лаборатории при втузах Минцветмет (Москва) и Севкавцветмет (Орджоникидзе). До применения в заводском масштабе лабораторные испытания руд как по обогащению, так и по металлургич. переработке проверяются на установках большего размера, но значительно меньших, чем заводские агрегаты. Такие испытания носят название «полузаводских» и проводятся на специальных опытных установках, имеющихся при некоторых новостройках (напр. Красноуральский з-д по обогащению), а также при научно-исследовательских ин-тах (напр. при Механобре по обогащению, при Гинцветмете по обогащению и металлургии на специальном опытном з-де и т. д.). Для текущих работ по контролю производства на всех наших крупных комбинатах имеются лаборатории. Нек-рые из этих лабораторий настолько хорошо оборудованы, что производят самостоятельно технич. испытания над рудами, перерабатываемыми данным комбинатом, гл. обр. в направлении их обогащения или улучшения результатов обогащения.

Полного руководства, объединяющего все вопросы технич. испытания руд цветных металлов, в настоящее время (сент. 1933) не имеется. Но по отдельным вопросам технич. испытания имеется чрезвычайно богатая литература как на русском, так и на иностранных языках. Перечисляем главнейшие и общеупотребительные руководства на русском языке. Химический анализ. Кроме общеизвестных учебников аналитической химии Меншуткина и Тредвелла наиболее употребительной книгой является Агеенков В., Методы технич. анализа руд, 1932; Обогащение руд. Помимо основных курсов Ортина и Ясюкевича за последнее время вышел из печати ряд брошюр по исследованиям разных руд (проф. Мостовича и других и большое количество статей в журналах «Цветные металлы», «Горнообогатительное дело»), и кроме того все научно-исследовательские ин-ты накопили большой материал, состоящий из отчетов по испытанию обогатимости многочисленных проб руд цветных металлов, перечислить которые в данной статье нет возможности. Металлургическая переработка руд. Имеется обширная литература по каждому металлу, к-рую здесь повторять не будем, ибо она перечислена при статьях по соответствующим металлам (см. *Медь*, *Никель* и т. д.). Отметим только, что помимо опубликованных в журнале «Цветные металлы» статей по испытанию руд наши научно-исследовательские ин-ты располагают громадным архивом отчетов по работам над отдельными пробами различных руд. **А. Цейдлер.**

Организация научно-исследовательских лабораторий в металлургической и машиностроительной промышленности. Задачи заводских лабораторий и лабораторий исследовательских ин-тов в области металлургии и металлообработки сводятся к следующим основным положениям: 1) испытание материалов текущего производства существующими методами, разработка новых упрощенных и более показательных методов испытания материалов; 2) исследование способов улучшения качества материалов, изыскание новых сочетаний элементов в сплавах и их обработка. Лаборатория испытания металлов, рассчитанная на полное всестороннее изучение металлосплавов, должна состоять из следующих отделений. 1) Химического, предназначенного для качественного и количественного анализа элементов сплавов, исследования коррозии с подсобными отделами для испытания топлива, смазочных масел, красок и керамич. материалов; 2) механического—для испытания механич. прочности образцов металлов и целых деталей; 3) металлографического—для микроскопич. исследования структуры металлосплавов с фотографич. кабинетом; 4) термофизического—для определения критич. точек превращения дилатометрич. способом, испытания термообработкой в печах для отжига, отпуска, закалки и т. п.; 5) рентгенографического—для структурного анализа и просвечивания металла рентгеновскими аппаратами; 6) специальных исследований: технологич. испытания, магнитные свойства, электросопротивление и т. д. В современных лабораториях, обслуживающих литейные цехи, должно иметься отделение для испытания формовочных земель. Кроме того при литейных имеются т. н. экспресс-лаборатории, предназначенные для быстрых анализов на ведущие элементы в процессе плавки. Принципы серийного и массового производств, обусловливающие колоссальный выпуск продукции, требующей стандартных ускоренных методов испытания качества материала, наряду с непрерывно растущими требованиями машиностроения к металлу, в отношении прочности при многократных повторных переменного знака усилиях, сопротивления разъедающему действию химич. реагентов, стойкости при очень высоких и очень низких $t°$, магнитной проницаемости, электропроводности или, наоборот, электросопротивления, предъявляют особо жесткие требования к правильной организации лабораторий исследования материалов, применяемых в машиностроении и ме-

той же мощности и между теми же $t°$, но меньшего кпд, и получить опять нагревание теплого источника машины Карно холодильником, общим у Карно и у Дизеля, без затраты дополнительной энергии. Поэтому нет надобности останавливаться на этих когда-то часто практиковавшихся возражениях против принципа Карно и постулата Клаузиуса.

Теперь далее таким же путем мы докажем, что если машины Карно мыслимы для нескольких тел, то кпд процесса Карно при одних и тех же источниках тепла не зависит от природы рабочего тела. Далее если процесс Карно мыслим для одного тела природы, то ни у одного тела природы не м. б. двукратного пересечения адиабаты с изотермой, не м. б. пересечения адиабат, не м. б. касания адиабаты и изотермы, не м. б. замкнутого процесса с положительной работой и одним источником тепла (принцип Томсона). Но процесс Карно не только мыслим, но и м. б. осуществлен. Поэтому все заключения будут универсального характера, пока не опровергнут постулат Клаузиуса. Так. обр. второй принцип Т. формулируется двумя положениями: 1) не существует процесса калорич. машины при данных $t°$ двух источников (нагревателя и холодильника), более выгодного, чем процесс Карно, и 2) кпд процесса Карно не зависит от природы рабочего тела. Особенно важным является второе положение. Это значит, что в выражении кпд цикла Карно не может стоять ни объем ни давление, т. к. тогда неизбежным являлся бы вопрос: объем какого тела? Коэф. процесса Карно может зависеть только от того параметра, к-рый является общим у тела и источников тепла, т. е. от $t°$ источников. Поэтому для вывода выражения коэфициента возьмем уравнение в общем виде для газообразных тел $[p+f(v,\ T)]\ (v-b)=RT$. Оно м. б. сведено к виду $p\,(v-b)=RT-f(v,\ T)\,(v-b)$. Т. к. участвуют теплоты Q_1 и Q_2, то кпд будет



Фиг. 7.

$$\eta=\frac{AL}{Q_1}=\frac{Q_1-Q_2}{Q_1}=1-\frac{Q_2}{Q_1}.$$

Тепло Q_1 по изотерме T_1 (фиг. 7) связано соотношением $Q_1=U_2-U_1+AL$, так же $Q_2=U_3-U_4+AL_2$, работа $L_1=\int_1^2 p\,dv$, $L_2=\int_4^3 p\,dv$, но

$$p=\frac{RT}{v-b}-f(v,\ T)$$ и поэтому

$$L_1=RT_1\ln\frac{(v-b)_2}{(v-b)_1}-\int_1^2 f(v,\ T_1)\,dv,$$

$$L_2=RT_2\ln\frac{(v-b)_3}{(v-b)_4}-\int_4^3 f(v,\ T_2)\,dv,$$

следовательно

$$1-\frac{Q_2}{Q_1}=1-\frac{T_2\left[A\ln\frac{(v-b)_3}{(v-b)_4}-\frac{A}{RT_2}\int f(v,\ T_2)\,dv+\frac{U_3-U_4}{RT_2}\right]}{T_1\left[A\ln\frac{(v-b)_2}{(v-b)_1}-\frac{A}{RT_1}\int f(v,\ T_1)\,dv+\frac{U_2-U_1}{RT_2}\right]}.$$

Т. к. v не может входить в кпд и т. к. v входит в выражение внутренней энергии несовершенного газа, то для всех тел, представляемых данным выше ур-ием, д. б. соотношение в четырех точках пересечения адиабат с изотермами

$$\frac{U_3-U_4}{T_2}+AR\ln\frac{(v-b)_3}{(v-b)_4}-\frac{A}{T_2}\int f(v,\ T_2)\,dv=$$
$$=AR\ln\frac{(v-b)_2}{(v-b)_1}-\frac{A}{T_1}\int f(v,\ T_1)\,dv+\frac{U_2-U_1}{T_1}$$

и кпд цикла Карно $\eta=1-\frac{T_2}{T_1}$. Можно было прямо получить его, взяв ур-ие для совершенных газов. Совершенные газы отличаются только отсутствием сил сцепления, но та или иная сила сцепления не может повлиять на выражение кпд по основному свойству процесса Карно. Т. о. для цикла Карно имеем

$$1-\frac{Q_2}{Q_1}=1-\frac{T_2}{T_1}\ \text{или}\ \frac{Q_2}{Q_1}=\frac{T_2}{T_1}\ \text{или}\ \frac{Q_1}{T_1}-\frac{Q_2}{T_2}=0.$$

Здесь Q_2 взято по абсолютной величине, так же и Q_1. Т. к. при обратном цикле Карно $Q_1<0$ и $Q_2>0$, то общее алгебраич. соотношение для прямого и обратного циклов будет $\frac{Q_1}{T_1}+\frac{Q_2}{T_2}=0$, из к-рого ясно, что если одно тепло положительно (дается рабочему телу), то другое отрицательно (отнимается во внешнюю среду).

Теорема Клаузиуса. Энтропия. Тепловые диаграммы. Для какого-нибудь замкнутого процесса вообще можно считать, что он происходит под влиянием нескольких источников различных темп-р T_1, T_2, ..., T_n с теплотами Q_1, Q_2, ..., Q_n, участвующими в этом процессе. Соотношение между теплотами и $t°$ можно вывести т. о. (К. Нейман). Представим себе между каждыми двумя источниками цикл Карно такой, что тепло одного источника, участвующее в процессе, равно и противоположно теплу, участвующему в цикле или циклах Карно, напр. первый источник (какой угодно) участвует в процессе теплом Q_1, а в цикле Карно q_1, тогда наложим соотношение $Q_1+q_{11}=0$, далее теперь для Карно $\frac{q_{11}}{T_1}+\frac{q_{21}}{T_2}=0$, чем определяется q_{21}, затем для второго источника, участвующего и в первом и во втором циклах Карно,

$$Q_2+q_{21}+q_{22}=0$$

и для второго цикла $\frac{q_{22}}{T_2}+\frac{q_{32}}{T_3}=0$, чем определяется q_{32}, и т. д. Очевидно, что на последний n-й источник мы уже условия на его теплоты наложить не можем и он участвует теплом $Q_n+q_{n(n-1)}$ и в процессе и в последнем цикле Карно. В сложном этом процессе $\Sigma(Q+q)$ обратится очевидно в $Q_n+q_{n(n-1)}$. Разделив каждое из равенств

$$Q_1+q_{11}=0,\ Q_2+q_{21}+q_{22}=0,$$
$$Q_3+q_{32}+q_{33}=0,\ \ldots$$

соответственно на T_1, T_2, T_3 и т. д., сложив все равенства, прибавив к обеим частям сложного равенства по $\frac{Q_n+q_{n(n-1)}}{T_n}$ и приняв во внимание соотношения Карно, получим

$$\sum_1^n\frac{Q_n}{T_n}=\frac{Q_n+q_{n(n-1)}}{T_n},$$

кроме того имеем

$$\Sigma(Q+q)=AL=Q_n+q_{n(n-1)}.$$

Правая часть равенства не м. б. положительной, т. к. это значило бы, что весь сложный замкнутый процесс произошел лишь за счет одного (n-го) источника и была получена положительная работа AL, чего, как мы видели, быть не может, следовательно мы имеем $\sum\frac{Q}{T}\leqslant 0$

таллургии. Оборудование лабораторий должно быть приноровлено для подробного освещения характеристик тех свойств прочности, которые для данного фабриката являются самыми показательными.

В СССР следующие институты занимаются разработкой методики испытаний металлов, исследованием способов повышения качества термообработкой и иными способами, проектированием и изготовлением специальной аппаратуры для испытания металлов: 1) Научный автотракторный институт—НАТИ (Москва, 8, Лихоборы) — исследование металлов в автотракторной пром-сти, изучение износа деталей автомобилей и тракторов, проектирование лабораторий для автотракторной пром-сти. Исследование термообработки автотракторных деталей. 2) Центральный научно-исследовательский аэро-гидродинамич. ин-т—ЦАГИ (Москва, 66, ул. Радио, 17)—разработка методики механических испытаний частей самолетов. Исследование напряжений в металле оптич. и рентгенографич. методами. Исследование термообработки деталей самолетов. 3) Научно-исследовательский дизельный ин-т—НИДИ (Ленинград, 15, Парадная улица, 8)—исследование чугунов и антифрикционных сплавов. Оборудование лабораторий двигателей внутреннего сгорания. 4) Центральный научно-исследовательский институт машиностроения и металло-обработки—ЦНИИМАШ (Москва, 60, Симонов вал, 11). На Украине — КНИИХМ (Киев, Брестлитовское шоссе, 39)—исследования термической и холодной обработки деталей, высококачественного чугуна и твердых сплавов. 5) Ленинградский научно-исследовательский ин-т легких металлов—НИИСАлюминий (Ленинград, Васильевский остров, 20-я линия, 7)—разработка методов коррозионных испытаний цветных и легких металлов, исследование биметалла, обработки цветных металлов под давлением, изучение внутренних напряжений и методики их выявлений, процессов старения. Оборудование лабораторий механич. испытаний по цветным и легким металлам и их сплавам. 6) Ленинградский научно-исследовательский институт металлов—ЛИМ (Ленинград, 15, Госпитальная, 3/8); Уральский научно-исследовательский институт металлов—УИМ (Свердловск, Универс. площадь, 9); Днепропетровский научно-исследовательский ин-т металлов—ДИМ (Днепропетровск, Полтавская, 1)—исследование методов контроля обрабатываемости металлов, термообработки сталей, химического и механич. испытания сталей, исследование свойств различных ферросплавов. 7) Государственный научно-исследовательский ин-т редких элементов—ГИРЕДМЕТ (Москва, Кузнецкий мост, 24); Украинский научно-исследовательский институт редких элементов—УКРГИРЕДМЕТ (Одесса, улица Островидова, 4)—методы химич. анализа редких элементов (кобальт, титан, литий, рубидий, цезий, гелий, торий и др.). Исследование свойств сплавов с редкими элементами. 8) Всесоюзный научно-исследовательский ин-т сельхозмашиностроения—ВИСХОМ (Москва, 8, Лихачевское шоссе, 6)—исследование напряжений в деталях и узлах с.-х. машин, изучение методов испытания на истирание, разработка упрощенных цеховых методов испытания прочности металлов. 9) Научно-исследовательский ин-т станков и инструментов—НИИСТИ (Москва, 85, М. Калужская, 15, при заводе «Кр. Пролетарий»)—исследование материалов для инструмента и калибров. Методика испытания режущих свойств металлов. Исследование хромирования и других процессов поверхностного упрочнения металлов. 10) Научно-исследовательский институт судостроения—НИСС (Ленинград, Лоцманская, 3)—исследование методики испытания сварных соединений. 11) Центральный государственный научно-исследовательский ин-т цветных металлов—ЦГИНЦВЕТМЕТ (Москва, 17, Б. Ордынка, Пыжевский пер., 10)—исследование методики испытания цветных металлов и сплавов химич., механич., термич. и рентгенографич. способами. 12) Государственный научно-исследовательский институт химич. машиностроения—ГНИИХМ (Москва, Кузнецкий мост, 22)—исследования коррозии, жароустойчивости металлосплавов в хим. аппаратостроении. 13) Физический ин-т при Всесоюзной Акад. наук (Ленинград)—всестороннее исследование физич. свойств металлосплавов.

Лит.: Бабошин А., Термич. обработка обыкновенных и спец. сортов стали, М., 1926 (Имеется специальный раздел по оборудованию термич. мастерских и заводских лабораторий. Описание лабораторных печей и приборов для контроля t°, устройства металлометроскопов. Изложены принципы выбора лабораторных печей и их основные характеристики. Приведен перечень машин и приборов для механич. испытаний. Основы рентгенографич. анализа. Оценка качества металла в связи с нормализацией методов исполнения и технич. условиями на приемку его); Длугач Л., Общезаводская лаборатория, М., 1930 (Система организации контрольных и исследовательских работ лаборатории. Современное состояние лабораторного дела в машиностроительной и металлообрабатывающей промышленности. Роль трестовских и общезаводских лабораторий. Методика испытаний, выбор и расчет помещений для лабораторий, принципы размещения оборудования. Увязка текущей работы общезаводских и цеховых лабораторий. Методика комбинированных лабораторных исследований. Персонал для лабораторных исследовательских работ. Организационные формы заводских и трестовских лабораторий, собрание правительственных приказов и инструкций по лабораторному делу. Примерная структура лаборатории крупного машиностроительного з-да. Перспективы лабораторного дела. Приведен ряд цифровых данных по подсчету рабочей площади, аппаратуры, данных по лабораториям некрых крупнейших з-дов); Длугач Л., Основы проектирования заводских лабораторий металлопромышленности, «Вестник металлопромышленности», Москва, 1929, *11*, стр. 132—144 (Практич. данные для расчета кубатуры помещений, расположения отделений, выбора оборудования и последовательности операций); Длугач Л., Лаборатория в сталелитейном деле, Москва, 1930 (Порядок и способы производства лабораторных испытаний и исследований. Выбор и подготовка проб. Испытания механические, химические, металлографические, теплотехнические, термические и физические. Общезаводские и цеховые лаборатории. Участие лаборатории в рационалистич. работе сталелитейных цехов); «Труды Центрального совета лабораторий металлопромышленности», вып. 1, Первая всесоюзная конференция заводских лабораторий металлопромышленности, Москва, 1930 (Собраны доклады о работах заводских лабораторий, стандартизации методов химич. и металлографич. анализа); «Материалы Первой всесоюзной конференции представителей заводских лабораторий металлопромышленности», М., 1929; Тракторный з-д им. Дзержинского в Сталинграде (проект), Л., 1928 (Структура лаборатории по испытанию материалов, план и фасад лаборатории); Прокофьев И., Лаборатория испытания материалов, «Сборник трудов лаборатории испытания материалов», Москва, 1931 (Описание лабораторий: механической, металлографической, термической и химической Тимирязевской с.-х. академии, план с размещением оборудования); Качурин Б., Технич. контроль и лабораторное дело, М., 1930; Орга-справочник, т. 2, Заводские лаборатории, М., 1927; Вавржиньок О., Руководство по испытанию материалов, пер. с нем., т. 1—3, М., 1927 (Организация работ по исследованию металлов: обстоятельное описание аппаратуры и методов работы); Одинг И., Современные методы испытания металлов, 2 изд., Л., 1932 (Оборудование и методы термич. анализа, макро- и микроисследования, исследование физич. свойств: электропроводность, магнитная проницаемость, термоэлектрич. метод, рентгенографич. анализ; дилатометрия, механич. испытания, технологич. пробы); Длугач Л., Современные методы испытания качества металлов и их сплавов, Харьков, 1927 (Систематич. описание приборов и методики исследования металлосплавов. Ход испытания

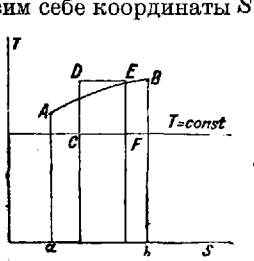
для всякого замкнутого процесса, причем здесь T—темп-ры источников. Если процесс состоит только из обратимых частей, то в виду его медленности можно считать, что на бесконечно малом отрезке $t°$ тела является определенной для всей массы рабочего тела и что этот бесконечно малый отрезок процесса совершен под влиянием источника, имеющего ту же (с точностью до малых второго порядка) $t°$, что и тело. Тогда за T в неравенстве можно считать $t°$ тела и в виду бесконечного множества источников вместо Q взять δQ и вместо суммы интеграл, распространенный на весь замкнутый процесс, т. е. получим $\int \frac{\delta Q}{T} \leqslant 0$. Но процесс обратим, и если его обратить, то все δQ переменят знаки, и следовательно было бы $\int \frac{\delta Q}{T} \geqslant 0$, но знак «больше» не может иметь места ни для одного процесса, и потому для обратимого замкнутого процесса всегда имеем $\int \frac{\delta Q}{T} = 0$ (теорема Клаузиуса). Это есть тепловая характеристика замкнутого обратимого процесса, аналогичная тепловой характеристике процесса Карно. Если мы теперь замкнутый обратимый процесс $ABCDA$ разобьем на две части ABC и CDA, то имеем

$$\int\limits_{ABC} \frac{\delta Q}{T} + \int\limits_{CDA} \frac{\delta Q}{T} = 0,$$

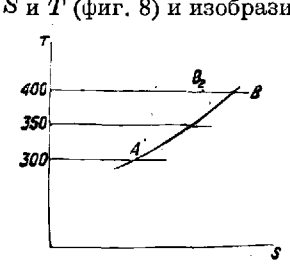
отсюда

$$\int\limits_{ABC} \frac{\delta Q}{T} = -\int\limits_{CDA} \frac{\delta Q}{T} = \int\limits_{ADC} \frac{\delta Q}{T},$$

т. е. при переходе тела из состояния A в состояние C каким-либо обратимым процессом $\int \frac{\delta Q}{T}$ имеет одну и ту же величину. Это значит, что $\frac{\delta Q}{T} = dS$, где S—функция параметров, определяющих состояние тела. Эта ф-ия называется энтропией. Она является вспомогательной ф-ией, имеет, как видно из соотношения, измерение теплоемкости (т. е. калории на $кг$ и 1°) и дает возможность определять тепло во всяком обратимом процессе. Действительно, представим себе координаты S и T (фиг. 8) и изобразим



Фиг. 8.



Фиг. 9.

в этих координатах какой-либо процесс AB; тогда тепло, участвующее в процессе, выразится площадью $ABba$ по соотношению $Q = \int T\,dS$; изотермы в этой системе координат изображаются прямыми, параллельными оси S (T = Const), адиабаты—прямыми, параллельными оси T, т. к. здесь $dQ = 0$ и следовательно $dS = 0$, S = Const, цикл Карно — прямоугольником $CDEF$. На процессе AB тело, как видно по диаграмме, получает тепло ($dS>0$, $\delta Q>0$), на процессе BA ($dS<0$, $\delta Q<0$) тело отдает тепло во внешнюю среду. Поэтому, изобразив какой-нибудь процесс, известный нам из координат v, p, в координатах S, T, мы увидим не только количество тепла, в нем участвовавшего, но и знак тепла, что очень важно при исследовании процессов. Предположим, что мы имеем в системе v, p ряд процессов с каким-нибудь совершенным газом, например воздухом; перенесем эти процессы в систему S и T (фиг. 9). Сначала изобразим линию постоянного атмосферного давления. В системе S и T возьмем на изотерме внешней среды (напр. $T_0 = 300°$) точку A и будем считать, что эта точка представляет состояние воздуха при $T_0 = 300°$ и $p_0 = 1\ atm$. Дальше для линии постоянного давления имеем характеристику $dQ = c_p\,dt$, допустим, что $c_p = c_{p_0} + \alpha T$, тогда $dQ = c_{p_0}\,dt + \alpha T\,dt$,

$$\frac{dQ}{T} = dS = c_{p_0}\frac{dT}{T} + \alpha\,dT$$

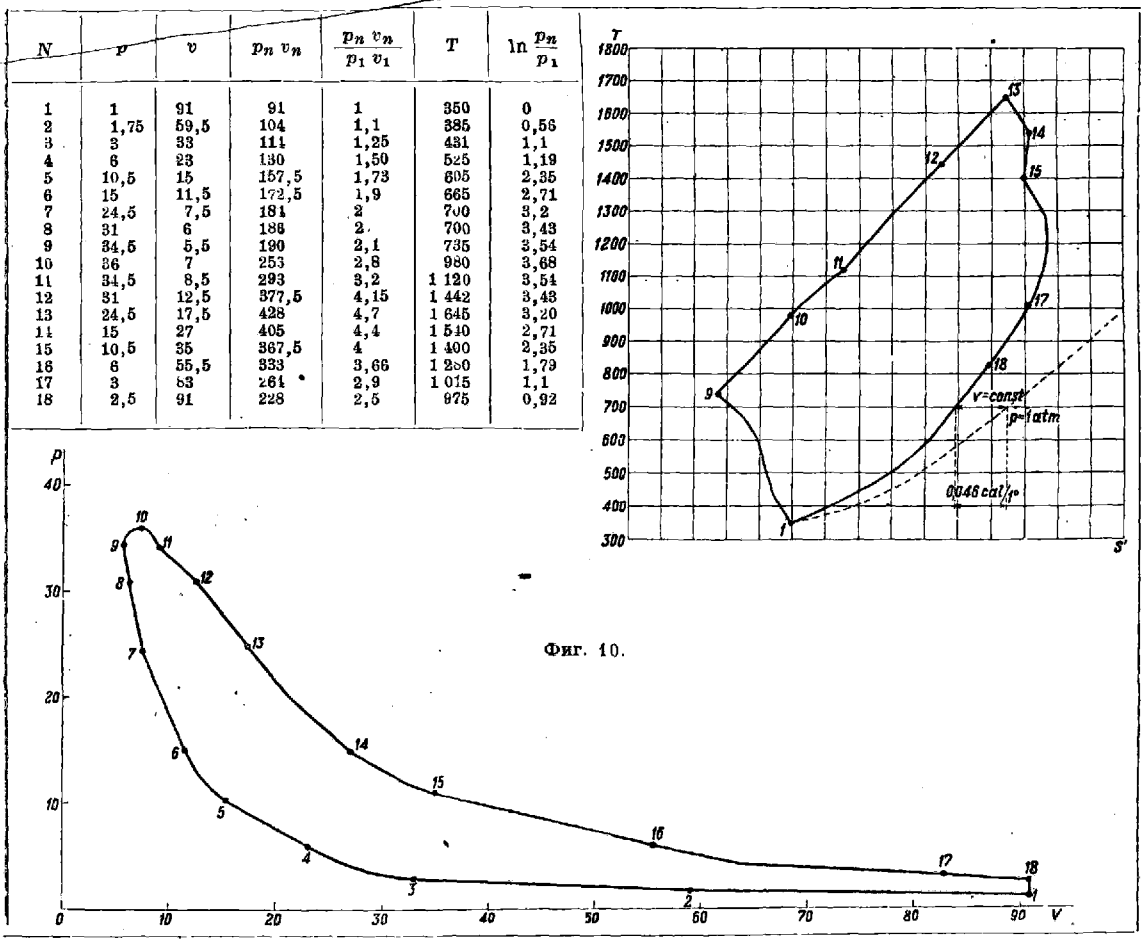
и отсюда $S - S_0 = c_{p_0} \ln \frac{T}{T_0} + \alpha (T - T_0)$. Задавшись масштабом для энтропии (напр. 0,01 Cal/1° = 2 *мм*), вычисляем для различных T (бо́льших T_0) разность энтропий $S - S_0$ и откладываем их от точки a вправо, в сторону возрастающих энтропий, т. к. в этом процессе $dQ > 0$ при $T > T_0$. В пересечении ординат, проведенных в этих полученных точках, с соответственными изотермами получаем точки кривой постоянного атмосферного давления. Пусть требуется теперь изобразить состояние воздуха при давлении 2 atm и 400° абс. Проводим изотерму 400° (по масштабу темп-р) до пересечения с кривой p = Const = 1 atm в точке B. Эта точка изображает состояние воздуха для $p = 1\ atm$ и $T = 400°$; из этого состояния перевести воздух в состояние 2 atm и 400° можно путем сжатия по изотерме, при этом по ур-ию $Q = U_2 - U_1 + AL$ имеем ($U_2 = U_1$ при T = Const для совершенных газов)

$$Q = AL = \int p\,dv = ART \int \frac{dv}{v} = -ART \ln \frac{v_1}{v_2}$$

и по ур-ию $pv = RT$ для этого случая $\frac{v_1}{v_2} = 2$, т. е. $Q = -ART \ln 2$; теперь при T = Const $Q = T(S_2 - S_1) = -ART \ln 2$, откуда $S_2 - S_1 = -AR \ln 2$, и, высчитав, откладываем влево от точки B найденную разность энтропий. Таким путем переносим из системы v, p в систему S, T любые точки. Нужно только знать в системе v, p температуры. Но, если известна в этой системе хотя бы одна температура, остальные определятся.

Предположим, как это бывает на индикаторных диаграммах, нам неизвестно количество газа, участвовавшего в процессе, но известен только его объем и давление, и мы принимаем, что масса его G не меняется за время процесса. Тогда $Gvp = GRT$, $Gv_1p_1 = GRT_1$, откуда $\frac{T_1}{T} = \frac{p_1 v_1}{pv}$, и если T известно, то по отношению давлений и объемов, читаемых на индикаторной диаграмме, определим T в любой точке. Нужно только знать мертвый объем в его отношении к объему, описываемому поршнем, что часто известно по степени сжатия, и далее на индикаторной диаграмме прибавить на линии счета объемов пропорциональный отрезок. Приложенные здесь диаграмма и таблица объясняют подробности (фиг. 10). Нужно заметить, что здесь принималась неизменяемость характера c_p, c_v и R за все время изображаемого процесса и величины эти брались для воздуха. Между тем диаграмма снята была с двигателя Дизеля. Поэтому тепловое изображение лишь приблизительное, но оно дает возможность в общих

N	p	v	$p_n v_n$	$\frac{p_n v_n}{p_1 v_1}$	T	$\ln \frac{p_n}{p_1}$
1	1	91	91	1	350	0
2	1,75	59,5	104	1,1	385	0,56
3	3	33	111	1,25	431	1,1
4	6	23	130	1,50	525	1,19
5	10,5	15	157,5	1,73	605	2,35
6	15	11,5	172,5	1,9	665	2,71
7	24,5	7,5	184	2	700	3,2
8	31	6	186	2	700	3,43
9	34,5	5,5	190	2,1	735	3,54
10	36	7	253	2,8	980	3,68
11	34,5	8,5	293	3,2	1 120	3,54
12	31	12,5	377,5	4,15	1 442	3,43
13	24,5	17,5	428	4,7	1 645	3,20
14	15	27	405	4,4	1 540	2,71
15	10,5	35	367,5	4	1 400	2,35
16	6	55,5	333	3,66	1 280	1,79
17	3	83	261	2,9	1 015	1,1
18	2,5	91	228	2,5	975	0,92



Фиг. 10.

чертах судить о тепловом характере процесса, как уже было указано. Общее выражение энтропии для совершенных газов можно получить из ур-ия

$$\frac{\delta Q}{T} = \frac{dU}{T} + \frac{Apdv}{T} = \frac{c_v dT}{T} + \frac{ARdv}{v} = \frac{c_{v_0} + \alpha T}{T} dT + \frac{ARdv}{v},$$

и, интегрируя, имеем:

$$S - S_0 = c_{v_0} \ln \frac{T}{T_0} + \alpha (T - T_0) + AR \ln \frac{v}{v_0},$$

или

$$S - S_0 = c_{v_0} \ln \left[\frac{T}{T_0} \cdot e^{\frac{\alpha (T - T_0)}{c_{v_0}}} \cdot \left(\frac{v}{v_0} \right)^{\frac{AR}{c_{v_0}}} \right].$$

Для одноатомных газов (гелия, аргона) можно принимать $c_v = \text{Const} = c_{v_0}$, $\alpha = 0$ и следовательно

$$S - S_0 = c_v \ln \left[\frac{T}{T_0} \cdot \left(\frac{v}{v_0} \right)^{\frac{Ak}{c_v}} \right].$$

Положив для них $\frac{c_p}{c_v} = k$ и взяв по ур-ию Майера $c_p - c_v = AR$, получим

$$\frac{AR}{c_v} = k - 1.$$

Таким образом

$$S - S_0 = c_v \ln \left[\frac{T}{T_0} \cdot \left(\frac{v}{v_0} \right)^{k-1} \right].$$

Характеристические функции. Мы имеем теперь два ур-ия Т. для обратимых процессов: 1) $\delta Q = dU + Ap\,dv$, 2) $\delta Q = T\,dS$. Можно ввести кроме энтропии ряд других вспомогательных ф-ий для термодинамич. исследования как процессов, так и самой природы тела. Ф-ия $U + Apv$ является так же определенной состоянием тела, как и сама ф-ия U (как говорят, с точностью до произвольного постоянного, заключенного в U). Разность этих ф-ий для двух состояний тела, т. е. $U_2 - U_1 + Ap_2v_2 - Ap_1v_1$, вполне определенна (постоянное исчезает) и также не зависит от процесса, к-рым тело переходило из одного состояния в другое. Ф-ия эта называется энтальпией (Камерлинг-Оннес), или теплосодержанием, и обозначается i (Молье). Последний термин взят из учения о насыщенном паре и там имеет реальное значение. Разность энтальпий в процессе постоянного давления дает тепло, участвующее в этом процессе, что видно из ур-ия $Q_2 = U_2 - U_1 + A\int p\,dv$; при $p = \text{Const}$ $Q_2 = U_2 - U_1 + Ap(v_2 - v_1) = i_2 - i_{1(p=\text{Const})}$. Первое ур-ие Т. теперь м. б. написано так:

$$\delta Q = dU + Ap \cdot dv = d(U + Apv) - Av \cdot dp = di - Av \cdot dp.$$

При $p = \text{Const}$ имеем $dQ = c_p dT = di$, но вообще $di = \frac{\partial i}{\partial T} dT + \frac{\partial i}{\partial p} dp$ и при $p = \text{Const}$ получим $c_p = \left(\frac{\partial i}{\partial T} \right)_p$. Точно так же при $v = \text{Const}$ из ур-ия $\delta Q = dU + Ap\,dv$ имеем $c_v = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_v$. Первое соотношение показывает, как можно определить i, если известны c_p для различных $t°$ и давлений,

металлосплавов по Брановскому. Принципы рационального выбора методов испытания качества металлов и их сплавов. Описание современной металлоиспытательной станции. В конце книги приведена обширная библиография по лабораторному делу, состоящая из 308 названий русских и иностранных трудов за период 1922—26 гг.); Зернов А., К вопросу о стандартизации методов испытания материалов, «Вестник металлопром-сти», М., 1927, *5—6*; Дубовин К., Лаборатории заводов с.-х. машиностроения, — «Коммунар» (Запорожье), «Красная звезда» (Зиновьевск), «Октябрьская Революция» (Одесса), «Из трудов УНИСХОМ'а», Харьков, 1932 (Определение типа заводской лаборатории, структуры и схемы ее управления, методология работ, детальные сметы оборудования); Болховитинов Н., Металлография и термич. обработка, 2 изд., М.—Л., 1933 (Описание большого количества приборов лабораторий машиностроительных з-дов и методов работы на них); Goerens P., Einführung in die Metallographie, 5 Aufl., Halle a/S., 1926 (Методика исследования металлов; описание основной аппаратуры лабораторий); Rosenhain W., An Introduction to the Study of Physical Metallurgy, 2 ed., London, 1919; Sachs G., Goerens P. u. Mailänder R., Plastische Verformung u. die technischen Verfahren zur Prüfung u. Untersuchen d. Metalle u. Legierungen, Handbuch d. Experimentalphysik, hrsg. v. W. Wien u. F. Harms, B. 5, Lpz., 1930; Sauerwald Fr., Lehrbuch d. Metallkunde des Eisens u. Nichteisenmetalle, B., 1929; Sauveur A., The Metallography a. Heat Treatment of Iron a. Steel, N. Y., 1926; Дымов А., Руководство для лабораторий технического анализа металлов, М., 1931; Кабанов С., Методы технического контроля и заводские лаборатории, Ленинград, 1932; Одинг И., Прочность металлов, М.—Л., 1932 (В книге собрана библиография по различным вопросам испытания материалов и лабораторного оборудования); Guillet L., Les méthodes d'étude des alliages metalliques, P., 1923 (Методы исследования металлических сплавов); Handbook A. S. T. M., Cleveland, Ohio, 1929 (Справочник американского Об-ва по испытанию материалов); Werkstoff-Handbuch, Stahl u. Eisen, Düsseldorf, 1927 (Методика и описание литературы для испытания материалов. Многочисленные таблицы констант и свойств черных металлов); Werkstoff-Handbuch, Nichteisenmetalle, Berlin, 1927; «Заводская лаборатория» с 1932 г. (Статьи по вопросам организации лабораторий, оборудованию, использованию аппаратуры, методике исследований, описание новых приборов); Schneider et Co. (Лаборатории завода Шнейдер в Гарфлер), «Revue de Métallurgie», P., 1925 (Лаборатория национальной оружейной ф-ки в Герсталь-ле-Льеж), «Rev. de Métallurgie», P., 1923, p. 2173—307; «Mitteilungen d. deutschen Materialprüfungsanstalten», B. (Периодич. статьи по вопросам организации и проведения лабораторных испытаний); Методика механич. испытаний металлов, М., 1928, вып. 68 (Изложена классификация и методика механич. испытаний, основные величины и характеристики приборов и станков механич. и металлографич. лабораторий. Технологич. пробы); Лоренц В., Руководство по испытанию и приемке строительных материалов, Москва, 1929; Бентковский И., Шапошников Н., Янгю., Руководство к практич. занятиям в механич. лаборатории, Л., 1928; Давиденков Н., Динамич. испытания металлов, М., 1929 (Методика и аппаратура); Мур Г., Коммерс Дж., Усталость металлов, дерева и бетона, пер. с англ., М., 1929 (Описание методики и станков для испытания на усталость); Wazau, Новые силомеры для измерения крепости, «St. u. E.», 1922, p. 1906—07; Fremant Ch., Механические испытания проволоки, «GC», 1922, p. 129—133; Col, Опыты на сжатие металлов, «Journal of the Instit. of Metals», L., 1923, September; Tuchermann L., Измерения напряжений оптич. системами и экстензометрами, «Engineering», 1923, v. 116, p. 222; Lessels, Статистич. и динамич. испытание стали, «Proceed. of the American Society for Steel Treating», 1923, October, p. 536—545; Schapira B., Современные машины для испытания материалов, «Techn. Moderne», P., 1923, *24*, p. 801—806; Nicolau, Градуировка разрывных машин с помощью образцов, «Revue de Métallurgie», P., 1924, t. 21, p. 342—347; Бабошин А., Предел пропорциональности как мерило качества стали, «Вестн. металлопром.», М., 1924, *1—3* и *4—6* (Рефер. «Revue de Métallurgie», P., 1925, t. 25); Английские машины для испытания твердости, «Foundry Trades Journal», L., 1922; Mouillac R., Маятник Герберта для испытания твердости, «Revue de Métallurgie», P., 1925, t. 22, p. 223—238; Esnault-Pelterie R., Аппарат для измерения твердости по Герцу, ibid., 1926, t. 23, p. 553—567; Машина Амслера для испытаний на удар, «Americ. Machin.», 1922, v. 56, p. 158—160; Matsuda, Динамич. твердость бронзы, алюминиевой бронзы и латуни при высоких температурах, «Sc. Rep. Tohôna Imp. Univ.», 1925, v. 14, p. 401—411, «Revue de Métallurgie», P., 1926, *5*, p. 219; Mailänder R., Явления усталости и длительные испытания, «St. u. E.», 1924, p. 585—589, 624—629, 657—661, 684—691 и 719—721; Houda a. Jamada R., Исследование истираемости металлов, «Journal of the Inst. of Metals», L., 1925; Moser M., Методы испытания на твердость, «Kruppsche Monatshefte», Essen, 1929, Juni (Хронологич. указатель библиографии по испытанию стали на удар, доведенный до 1923); «Proc. of the Amer. Society of Testing Materials», Philadelphia, Pa., v. 22, p. 9—36; Föppl L., Fortschritte auf dem Gebiet d. spannungsoptischen Untersuchung von Konstruktionen, «Z. d. VDI», 1932, *21*; Graf O., Dauerversuche mit Schweissverbindungen, «Bautechnik», B., 1932, *10*; Schleisinger, Verschleissversuche an einer Werkzeugmaschine mit auslegierter Führungsbahn, «Giesserei-Ztg», B., 1932, *29/30*; Elektrische Werkstattmessegeräte, «Maschinenbau», B., 1932, H. 17; Guillery, Различные улучшения в испытательных машинах и их применение, «Bull. de la Société d'encouragements de l'ind. nationale», P., 1932, *6* (Описание новых конструкций прессов Бринеля, универсальных разрывных машин и других приборов механич. лаборатории); Härteprüfung, Druckversuch u. Festigkeitsprüfung von Gusseisen (Entwurf, A 103, A 106, A 108, A 109), «Maschinenbau», B., 1932, H. 13; Dauerbiegversuche, Prüfverfahren, A 113, Entwurf 2 des DVM, «Ztschr. f. Metallkunde», B., 1933, *1*; Templin R., Автоматический регистрирующий прибор для удлинений при работе на разрывных машинах, «Proceedings of the Amer. Society Testing Materials», Philadelphia, Pa., 1932, part 2, p. 783—792; Герне Ф., Руководство по химическому анализу специальных сталей весовым и объемным путем, 3 изд., М.—Л., 1932; Ледебур А., Руководство для железно-заводских лабораторий, перевод с нем., СПБ, 1909 (Подробное изложение методов химич. анализа металлосплавов); Бауер О. и Дейсс Е., Анализ железа и стали, пер. с нем., М., 1927; Bauer O. u. Deiss E., Probenahme u. Analyse von Eisen u. Stahl, B., 1922 (Описание аппаратуры и методов исследования); Пинберг С., Руководство по химич. анализу в металлургич. производстве, Л., 1931; Berl-Lunge, Chemischtechnische Untersuchungsmethoden, B. 1—4, 8 Aufl., B., ab 1931 (Капитальный труд по всестороннему исследованию металлов. Подробное описание современной аппаратуры, методов анализа; принципы организации лаборатории техно-химического анализа. Определение физич. и неорганич. включений; массовые анализы, электролиз, потенциометрич. методы, пирометрия, металлографич. исследования, оптич. методы, спектральный и рентгеновский анализы, микрохимич., исследования. Подробный именной и предметный указатель); Scott W., Standard Methods of Chemical Analysis, N. Y., 1927; Мурач Н. и Резков М., Стандарты цветных металлов и сплавов, М.—Л., 1933 (Классификация, технич. условия и методы анализа цветных металлов); Чугун, сталь, ОСТ 3199; Методы анализа, М., 1931; Сборный выпуск проектов стандартов по цветным металлам, вып. 26 (Методика химич. анализа баббитов кальциевых, мышьяково-кадмиевых, оловянно-свинцовых); Зайцев А., Типовые баббиты стандартные и новые, М.—Л., 1932 (Сравнительное лабораторное исследование); Чижевский И., К вопросу об определении азота в железе, чугуне и стали, «Revue de Métallurgie», P., 1924, t. 23, p. 114—115; Girard R., Исследования по коррозии и ржавлению стали и чугуна, ibid., t. 23, Juni, p. 361; Воскресенский П., Техника лабораторных работ, Москва—Л., 1932 (Подробное описание аппаратуры для химич. анализа и приемов работ); Коррозия металлов, «Труды Института прикладной минералогии», Сборник под ред. Н. Изгарышева, М., 1931 (Методика и аппаратура для испытания на коррозию); Коррозия металлов и борьба с ней; Сборник под редакцией М. Рубинштейна и др., по материалам III Всесоюзной научно-исследовательской конференции по коррозии 15—17/III 1932, М., 1932; Роудон Г., Предохранительное покрытие металлами, пер. с англ., 2 изд., М., 1932 (В конце приведена обширная библиография по коррозии по 1927 г.); Гейн и Бауэр, Металлография, Рига, 1915 (Краткое описание приборов и методов лабораторных исследований); Прайс Е., Практич. руководство по металлографии железа и стали, М., 1932 (Описание аппаратуры металлографич. лаборатории, приемы работ, уход за приборами); Кноблаух О. и Генки К., Точное измерение температур в технике, пер. с нем., 1931; Кащенко Г., Руководство к лаборатории металлографии, Л., 1926 (Методика термич. и металлографич. анализа); Newton J., Friend a. Williams R., Определение коэф-та линейного теплового расширения нек-рых торговых металлов и сплавов, «Journal of the Instit. of Metals», L., 1924; Chevenard P. et Portevin A., Дилятометрич. анализ сплавов, «Revue de Métallurgie», P., 1925, p. 357—374; Chevenard P., Диференциальный дилятометр с механически регистрирующим прибором, «Revue de Métall.», t. 13, 1926, p. 92—101; Essen u. Oberhoffer, Новый универсальный диференциальный дилятометр, «St. u. E.», 1926, *5*; Stöblein, Простой дилятометр для высоких температур (до 1 100°), ibid., 1926, *4*; Курнаков Н., Металлография и физико-химич. анализ, «Научно-технич. вестник», М., 1921, *3—4*; Garvin, Новая установка для металлографич. микроскопа, «Bull. de la Société Franç. Phys.», P., 1922, *175*; Бабошин А., Применение металлографич. метода к изучению службы металлич. изделий, машин и сооружений в разных областях техники, «Вестник металлопром-сти», М., 1923, *9—12*;

путем графич. интегрирования. Из уравнения $\delta Q = di - Av \cdot dp$ и $\delta Q = T \cdot dS$ получим

$$dS = \frac{di}{T} - \frac{Av \cdot dp}{T} = \frac{1}{T} \cdot \frac{\partial i}{\partial T} \cdot dT + \frac{1}{T}\left(\frac{\partial i}{\partial p} - Av\right) dp$$

и т. к. dS есть диференциал ф-ии при независимых здесь переменных T и p, то

$$\frac{\partial}{\partial p}\left(\frac{1}{T} \cdot \frac{\partial i}{\partial T}\right) = \frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{1}{T} \cdot \frac{\partial i}{\partial p} - \frac{Av}{T}\right),$$

т. е.

$$\frac{1}{T} \cdot \frac{\partial^2 i}{\partial p \cdot \partial T} = \frac{1}{T} \cdot \frac{\partial^2 i}{\partial p \cdot \partial T} - \frac{1}{T^2} \cdot \frac{\partial i}{\partial p} + \frac{Av}{T^2} - \frac{A}{T} \cdot \frac{\partial v}{\partial T},$$

или

$$\left(\frac{\partial i}{\partial p}\right) = Av - AT\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right) = -AT^2 \frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{v}{T}\right).$$

Это соотношение позволяет определять по энтальпиям объемы. Т. о., определив опытным путем теплоемкость при постоянном давлении для различных $t°$ и давлений, мы можем по ним определять и объемы, т. е. Т. дает средство по одним только величинам c_p уже представить зависимость между p, v, T, т. е. характеристич. ур-ие (графически или ф-лой). С другой стороны, вычисляем разность энтропий для различных давлений и $t°$, имея значения c_p, по соотношению $dS_{p=\text{Const}} = c_p \frac{dT}{T}$. Опять можем составить график $\frac{c_p}{T}$ и определять $S - S_0$ для какого-нибудь давления. Отсюда видим тесную связь между величинами p, v, T, i, S, U. Можно взять какие-нибудь две из этих шести величин за независимые переменные и подыскать такие ф-ии, к-рые своими производными и комбинациями их давали бы остальные четыре величины. Эти ф-ии называются характеристическими (Массье) и служат весьма удобным средством находить по опытным данным основные термодинамич. величины. Напишем ур-ие $\delta Q = dU + Ap \cdot dv = T\,dS$. Из него получаем

$$Ap \cdot dv = T \cdot dS - dU = d(TS) - dU - S\,dT = d(TS - U) - S\,dT,$$

или

$$d(TS - U) = S\,dT + Ap \cdot dv.$$

В левой части равенства имеется диференциал ф-ии, определяемой (в своей разности) состоянием тела, в правой—полные диференциалы параметров T и v, к-рые и служат независимыми переменными. Функция $TS - U$ называется свободной энергией и является характеристич. ф-ией при независимых переменных v и T. Обозначая ее через F, имеем

$$dF = \frac{\partial F}{\partial v}\,dv + \frac{\partial F}{\partial T}\,dT = S\,dT + Ap \cdot dv.$$

Отсюда

$$\frac{\partial F}{\partial v} = Ap,\ \frac{\partial F}{\partial T} = S,\ T\frac{\partial F}{\partial T} - F + \frac{\partial F}{\partial v}\,v = i,$$

$$T\frac{\partial F}{\partial T} - F = U,$$

или

$$U = T^2 \frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{F}{T}\right),\ i = T^2 \frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{F}{T}\right) + \frac{\partial F}{\partial v}\,v.$$

Т. о. через две независимые переменные T и v, ф-ию F и ее производные выражаются остальные 4 термодинамич. величины. Так как

$$c_v = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v = T\frac{\partial^2 F}{\partial T^2},$$

то в свою очередь

$$\left(\frac{\partial c_v}{\partial v}\right)_T = T\frac{\partial^3 F}{\partial T^2 \partial v} = T\frac{\partial^2}{\partial T^2}\left(\frac{\partial F}{\partial v}\right) = AT\left(\frac{\partial^2 p}{\partial T^2}\right)_v,$$

точно так же

$$\left(\frac{\partial U}{\partial v}\right)_T = T \cdot \frac{\partial^2 F}{\partial T \partial v} - \frac{\partial F}{\partial v} = AT\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v - Ap.$$

Ф-ия F была введена Гельмгольцем и названа им свободной энергией (в его обозначении свободная энергия $U - TS = -F$, здесь взято обозначение Массье как более удобное). Возьмем теперь независимыми переменными T и p, имеем

$$\delta Q = di - Av \cdot dp = T \cdot dS,$$

отсюда

$$d(TS - i) = S\,dT - Av \cdot dp;$$

обозначим ф-ию $TS - i$ через Φ (ее называют иногда термодинамическим потенциалом; введена она была Дюгемом). Тогда имеем

$$S\,dT - Av \cdot dp = d\Phi = \frac{\partial \Phi}{\partial T}\,dT + \frac{\partial \Phi}{\partial p}\,dp$$

и отсюда

$$\frac{\partial \Phi}{\partial T} = S;\ \frac{\partial \Phi}{\partial p} = -Av;$$

$$i = TS - \Phi = T \cdot \frac{\partial \Phi}{\partial T} - \Phi = T^2 \cdot \frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{\Phi}{T}\right);$$

$$U = T^2 \cdot \frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{\Phi}{T}\right) + \frac{\partial \Phi}{\partial p} \cdot p;\ c_p = T \cdot \frac{\partial^2 \Phi}{\partial T^2};$$

и так же, как для c_v, находим

$$\frac{\partial c_p}{\partial p} = -AT\left(\frac{\partial^2 v}{\partial T^2}\right)_p,$$

далее опять можно получить

$$\left(\frac{\partial i}{\partial p}\right)_T = -AT\frac{\partial v}{\partial T} + Av = -AT^2 \frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{v}{T}\right).$$

Но в ур-ии $\delta Q = di - Av \cdot dp$ можно взять за независимые переменные i и p. Тогда

$$\frac{\delta Q}{T} = dS = \frac{di}{T} - \frac{Av \cdot dp}{T} = \frac{\partial S}{\partial i}\,di + \frac{\partial S}{\partial p}\,dp$$

и отсюда

$$\left(\frac{\partial S}{\partial i}\right)_p = \frac{1}{T},\ \left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_i = -\frac{Av}{T} = -Av \cdot \frac{\partial S}{\partial i},$$

т. е.

$$T = \frac{1}{\frac{\partial S}{\partial i}},\ Av = -\frac{\frac{\partial S}{\partial p}}{\frac{\partial S}{\partial i}},\ U = i - Apv = i + p\frac{\frac{\partial S}{\partial p}}{\frac{\partial S}{\partial i}}.$$

Отсюда видим, что в этом случае энтропия является характеристич. ф-ией. С другой стороны, можно написать

$$di - T\,dS = Av \cdot dp,\ dp = \frac{di}{Av} - \frac{T}{Av}\,dS.$$

Берем i и S за независимые переменные и тогда

$$dp = \frac{\partial p}{\partial i}\,di + \frac{\partial p}{\partial S}\,dS.$$

Сравнивая, получаем:

$$\left(\frac{\partial p}{\partial i}\right)_s = \frac{1}{Av},\ \frac{\partial p}{\partial S} = -\frac{T}{Av},$$

т. е.

$$Av = \frac{1}{\left(\frac{\partial p}{\partial i}\right)_s},\ T = -\frac{\left(\frac{\partial p}{\partial S}\right)_i}{\left(\frac{\partial p}{\partial i}\right)_s},\ U = i + p \cdot \frac{1}{\left(\frac{\partial p}{\partial i}\right)_s}.$$

Следовательно p является характеристич. ф-ией при независимых переменных i и S. Точно так же получаем, что U будет характеристич. ф-ией при переменных v и S; v—при переменных U и S. При переменных S и p характеристической ф-ией будет i:

$$di = T\,dS + Av \cdot dp = \frac{\partial i}{\partial S} \cdot dS + \frac{\partial i}{\partial p} \cdot dp,$$

отсюда

$$\left(\frac{\partial i}{\partial S}\right)_p = T;\ \left(\frac{\partial i}{\partial p}\right)_S = Av \text{ и т. д.}$$

Теперь можно и первое ур-ие Т. написать в формах, иногда более удобных для приложе-

ния, напр., взяв за независимые переменные v и T и введя ф-ию F, имеем

$$\delta Q = dU + Ap\,dv = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v dT + \left[\left(\frac{\partial U}{\partial v}\right)_T + Ap\right] dv,$$

но

$$\left(\frac{\partial U}{\partial v}\right)_T = T\cdot\frac{\partial^2 F}{\partial T\,\partial v} - \frac{\partial F}{\partial v} = AT\frac{\partial p}{\partial T} - Ap \text{ и } \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v = c_v,$$

следовательно

$$\delta Q = c_v\,dT + AT\frac{\partial p}{\partial T}\,dv.$$

Точно так же при независимых переменных T и p получим, выходя из ур-ия $\delta Q = di - Av\cdot dp$ и пользуясь ф-ией Φ,

$$\delta Q = c_p\,dT - AT\frac{\partial v}{\partial T}\,dp.$$

По первому ур-ию имеем

$$\delta Q = c_p\frac{\partial T}{\partial v}\,dv + c_v\frac{\partial T}{\partial p}\,dp =$$

$$= c_v\left(\frac{\partial T}{\partial p}\,dp + \frac{\partial T}{\partial v}\,dv\right) + AT\frac{\partial p}{\partial T}\,dv,$$

т. е.

$$(c_p - c_v)\left(\frac{\partial T}{\partial v}\right)_p = AT\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v.$$

Но, рассматривая v как ф-ию T и p при $p = \text{Const}$, получим

$$dv = \frac{\partial v}{\partial T}\,dT,$$

а, считая T за ф-ию v и p при $p = \text{Const}$, получим

$$dT = \frac{\partial T}{\partial v}\,dv$$

и отсюда

$$\left(\frac{\partial T}{\partial v}\right)_p = \left(\frac{1}{\frac{\partial v}{\partial T}}\right)_p,$$

следовательно

$$c_p - c_v = AT\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v\cdot\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p.$$

Это—соотношение Клапейрона для теплоемкостей всех тел. Оно пишется также

$$(c_p - c_v)\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)\cdot\left(\frac{\partial T}{\partial v}\right) = AT.$$

Можно исключить $\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v$, именно

$$dp = \left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_T dv + \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v dT;$$

при $p = \text{Const}$ имеем

$$dp = 0 \text{ и } \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v = -\left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_T\cdot\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p;$$

отсюда

$$c_p - c_v = -AT\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p^2\cdot\left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_T.$$

Но, так же как и раньше, найдем

$$\left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_T = \frac{1}{\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_T} \text{ и } c_p - c_v = -\frac{AT\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p^2}{\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_T}.$$

При $p = \text{Const}$ $\frac{\partial v}{\partial T} = av$, где a—коэф. кубич. расширения от $t°$; так же при $T = \text{Const}$ $\frac{\partial v}{\partial p} = -\beta v$, где β—коэф. сжатия от давления; тогда

$$c_p - c_v = \frac{ATa^2v}{\beta}.$$

Из определений для a и β видно, что a—отвлеченное число на 1°:

$$a = \frac{1}{v}\cdot\frac{\partial v}{\partial T},$$

а β измеряется $м^2/кг$:

$$\beta = -\frac{1}{v}\cdot\frac{\partial v}{\partial p},$$

где p в $кг/м^2$. Таким образом общее измерение c_p и c_v будет

$$\frac{1\text{ Cal}\cdot 1°}{кг\cdot м}\cdot\frac{1^2}{1^{\circ 2}}\cdot\frac{м^3}{кг}\cdot\frac{1}{м^2/кг} = \frac{\text{Cal}}{кг\cdot 1°},$$

как и должно быть. Таким путем узнают c_v там, где непосредственное определение очень трудно, напр. для воды или для твердых тел. Возьмем воду при 70° (= 343° абс.). Объем 1 $кг$ по Бриджмену равен 0,00102 $м^3$; можно взять $a = 6\cdot 10^{-4}/1°$, β по Бриджмену $= 4\cdot 10^{-9}$ $м^2/кг$. Тогда

$$c_p - c_v = \frac{343\cdot 1{,}02\cdot 10^{-3}\cdot 36\cdot 10^{-3}}{427\cdot 4\cdot 10^{-9}} = 0{,}07\text{ Cal}/кг\ 1°.$$

По Диетеричи (Dieterici) в этом случае $c_p \cong \cong 1{,}005$ и следовательно $c_v \cong 0{,}935$. Подобным вычислением убеждаемся, что c_v для воды между 0 и 100° непрерывно убывает.

Теорема Нернста для однородного тела. Мы видели, что теплоемкости c_v и c_p выражаются через характеристич. ф-ии F и Φ:

$$c_v = T\left(\frac{\partial^2 F}{\partial T^2}\right)_v \text{ и } c_p = T\left(\frac{\partial^2 \Phi}{\partial T^2}\right)_p,$$

но

$$\frac{\partial^2 F}{\partial T^2} = \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_v \text{ и } \frac{\partial^2 \Phi}{\partial T^2} = \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_p.$$

Предположим, что T убывает и стремится к 0, тогда обе теплоемкости будут стремиться к нулю, если только производные от энтропии по T не стремятся к бесконечности. Они стремились бы к бесконечности, если бы энтропия в своем выражении содержала логарифмич. функцию T, тогда в производных появилось бы количество вида $\frac{a}{T}$. Итак, если энтропия в своем выражении не содержит логарифмич. ф-ии T, то теплоемкости c_v и c_p обращаются в нуль при $T = 0$. Обратно, если бы опытным путем обнаружено было, что напр. c_v стремится к нулю при убывающих T, то это служило бы указанием, что $\frac{\partial S}{\partial T}$ не стремится к бесконечности и энтропия не содержит в границах, близких к $T = 0$, логарифмич. ф-ии T. Тогда можно было бы написать $S = \text{Const} + aT + bT^2 + cT^3 + \ldots$, где a, b, c, ...—ф-ии объема, т. к. энтропия не м. б. ф-ией только $t°$, иначе адиабата $S = \text{Const}$ совпала бы с изотермой. При $T = 0$ и разумеется конечных значениях a, b, c, ... получаем $S_0 = \left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_0 = \text{Const} = l$. Ф-ия F разностью своих значений дает работу изотермич. процесса [из ур-ия $d(TS - U) = dF = S\,dT + Ap\cdot dv$]. Но всегда можно иметь еще целый ряд ф-ий, к-рые удовлетворяют этому условию. Действительно возьмем $F_1 = F - Tk$, где k—произвольное постоянное. Тогда имеем $(F_{12} - F_{11}) = (F_2 - F_1)$ при $T = \text{Const}$, а так же

$$c_v = T\cdot\frac{\partial^2 F_1}{\partial T^2},\quad U = T^2\cdot\frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{F_1}{T}\right) \text{ и т. д.}$$

Но

$$\frac{\partial F_1}{\partial T} = \frac{\partial F}{\partial T} - k \text{ при } T = 0,\ \left(\frac{\partial F_1}{\partial T}\right)_0 = l - k$$

и, взяв $k = l$, имеем $\left(\frac{\partial F_1}{\partial T}\right)_0 = 0$, т. е. всегда можно найти такую ф-ию F_1, разностью своих значений дающую изотермическую работу, что $\left(\frac{\partial F_1}{\partial T}\right)_0 = 0$. Но мы могли бы и прямо положить $l = 0$. Тогда имели бы еще и следующее положение (М. Планк): для всякого тела, у к-рого c_v стремится вместе с T к нулю, можно положить $S_{T=0} = 0$. Но, с другой стороны, мы имеем

$$c_v = T\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_v = aT + 2bT^2 + 3cT^3 + \ldots,$$

Hause, О микрографии, «Kruppsche Monatshefte», Essen, 1926, Apr.; Lucas F., Введение в металлографию с ультрафиолетовым светом, «Trans. of the Americ. Instit. of Min. Metall. Eng.», N. Y., 1926, p. 909; Turner H. u. Jevous J., Обнаружение напряжений в мягкой стали, разные протравители и способы, «Journ. of the Iron a. Steel Institute», L., 1925, *I* (Приведена библиография по вопросам микро- и макротравления); Greaves R. a. Others, Practical Microscopical Metallography, 2 ed., L., 1933; Kirchrath H., Hochtemperatur Laboratoriumsöfen mit Kohle als Widerstandsmaterial, «Elektrowärme», 1933, *4*; Jellinghaus W., Magnetische u. diatometrische Untersuchungen zur Stahlhärtung, «Ztschr. f. techn. Physik», Lpz., 1933, *6*; Esser H. u. Cornelius H., Gefügeuntersuchung bei Temperaturen bis 1 100°, «St. u. E.», 1933, *20*; Luerssen G., Probescheibenuntersuchung bei Analitätsstählen, «Trans. of the Amer. Soc. for Steel Treating», Cleveland, 1933, *4*; Hauser F., Neue Geräte f. die Beleuchtung mikroskopischer Objekte mit auffallendem Licht, «Zeiss-Nachrichten», 1932, *2—3*; Lester N., Радиография металлов. Испытания стального литья Х-лучами, «Chem. a. Metall. Eng.», New York, 1923; Weiss H., Спектрография рентгеновыми лучами в металлургии, «Revue de Metallurgie», P., 1925, p. 333—355, 450—460; Dejean P., Экспериментальные исследования о магнитных превращениях железа и стали, «Ann. de Physique», P., 1922, t. 18; Nicolau P., К вопросу о термомагнитном анализе, «Revue de Métallurgie», P., 1925, p. 275; Rohn W., Исследование термоэлектродвижущей силы сплавов никеля, «Z. für Metallkunde», B., 1924, B. 16; Campbell a. Withey, Лабораторный способ изготовления некоторых образцов стали, отличающихся только содержанием углерода, и влияние содержания углерода на удельное сопротивление, «Trans. of the Am. Soc. for Steel Treating», Cleveland, 1924, v. 33—50; Иоффе А., Техника физич. эксперимента, М., 1929 (Данные общелабораторной практики; электрометрия, рентгеновская техника, некоторые приемы оптики); Seemann H., Korrektionsrechnungen f. Röntgenspektrometer, «Ztschr. f. Physik», B., 1932, B. 79, *9/10*; Möller H., Ueber die Messung von Spannungen durch Röntgenstrahlen, «Z. f. techn. Physik», Lpz., 1933, B. 14, *6*; Otto A., Elektromagnetisches Verfahren zur Prüfung von Drahtseilen, «Glückauf», Essen, 1933, *21*; Pomp A. u. Zapp B., Beitrag zur akustischen Werkstoff-Herstellung von Stahlstäben, insbesondere f. die Eisenforschung, Lfg 3, Düsseldorf, 1933; Нейбургер М., Рентгенография металлов и сплавов, перевод с немецкого, Москва—Ленинград, 1932; Агеев Н., Рентгенография металлов и сплавов, Л., 1932; Глокер Р., Рентгеновские лучи и испытание материалов, перевод с немецкого, Ленинград—Москва, 1932; Ewald P. u. Hermann O., Strukturberichte, B., 1930.

П. Пименов.

Технические испытания строительных материалов. При изучении главнейших свойств естественных каменных материалов их подвергают следующим испытаниям: определению объемного веса, водопоглощения, пористости, теплопроводности, морозостойкости, твердости, прочности на сжатие, износу на кругах, истиранию, крепости на удар. Исследованиями этих материалов и их испытанием занимаются научно-исследовательские институты: ВНИИСМ, ЦИАТ, Ин-т прикладной минералогии, лаборатории испытаний материалов различных втузов.

Искусственные каменные материалы, получаемые обжигом при исследовании и изучении основных их свойств, подвергаются тем же испытаниям, что и естественные каменные материалы, но в то же время дополнительно испытываются в зависимости от рода изделия: клинкер—на изгиб, износ; гончарная черепица—на перелом, водонепроницаемость; канализационные трубы—на кислото- и щелочеупорность; огнеупорные кирпичи—на огнеупорность, устойчивость и прочность при высокой $t°$ и т. п. Исследуют и изучают их свойства и особенности ВНИИСМ, ВИОК, лаборатории испытания материалов разных втузов.

Воздушные вяжущие вещества при изучении их свойств и оценке их качества испытываются: воздушная известь—на чистоту продукта, выход теста, его пластичность, степень гашения, механич. прочность на растяжение и сжатие; гипсовые вяжущие вещества и каустич. магнезит—на сроки схватывания, равномерность изменения объема, тонкость помола, временное сопротивление на растяжение и сжатие. Изучают их ВНИИСМ, лаборатории втузов и трестов.

Гидравлические добавки при испытании подвергаются определению их химсостава, степени активности и гидравлич. способности. Изучают их ВНИЦ и ВНИИСМ.

Гидравлические вяжущие вещества при суждении об их качестве и установлении их главнейших свойств испытываются: на определение химсостава, сроков схватывания, нормальной густоты теста и раствора с песком, равномерности изменения объема, тонкости помола, временного сопротивления на растяжение и сжатие, степени устойчивости в различных водах. Изучением и исследованием их занимаются ВНИЦ, ВНИИСМ, лаборатории кафедр и испытания материалов втузов, трестов и з-дов.

Искусственные каменные безобжиговые материалы при выявлении их качества и основных свойств подвергаются следующим испытаниям: определению объемного веса, строения, пропорции составных частей, влажности, водоустойчивости, временного сопротивления на сжатие в естественном состоянии и в состоянии ускоренного твердения, морозостойкости, теплопроводности. Изучением и исследованием их занимаются ВНИИСМ, НИИЖС, лаборатории втузов, трестов и заводов.

Термоизоляционные материалы испытываются на определение объемного веса, прочности на изгиб и сжатие, теплопроводности, звукопроводности, влагоемкости, гигроскопичности, водоустойчивости. Исследуют и изучают их ВНИИСМ, НИИЖС, лаборатории трестов.

Изоляционные и кровельные материалы подвергаются испытаниям на эластичность, потерю веса при нагревании, временное сопротивление на растяжение, однородность пропитки, водонепроницаемость. Естественный и искусственный шифер—на определение объемного веса, механич. прочности, водонепроницаемости, водонасыщения, устойчивости против атмосферных влияний, теплопроводности, огнестойкости и т. п. Их исследованием и изучением занимаются ВНИИСМ, НИИЖС, лаборатории трестов.

Отделочные материалы, к-рым принадлежат олифа, лакокрасочные материалы, строительное стекло, линолеум, обои и т. п., испытываются в научно-исследовательских институтах (Лакокрасочном, Стекла и других), лабораториях трестов и з-дов. Олифа, лаки и краски испытываются на их чистоту, устойчивость их против действия света, паров, атмосферы, щелочей, к-т. Стекло—на бесцветность, пузырчатость, волнообразность, устойчивость. Линолеум—на степень сопротивления износу истиранием. Обои—на безвредность и устойчивость красок для рисунков.

Лит.: Белявский Л., Коковин В. и Покровский В., Методы испытаний каменных пород, М., 1932; Вавржиньок О., Руководство по испытанию материалов, пер. с нем., кн. 2, вып. 4, М., 1928, вып. 5, части 6, 7, 8, М.—Л., 1931; Дементьев К., Технология строительных материалов, ч. 1, Баку, 1930; Эвальд В., Строительные материалы, Л., 1932; Абрамов Н., Введение в курс механич. испытаний материалов, Новочеркасск, 1909; Hirschwald J., Handbuch d. bautechn. Gesteinsprüfung, B., 1912; ОСТ 2929,

и, если a, b, c,... являются ф-иями объема, то можем положить $l = 0$, если же по наблюдениям над теплоемкостью a, b, c,... являются постоянными величинами, то

$$S = \varphi(v) + aT + bT^2 + cT^3 + \dots$$

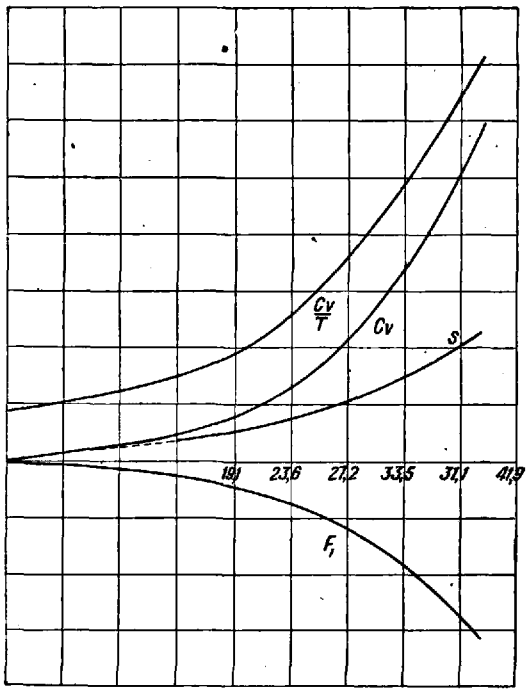
и при $T = 0$ $S = \varphi(v_0) =$ постоянной величине, к-рую мы произвольно положить равной 0 не можем. Тогда остается лишь первое положение о существовании ф-ии F_1 такой, что $\left(\frac{\partial F_1}{\partial T}\right)_0 = 0$. Это и является в сущности теоремой Нернста для однородного тела, т. е. если теплоемкость c_v стремится вместе с T к нулю, то всегда существует ф-ия F_1, дающая разностью своих значений изотермич. работу, так что $\left(\frac{\partial F_1}{\partial T}\right)_{T=0} = 0$. А в формулировке М. Планка: для всех тел, у к-рых c_v стремится вместе с T к нулю, энтропию при $T = 0$ можно положить равной 0. Но, как мы видели, это можно принимать с известными ограничениями. При этом разумеется говорится о жидких или твердых телах, т. к. газы при малых T перестают существовать. Здесь не лишним является поставить также вопрос: указывает ли Т. на возможность одновременного стремления к 0 теплоемкости и $t°$? Мы видели, что при независимых переменных v и S внутренняя энергия является характеристич. ф-ией по ур-ию $dU = T\,dS - Ap\,dv$ и следовательно $\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_v = T$. Представим себе систему координат: S—абсциссы, U—ординаты и нанесем в этой системе кривую $v =$ Const. Тогда касательная к этой кривой при $T = 0$ будет параллельна оси абсцисс и вместе с тем будет геометрич. местом точек, где $U =$ Const. Т. о. можем сказать, что кривая $v =$ Const и прямая $U =$ Const имеют две общие бесконечно близкие точки там, где $T = 0$. Перейдем теперь к системе координат T, U и возьмем на оси ординат точку, через к-рую проведем кривую $v =$ Const. В этой точке $T = 0$ и следовательно здесь будут две общие бесконечно близкие точки между кривой $v =$ Const и прямой $U =$ Const, т. е. $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v = 0$ или, другими словами, $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v = c_v$ здесь равно нулю. Таким образом Т. дает указание, что мы вправе ожидать стремление к нулю теплоемкости c_v одновременно с $t°$. То же самое можно сказать и о c_p, если вместо U взять ф-ию i. Опыты над теплоемкостями c_v при очень низких $t°$ немногочисленны в виду их большой трудности, но все они подтверждают, что теплоемкость стремится одновременно с T к нулю. Графически ф-ия F_1 определяется по опытным данным относительно c_v или: 1) из ур-ия $c_v = T \cdot \frac{\partial^2 F_1}{\partial T^2}$ или 2) из ур-ий

$$U = T^2 \cdot \frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{F_1}{T}\right) \quad \text{и} \quad c_v = \frac{\partial U}{\partial T}.$$

Вычерчивается сначала кривая c_v в координатах T, c_v, затем (во втором случае) определяется ее интегральная

$$U = f(T) + \varphi(v),$$

где $\varphi(v)$—произвольная ф-ия объема, к-рая отбрасывается, т. к. здесь ищется зависимость U от $t°$; далее строится кривая $\frac{f(T)}{T^2}$ и ее интегральная. Помножением ординат этой последней на T получаем F_1 в ее зависимости от $t°$. В первом случае вычерчивается кривая $\frac{c_v}{T}$, ее интегральная S и затем интегральная этой последней. Значения c_v идут только до определенной $t°$ и далее до абсолютного нуля продолжаются от руки. Здесь дана примерная табличка (фиг. 11) нахождения F_1 по опытам относительно c_v для алюминия. Кривая F_1 получается явно касающейся оси T при $T = 0$, т.е. $\left(\frac{\partial F_1}{\partial T}\right)_0 = 0$, что и требовалось.



Фиг. 11.

Относительно теплоемкости c_v существует теория Дебая (Debye), основанная на теории квант и лучистого тепла. Она приводит к тому, что при малых T $c_v = cT^3$, где c—постоянная для каждого тела. Это выражение c_v несовместимо, как было указано, с формулировкой М. Планка теоремы Нернста. Но на примере алюминия можно видеть, что ф-ла Дебая является лишь первым приближением к опытам и можно подобрать более точную ф-лу для c_v вида $aT + bT^2 + cT^3 + \dots$, где a, b, c,... м. б. и ф-иями объема. Из приложенной здесь таблички видно, что кривая $\frac{c_v}{T}$ для алюминия не стремится к нулю, как следовало бы по Дебаю. Поэтому формулировку М. Планка нельзя заранее отвергать. Примем, что и для других тел $c_v = aT + bT^2 + cT^3$. Возьмем ур-ие адиабаты из общего ур-ия

$$\delta Q = c_v\,dT + AT\frac{\partial p}{\partial T}\,dv = c_v\,dT + T\frac{\partial^2 F}{\partial T \partial v}\,dv = 0.$$

Отсюда

$$\frac{dv}{dT} = -\frac{c_v}{T\frac{\partial^2 F}{\partial T \partial v}} = -\frac{aT + bT^2 + cT^3}{T\frac{\partial^2 F}{\partial T \partial v}} = -\frac{a + bT + cT^2}{\frac{\partial S}{\partial v}},$$

но так как

$$c_v = T\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_v = aT + bT^2 + cT^3,$$

то

$$S = aT + \frac{b}{2}T^2 + \frac{c}{3}T^3 \text{ и } \frac{\partial S}{\partial v} = a'T + \frac{b'}{2}T^2 + \frac{c'}{3}T^3,$$

где a', b', c'—производные по v. Следовательно

$$\frac{dv}{dT} = -\frac{a + bT + cT^2}{a'T + \frac{b'}{2}T^2 + \frac{c'}{3}T^3}$$

2930, 2931, 2945. Исследования новых эффективных материалов; Петров А., Артиктуф, «Строит. матер.», М., 1930, *9—10*; Чиспиев Д., Артикские туфовые строит. лавы, М., 1930; Михайлов Р., Пемзовые строительные материалы, Москва, 1930; Известняк-ракушечник, «Труды ВИСМ», 1932, вып. 5; Кровельные сланцы, «Труды ВИСМ», 1933, вып. 7; Койфман, Кровельные сланцы Черноморья, «Строит. мат.», Москва, 1931, *6*; Вавринюк О., Руководство по испытанию материалов, пер. с нем., кн. 2, вып. 4, М., 1928, вып. 5, ч. 6, 7, 8, М.—Л., 1931; Августиник А., Методы контроля сырья и изделий промышленных силикатов, Л., 1931; Болленбах и Кифер, Лабораторная книга для глиняной промышленности, Л., 1931; ОСТ 2355, 3702, 4245, 4728, 4729; Лахтин Н., «СП», 1925, *3*, *4*, *6—7*, *10*; Филиппов А., там же, 1925, *1*; Лахтин Н. и Суровцев В., там же, 1926, *6—7*; Шапошников Н., «Строит. мат.», М., 1932, *7*; Таль, там же, 1929, вып. 4; Галкин П., Характеристика московского клинкера, там же, М., 1930, *3*; Бухгарц, Испытание кирпича и клинкера, пер. с нем., там же, 1930, *11—12*; ВИННОРС, вып. 1 и 3, М., 1932; Лагунов Г., Легкий кирпич, «СП», 1930, *9—10* Удальцов и Чибуновский, Производство трепельного кирпича, «Строит. мат.», М., 931, *1* и *4*; Розенталь А., Трепельные строит. материалы, М.—Л., 1932; П. Ю., Рациональные строит. материалы, М.—Л., 1931; Лахтин Н., Данные испытаний гончарной черепицы и методика, «Строит. мат.», М., 1929, вып. 1; Будников П., Керамич. технология, ч. 2, Київ — Харків, 1933; Методы исследования товаров, под общ. редакцией А. Августиника и Воскресенского, Л.—М., 1932; Lunge-Berl, Chemischtechnische Untersuchungsmethoden, 8 Aufl., B. 2, B., 1932; «Tonindustrie-Ztg», B., 1930, *51*, *52*, 1929, *28*; ОСТ 68, 89, 3688, 3689; Шамотный кирпич, «Труды центр. лаборатории укр. огнеуп.-цем. треста», Харьков, 1932; Метод определения термич. устойчивости шамотного кирпича, «Стр. мат.», М., 1930, *11—12*; Шулькин, Исследование динаса из мартена, там же, 1930, *6*; Тальковый кирпич, «Труды ВИСМ», М., 1931, вып. 3; О тальковом кирпиче, «Строит. мат.», 1931, *8*, 1932, *2*; Потапенко, О технологич. исследовании мертвообожженного доломита, «МС», 1931, *5—6*; Longcholen et Ko-Fu-Tsiang, Исследование огнеупорно-магнезит. изделий, пер. с франц., «Строит. матер.», М., 1932, *2*; Килессо С. и Чекасинов М., Производство магнезитового кирпича, там же, 1932, *7*; Футеровка для известково-обжигат. печей, «Труды ВИСМ», 1932, вып. 6; Hirsch, «Tonindustrie-Ztg», B., 1927, *46—47*; Юнг В. и Коршунова, О клинкерно-цементной футеровке, «Стр. мат.», М., 1931, *7*; Алексеев, Заводские лаборатории в кирпичной промышленности, там же, 1930, *9—10*; Литинский, Лаборатории огнеупорных изделий, там же, 1931, *6*, *7*, *8*, *9* и *12*; Всесоюзн. конференции заводских лабораторий пром. строит. матер., М., 1931; Вавринюк О., Руководство по испытанию материалов, кн. 2, вып. 4, М., 1928; Дементьев К., Технология строит. материалов, ч. 1, Баку, 1930; Schoch K., Die Mörtelbindestoffe, B., 1928; Lunge-Berl, Chemischtechnische Untersuchungsmethoden, 8 Aufl., B. 2, B., 1932; ОСТ 2643, 2645, 3035; Будников П., Гипс и его исследования, Л., 1933; Nacken R. u. Fill K., Zur Chemie des Gips, B., 1931; Швецов В., Каустич. магнезит, «Строит. мат.», М., 1931, *1*; Чебуков, там же, 1930, *9—10*; Байков А., Исследования над каустич. магнезитом, М., 1913; Либерман, Каустич. магнезит из доломита, «Строит. мат.», М., 1931, *4*; Михайлов Н., Замена каустич. магнезита полуобож. доломитом, там же, 1932, *8*; «Всесоюзн. конференция заводск. лабораторий пром. строит. материалов», М., 1931; Методы испытаний кислых гидравлич. добавок, вып. 1, Комиссия по добавкам НТС, «Сплин. промышленность», М., 1931; ОСТ 3042; «Труды ин-та прикл. минералогии», М., 1929, вып. 42; Философов П., Исслед. трепелов и глинотреп. пород, «Строит. мат.», М., 1931, *1*; Дружинин С., Трассы и диатомиты, там же, 1930, *6*; Кинд В., Исследование вулканич. пород Закавказья, «СП», 1926, *11*; Тагамлик В., Нальчикский пепел, «Строит. мат.», М., 1931, *5*; Александров И., Применение артиктуфа для пуццолан. цементов, там же, 1931, *4*; Орлов Е., Доменные шлаки и их использование, Харьков, 1930 (неопубл.); Михайлов Р. и Попов Н., Минеральные заполнители легких бетонов, вып. 1, М.—Л., 1932; Кинд В. и Курощапов М., Гидравлич. свойства кислых доменных шлаков, «Строит. матер.», М., 1932, *3*; Степанов А. и Петров Ф., Гидравлич. свойства уральск. кислых доменных шлаков, там же, 1932, *6*; Kosfeld, Verwendung von Hochofenschlake zu Beton, «St. u. E.», 1929, *8*; Глебов С., Зола подмоск. угля, «Стр. мат.», М., 1930, *6*; Шемяков В., Зола кашпирских сланцев, там же, 1932, *5*; Кинд В., Использование горючих сланцев для строительных материалов, там же, 1931, *6*; Антоневич К., Гидравлические свойства каолинитовых глин, «Труды гос. научно-иссл. керамич. ин-та» (ТИКИ), 1931, вып. 32; Дементьев К., Технология строительных материало , ч. 2, Баку, 1930; Абрамов Н., Испытание строительных материалов, Новочеркасск, 1909; Материалы по стандартизации строительных материалов, «Цементная промышленность», М., 1930; Schoch K., Die Mörtelbindestoffe, B., 1928; Lunge-Berl, Chemischtechnische Untersuchungsmethoden, 8 Aufl., B. 2, B., 1932; ОСТ 79, 2640, 2641, 2642, 2644, 3709, 4862, 5036, 5157; Кинд В. и Коган Л., Гидравлич. известь Ленингр. области, «Строит. мат.», М., 1932, *11*; Кинд В. и др., Спец. свойства строительных растворов, Л., 1933; Александров И., Пуццол. цем. на основе пемзы и туфа, «Строит. мат.», М., 1932, *4*; Левтонов П., Твердение изв.-диат. растворов, «ЦНИИМ НКПС», М., 1931, сборник 13; Степанов В., Новые строит. материалы Ореховстроя, М., 1932; Глинит-цемент, Информационный сборник ВИСМО, 1932, вып. 2; Бесклинкерный шлаковый цемент, «Научно-исслед. ин-т бетонов», 1931, вып. 9; Кюль Г., Химия цемента в теории и практике, с доп. проф. В. Юнга, Л., 1931; Otzen R., Hochwertiger Zement, Charlottenburg, 1926; Пуццолановые цементы, Научно-технич. комитет НКПС, М., 1927, вып. 71; Строит. материалы, «ЦНИИМ НКПС», М., 1931, сборник 13; Пуццолановые цементы, там же, 1927, вып. 71; Всесоюзная конференция заводских лабораторий пром. строит. матер., М., 1931; Изделия из портланд-цемента и асбеста исследует Асбестовый научно-исследовательский ин-т (АНИ), методы испытаний: ОСТ 2928, 3270, 3271, 450; ОСТ 416, 800, 3043, 3163; Степанов В., Новые строительные материалы Ореховстроя, М.—Л., 1932; Костырко Е., «Сообщен. ин-та сооружений», М., 1929, вып. 1; Вутке О., Шлакобетонные стены, там же, М., 1930, вып. 5; Михайлов Р., Теплый бетон, М., 1927; Попов Н., Теплый бетон, М., 1929; Брюшков А., Газопенобетон, М., 1930; Искусств. строит. цемза (Лаборатория Ленжилтреста), Л., 1932; Кальцинирование глин, «Строит. мат.», М., 1932, *12*; Философов и Щепетов, Исследов. изв.-песч. кирпича заводов СССР, там же, 1929, вып. 4; Михайлов Р. и Попов Н., Минеральные заполнители легких бетонов, вып. 1, М.—Л., 1932; Костырко Е. и Пшеницын П., Керамзит, «Строит. мат.», М., 1931, *2—3*; ОСТ 2571, 3614, 3619, 3620; Лапшин П., Магнез. и изв. терп. фибролит, «Строит. мат.», М., 1930, *4*, 1931, *6*; Гипсолитовые диски, там же, 1929, *4*; Изоляц. плиты из торфа, М., 1932; Лапшин В., Новые строит. материалы из соломы, «Строит. мат.», М., 1930, *7—8*; Воробьев В., Битумино ные кровельные материалы, Москва—Ленинград, 1932.

В. Тарарин.

Технические исследования по аэрогидродинамике касаются гл. обр. различных приложений аэрогидродинамики и авиации. Испытания и исследования производятся на моделях в аэродинамич. трубе (см. *Аэродинамика*) или в свободном полете аэроплана. Для того чтобы по возможности соблюдать при исследованиях закон подобия, аэродинамич. трубы делаются возможно бо́льших размеров. Для лучшего соблюдения этого закона делают аэродинамич. трубы, в к-рых воздух движется, находясь под большим давлением; такие трубы называются трубами переменной плотности. Для исследования сопротивления воздуха на больших скоростях делаются специальные аэродинамич. трубы больших скоростей, в к-рых скорость потока доходит до скорости звука или превосходит ее. Для проверки тех данных, к-рые получены в трубе на моделях, производятся исследования на натуральных объектах в полете. Обстановка и аппаратура опытов в первом случае (в трубах) более удобна и проста, чем во втором, поэтому они и имеют большее распространение. Лишь при исследовании неустановившегося движения, к-рое в аэродинамич. трубах осуществить весьма трудно, прибегают исключительно только к полетным исследованиям. Аэродинамич. испытания контрольного характера производятся, с одной стороны, в аэродинамич. трубах при проектировании самолета и служат т. о. контролем предварительных расчетов, а, с другой,—над натуральным самолетом для выявления его полетных и других качеств. Контрольные испытания крыла состоят в нахождении коэф-та подъемной силы, лобового сопротивления и момента по углу атаки, для модели самолета—коэф-тов подъемной силы, лобового сопротивления и моментов тангажа и рысканья и кре-

и при $T = 0$ выражение обращается по абсолютной величине в ∞, т. е. адиабатич. расширением ($dt < 0$) не достигнем абсолютного нуля, т. к. для этого нужно бесконечно большое изменение объема, а т. к. c_v и c_p стремятся к нулю, то и охлаждением мы не можем его достигнуть. Отсюда выводят положение о невозможности достижения абсолютного нуля. Но если мы возьмем ф-лу Дебая, то

$$c_v = cT^3, \quad S = \varphi(v) + \frac{c}{3}T^3, \quad \frac{\partial S}{\partial v} = \varphi'(v)$$

и получаем

$$\left(\frac{dv}{-dT}\right)_0 = \frac{a}{\varphi'(v_0)}.$$

Следовательно формула Дебая несовместима и с положением о недостижимости абсолютного нуля. Вопрос впрочем этот и вообще остается открытым, т. к. опытным путем он не проверялся. Все значение теоремы Нернста—не в области однородного тела, а в области химич. реакций, где она формулируется иначе, о чем речь будет дальше. Мы видим из всего сказанного, что теорема Нернста вытекает из обоих принципов Т. и следовательно не м. б. поставлена наряду с ними как нек-рый третий принцип.

Об измерении температуры. Термодинамически $t°$ должна определяться из соотношения Карно $\frac{Q_1}{Q_0} = \frac{T_1}{T_0}$. Поэтому если представим себе цикл Карно между двумя $t°$, из к-рых одна соответствует таянию льда при нормальном давлении (760 *мм* рт. ст.), а другая—кипению воды при том же давлении, то, определивши количественно теплоты Q_0 и Q_1, участвующие в этом цикле, имеем $\frac{Q_1}{Q_0} = \frac{T_1}{T_0}$. Представим, что разность между этими $t°$ выражается числом 100° (это число с термодинамич. точки зрения м. б. взято произвольно), получим $T_0 = \frac{100}{\frac{Q_1}{Q_0} - 1}$.

Это будет термодинамич. $t°$ тающего льда при 760 *мм* давления. Т. о. определяется начало счета термодинамич. шкалы, т. е. расстояние в градусах от абсолютного нуля до $t°$ тающего льда. Однако здесь возникают трудности с опытной стороны как в точном измерении количества калорий Q_1 и Q_0, так и в точном воспроизведении адиабатных процессов. Также и внешнее давление должно строго оставаться постоянным, иначе $t°$ таяния и кипения изменятся. Поэтому обращаются к газовым термометрам, причем наблюдают или изменение объема вследствие изменения $t°$ при постоянном давлении или изменение давления при постоянном объеме. Назовем через α коэф. расширения газа от $t°$, тогда имеем в первом случае

$$\frac{v - v_0}{v_0} = \alpha t_p,$$

где v—конечный объем при темп-ре t_p, v_0—объем при 0°. Для второго случая соответственно

$$\frac{p - p_0}{p_0} = \beta t_v,$$

где β—коэф. изменения давления. Если бы газы точно следовали ур-ию $pv = RT$, тогда мы имели бы

$$\left(\frac{v - v_0}{v_0}\right)_p = \frac{T - T_0}{T_0}$$

и так же

$$\left(\frac{p - p_0}{p_0}\right)_v = \frac{T - T_0}{T_0},$$

т. е.

$$t_p = t_v \quad \text{и} \quad \alpha = \beta = \frac{1}{T_0} = \gamma,$$

и тогда газовый термометр вполне соответствовал бы термодинамич. шкале. В действительности однако этого нет, газы следуют уравнению $pv = RT$ точно только при большом разрежении или при высоких $t°$. Поэтому для небольших давлений можно выразить α и β ф-лами

$$\alpha = \gamma + \delta p, \quad \beta = \gamma + \delta_1 p$$

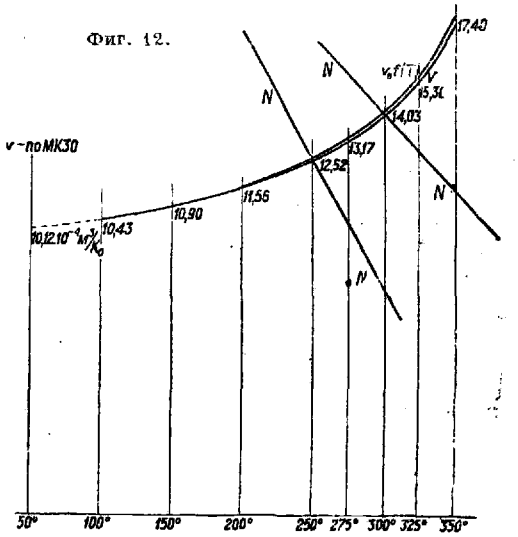
и из опытных величин для α и β находят γ, δ и δ_1. Henning для водорода находит между давлениями 510 *мм* и 1 100 *мм*

$$\alpha \cdot 10^7 = 36\,604 - 12\,p_0 \quad \text{и} \quad \beta \cdot 10^7 = 36\,604 + 17\,p_0,$$

где p_0 в *м* рт. ст. Отсюда $\gamma = 0{,}0036604$ и следовательно $T_0 = 273{,}2°$. Таким образом по Хеннингу абсолютный нуль лежит на 273,2° ниже 0° С. Но Битти и Бриджмен (Beatty a. Bridgeman, 1930 г.) дают для T_0 273,10°, что соответствует коэфициенту расширения водорода при 760 *мм*, найденному еще Реньо. Бертело дает 273,09°. Для технических целей удобно число 273°.

Применение термодинамических соотношений к исследованию свойств жидкости (воды) и насыщенного пара. Технически наиболее важной из жидкостей является вода. К сожалению опытный материал для воды не вполне достаточен для полного применения термодинамич. соотношений. В технике вода является рабочим телом калорич. машины и нагреванием обращается в пар. Процесс испарения здесь является процессом кипения, т. е. образования пара внутри массы жидкости. Но при данном давлении нужна определенная $t°$, чтобы начался процесс кипения. При этой $t°$, соответствующей определенному давлению, вода единицей веса занимает определенный объем. Если в какой либо системе координат (T, v или v, p) отметим последовательное состояние воды при самом начале кипения, то получим так назыв. нижнюю пограничную кривую, т. е. кривую начала испарения (кипения). Здесь давление является ф-ией $t°$ и обратно и, как известно, за весь последующий процесс перехода 1 *кг* жидкости в пар при данном давлении $t°$ остается постоянной. На фиг. 12 даны объемы в функции $t°$ для нижней пограничной кривой. Но вода, как и всякая жидкость, сжимаема, хотя и очень мало. При давлениях, соответствующих нижней пограничной кривой, сжатие от давления невелико, и поэтому можно принять при этих

Фиг. 12.



на как с нейтральными положениями рулей, так и с отклоненными. Полетные контрольные испытания состоят в нахождении времени разбега и пробега, максимальной скорости на разных высотах, вертикальной скорости на разных высотах и соответственно барограммы полета. Контрольные испытания неустановившихся движений в настоящее время (1933 г.) вследствие большой сложности самой техники эксперимента и малой изученности его не производятся. Научные исследования по аэродинамике ведутся в специальных научно-исследовательских ин-тах, имеющих аэродинамич. лаборатории, оборудованные аэродинамич. трубами. В СССР такие лаборатории имеются в Москве—в Центральном аэрогидродинамич. ин-те, Московском авиационном ин-те, Военно-воздушной академии им. Н. Е. Жуковского, в Ленинграде—в Научно-исследовательском авиационном ин-те, в Харькове—в Харьковском авиационном ин-те, в Новочеркасске—в Новочеркасском авиационном ин-те. Эти же ин-ты проводят и контрольные испытания. Что касается полетных исследований, то они производятся только в Центральном аэрогидродинамическом институте. Контрольные полетные испытания проводятся Научно-испытательским институтом РККА, он производит и т. н. государственные приемочные испытания, а в гражданском воздушном флоте—в Научно-исследовательском ин-те (НИИ ГУГВФ), а также и при опытных заводах.

Лит.: Юрьев Б. и Лесников Н., Аэродинамич. исследования, «Труды ЦАГИ», 1928, вып. 33 (Описание методики эксперимента в аэродинамич. трубах, проводимого в лаборатории им. Н. Е. Жуковского в ЦАГИ с приведением экспериментального материала, полученного в этой лаборатории в 1924—25 гг.); Жуковский Н., Теоретич. основы воздухоплавания, М., 1926 (Классич. работа по теоретич. и прикладной аэродинамике, в к-рой имеется также описание первых аэродинамич. труб, построенных в России); Красильщиков П., О точности аэродинамич. испытаний, «Труды ЦАГИ», 1931, вып. 65 (Исследование случайных ошибок, возникающих при условии проведения одним и тем же лицом целого ряда непосредственно следующих один за другим, совершенно тождественных экспериментов, проведенных в аэродинамической трубе. Полученные результаты кроме освещения специального вопроса могут дать известное общее представление о точности аэродинамич. эксперимента вообще при не слишком сильно меняющихся условиях опыта); Красноперов Е., Экспериментальная динамика, М., 1930 (Описание основ аэродинамич. исследований, методики и аппаратуры); Каплан С., Формуляр прибора C_{ms} Т—I, «Технич. заметки ЦАГИ», М., 1933, вып. 28 (Работа дает возможность ознакомиться с техникой и методикой работы на существующем в трубе ЦАГИ центровом приборе, служащем для испытания моделей на продольную устойчивость. Кроме описания самого прибора дается методика препарировки моделей для испытаний, ведение эксперимента, обработка материала после испытания и знакомство с типичными случаями кривых продольной устойчивости), «Труды Первой всесоюзной конференции по аэродинамике», М., 1932 (Сборник статей как теоретических, так и экспериментальных по актуальным вопросам аэродинамики.) (Среди других имеются статьи: Уханов Н., Оборудование ЭАО ЦАГИ; Ушаков К., Методы регулирования скорости потока в аэродинамич. трубах; Ушаков Б., Повторные испытания металлич. крыла в трубе НК—I; Оглоблин А., Сравнительный анализ продувок дужек по данным Геттингенской лаборатории и лаборатории ЦАГИ; Кожевников А., Сравнительные испытания одного и того же металлического крыла и шара в аэродинамич. трубах СССР и за границей; Журавченко А., О методе решения задачи штопора; Минухин Б., Исследование винтов в полете; Тайц М., Снятие поляры самолета в полете; Победоносцев Ю., Методика и результаты исследования неустановившегося движения самолета; Мартынов А., Труба Т—III ЭАО—ЦАГИ; Уханов Н., Четырехкомпонентные весы трубы Т—I ЭАО—ЦАГИ; Крашенинников Ф., Труба НК старой лаборатории ЭАО—ЦАГИ; Ткаченко Я., Аэродинамич. трубы Харьковского авиационного ин-та); Ноздровский С., Термо-барокамера, «Труды ЦАГИ», 1932, вып. 119; Описание и расчет термо-барокамеры для тарировки приборов, применяемых при исследовании самолетов в натуру в полете; Машкевич И., Испытание на скорость, «Техника возд. фл.», 1930, *11* (Описание практич. методов определения скоростей самолета и связанных с этим тарировок указателей скоростей); Тайц М., Тарировка указателя скорости по методу четырехугольника, там же, 1931, *7* (Описание сравнительно простого метода определения скорости самолета, дающего хорошую точность); его же, Определение поляры самолета в полете, там же, 1931, *6* (Описание способа определения поляры Лилиенталя всего самолета при помощи простейших приборов); Минухин Б., Исследование винтов в полете, там же, 1931, *10* (Описание простейшего метода определения характеристик винтов в полете с приведением подробного исследования возможных ошибок); Аузан А., Испытание самолетов на скорость и скоронодъемность, там же, 1932, *1* (Описание эксплоатационного метода определения основных характеристик самолета—скоростей по траектории и вертикальной скорости в зависимости от общего веса самолета); Bairstow L., Applied Aerodynamics. L., 1920 (Обширная монография по прикладной аэродинамике, где имеется обстоятельная глава с описанием методики основных экспериментов и аппаратуры); Handbuch d. Experimentalphysik, hrsg. v. W. Wien u. F. Harms, B. 4, T. 2, Lpz., 1932 (Обстоятельное описание методов экспериментирования и аппаратуры по аэрогидродинамике); Ower, The Measurement of Air Flow, L., 1933 (Подробное описание методики и аппаратуры по определению скорости движения воздуха).

Экспериментальные исследования по гидродинамике. Эти исследования и испытания относятся гл. обр. к вопросу о протекании жидкостей по трубам, а также к судостроению и к морскому самолетостроению. Первый вопрос относится к сопротивлению протекания жидкости в ограниченных стенках и имеет большое значение в гидравлике. Эти исследования производятся в гидродинамических (где пытаются раскрыть физич. сущность явления) или гидравлических (чисто прикладных) лабораториях, оборудованных специальной аппаратурой в зависимости от характера эксперимента. Исследования судов, гидросамолетов и глиссеров обычно производятся на моделях, которые испытываются на специальной стационарной установке, так называемом гидроканале или опытовом бассейне, который представляет собой длинный прямолинейный канал, над к-рым на рельсах движется тележка, приводимая в движение электромоторами; на этой тележке укрепляется исследуемая модель на специальных весах, с помощью которых и определяется сопротивление модели. В противоположность экспериментированию в воздухе—в аэродинамич. трубе, в к-рой движется воздух, а модель стоит на месте,—в данном случае, наоборот, вода стоит на месте, а модель движется. В силу того что самый эксперимент длится короткий промежуток времени, на том участке канала, где тележка идет в равномерном движении, набрав предварительно нужную скорость, все измерения производятся самозаписывающими приборами (в аэродинамич. трубе обычно отсчеты делаются визуально). Кроме научных исследований в гидроканалах производятся также и контрольные испытания при проектировании судов, гидросамолетов и глиссеров. Все эти исследования относятся только к установившемуся движению. Для проверки исследований на моделях, а также для выяснения качеств построенного образца производятся исследования и соответственно испытания натуральных объектов. Область исследований неустановившихся движений пока относится только к исследованиям в натуру. Гидродинамические или гидравлич. лаборатории имеются при многих высших учебных заведениях, а также в научно-исследовательских ин-тах; гидроканалов в СССР имеется только три: в ЦАГИ (Москва), опытовый судостроительный бассейн УВМС (Ленинград) и в ин-те инженеров водного транспорта (Одесса). Основ-

давлениях линейную зависимость объема от давления, т. е. написать

$$v = v_0 [1 - \beta (p - p_0)] f(T),$$

где β—коэф. сжатия, даваемый опытом обычно на 1 *atm*. Этот коэф. зависит собственно от давления и от $t°$. Так, по опытам Амага между темп-рами 0 и 100° С и давлениями 0 и 400 *atm* β на 1 *atm* давления изменяется от $5{,}11 \cdot 10^{-5}$ до $4{,}25 \cdot 10^{-5}$. Richards и Stull дают для 20° С при давлениях 0—300 *atm* величину $4{,}4 \cdot 10^{-5}$. Но при 200° С и давлениях 100—200 *atm* β поднимается до $8{,}17 \cdot 10^{-5}$ (Амага). При отсутствии систематизированного опытного материала о сжимаемости воды вблизи пограничного состояния, т. е. между темп-рами 0 и 374° С и давлениями 0 и 225 *atm*, приходится ограничиться только приближенной величиной. В последнее время появилась работа Trautz u. Steyer [21], в к-рой приведены результаты опытов с водой при $t°$ 0—370° и при давлениях до 300 *atm*. Нетрудно указанные здесь результаты соответственно изменить. Т. к. при слабых $t°$ давления вблизи пограничного состояния невелики и поднимаются лишь после $t°$ 200° С, то можно принять $\beta = 8 \cdot 10^{-5}$ на 1 *atm*. Даже при 225 *atm* это дает уменьшение объема в отношении 0,982 : 1, т. е. незначительное. Что же касается $f(T)$, то эта ф-ия выражает зависимость объема от $t°$ при постоянном давлении. Имея пограничную кривую и зная давления, соответственные $t°$, мы могли бы построить ряд изобар в системе T, v, т. е. дать графически зависимость этой ф-ии и от $t°$ и от давлений. Напр. $t°$ 300° соответствует на пограничной кривой давление 87,6 *atm*. Идя от соответственного объема на пограничной кривой в сторону убывающих $t°$ и изменяя ординаты v в отношении

$$[1 - \beta (87{,}6 - p_0)] : [1 - \beta (p - p_0)],$$

получим изобару 87,6 *atm*. При этом v_0 можно положить равным 0,001 (при 4° С), а $p_0 = 0{,}0088$ *atm* можно пренебречь. Наибольшее изменение ординаты будет в отношении $\frac{0{,}993}{1}$. Поэтому изменим ординаты пограничной кривой в отношении $\frac{1}{1 - \beta (p - p_0)}$ и тогда считаем, что кривая представляет собой $v_0 f(T)$. Измененная кривая весьма мало разнится от пограничной. В параллель с этим имеем по Амага значение среднего коэф-та расширения между 0 и 50° для 1 *atm*, равное 0,000238. На пограничной кривой имеем между 0 и 50° значение, равное 0,00024, числа тождественные. Далее коэф. расширения, данный еще Гирном (до 200°), также подходит к объемам, даваемым теперь, на пограничной кривой. Более поздние опыты Ватсона для 400 *atm* дают в пределах до 200° также сходственные значения. Для $t°$ высших получается расхождение, но 400 *atm* значительно выше давлений, встречающихся на пограничной кривой. Теперь обратимся к ф-ии Φ для воды. Имеем:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial p} = -Av = -Av_0 [1 - \beta (p - p_0)] f(T).$$

Интегрируя, имеем

$$\Phi = -Av_0 (p - p_0) \cdot \frac{2 - \beta (p - p_0)}{2} \cdot f(T) + \varphi (T),$$

где $\varphi (T)$—ф-ия от T, подлежащая определению. Для этого воспользуемся соотношением

$$c_p = T \frac{\partial^2 \Phi}{\partial T^2} =$$

$$= -ATv_0 (p - p_0) \cdot \frac{2 - \beta (p - p_0)}{2} \cdot f''(T) + T\varphi''(T).$$

Имея график $v_0 f(T)$, определим $v_0 f''(T)$ и далее первое слагаемое в выражении C_p для давлений, соответствующих пограничной кривой. Если бы для этих давлений C_p было нам известно в функции $t°$, то мы могли бы составить график $T\varphi''(T)$ и графич. интегрированием перейти к $\varphi (T)$. Не останавливаясь пока на этом, обозначим $T\varphi''(T)$ через c_{p_0} и перейдем к выражению энтальпии и энтропии для воды. Имеем

$$i = T \frac{\partial \Phi}{\partial T} - \Phi = -Av_0 (p - p_0) \cdot$$

$$\cdot \frac{2 - \beta (p - p_0)}{2} \cdot [Tf'(T) - f(T)] + T\varphi'(T) - \varphi (T),$$

но

$$T\varphi'(T) - \varphi (T) = \int c_{p_0} \, dT$$

и поэтому

$$i = -A (p - p_0) \cdot \frac{2 - \beta (p - p_0)}{2} \cdot$$

$$\cdot [Tv_0 f'(T) - v_0 f(T)] + \int c_{p_0} \, dT.$$

Далее для энтропии

$$S = \frac{\partial \Phi}{\partial T} = -A (p - p_0) \cdot \frac{2 - \beta (p - p_0)}{2} \cdot f'(T) v_0 +$$

$$+ \varphi'(T) = -A (p - p_0) \cdot \frac{2 - \beta (p - p_0)}{2} \cdot f'(T) v_0 +$$

$$+ \int \frac{c_{p_0}}{T} \, dT$$

и внутренняя энергия

$$U = i - Apv = i - Ap [1 - \beta (p - p_0)] v_0 f(T).$$

Можно считать, что v_0 и p_0 относятся к 0° С и т. к. количество, зависящее от давления, играет роль только при больших давлениях, то пренебрегаем $p_0 = 0{,}0062$ *atm* сравнительно с p. Величина $v_0 f'(T)$ определяется по графику $v_0 f(T)$. Перейдем теперь к процессу испарения. В какой-либо момент имеем в 1 *кг* смеси жидкости и пара x *кг* пара и $(1 - x)$ *кг* жидкости и, называя удельный объем пара через v, имеем удельный объем смеси $v_2 = v_1 x + (1 - x) v$, где v—объем на нижней пограничной кривой. Здесь v есть ф-ия $t°$, точно так же и v_1, равное v_2 при $x = 1$, т. е. когда вся жидкость обратилась в пар. Разность $v_1 - v = u$ будет также ф-ией только $t°$ (или давления) и можно написать $v_2 = v + xu$. Состояние одного *кг* смеси дается т. о. величинами x и T (или x и p). Предположим процесс испарения происходящим при $p = \text{Const}$, тогда имеем $\delta Q = di - Av \, dp = di$ и $Q = i_x - i_0$, где i_x—энтальпия смеси, когда в смеси имеем x *кг* пара, а i_0—энтальпия жидкости на пограничной кривой при данном p. Но количество тепла для испарения x *кг* жидкости есть rx, где r—скоростное тепло испарения 1 *кг* при данном давлении, и следовательно $Q = rx = i_x - i_0$, отсюда $i_x = i_0 + rx$. Но, с другой стороны, $\delta Q = TdS$ и при изотермич. процессе

$$Q = T (S_x - S_0) = rx,$$

т. е. $S_x = \frac{rx}{T} + S_0$; таково выражение энтропии смеси. Для внутренней энергии смеси получим

$$U_x = i_x - Ap (v + xu) = i_0 - Apv + x (r - Apu).$$

Количество $r - Apu$ называется внутренним скрытым теплом ϱ, а $i_0 - Apv$ есть внутренняя энергия U_0 жидкости на пограничной кривой при давлении p. Поэтому $U_x = U_0 + \varrho x$. Если представим себе процесс в смеси при постоянном объеме, то

$$\delta Q = c_{vx} dT = dU_x = d (U_0 + \varrho x),$$

но

$$v_2 = v + xu = \text{Const} = a$$

и следовательно

$$c_{vx}dT = d\left(U_0 + \varrho\frac{a-v}{u}\right).$$

Отсюда теплоемкость

$$c_{vx} = \frac{d}{dT}\left(U_0 + \varrho\frac{a-v}{u}\right),$$

она зависит от объема a и от $t°$ (или давления). Представим себе опять изотермич. процесс в смеси. Для всякого тела имеем

$$\delta Q = c_v dT + AT\frac{\partial p}{\partial T}dv$$

и при $T = \text{Const}$

$$AT\frac{\partial p}{\partial T}dv = TdS,$$

т. е.

$$\frac{A\partial p}{\partial T}dv = TdS,$$

но здесь $dS = \frac{r}{T}dx$ и при $T = \text{Const}$ $dv = u\,dx$, далее $\frac{\partial p}{\partial T} = \frac{dp}{dT}$ и следовательно $\frac{Adp}{dT}u = \frac{r}{T}$. Это соотношение Клапейрона связывает величины $\frac{dp}{dT}$, u, r и позволяет определять заранее какую-нибудь из трех величин, если две известны из опытов. Предположим, что мы процесс испарения доводим до конца, т. е. до $x = 1$, тогда для различных давлений получим ряд различных состояний жидкости, обращенной полностью в пар и имеющей теперь объем $v_2 = v + u$ при давлении p (и соответственной этому темп-ре T). Изобразив в каких-либо координатах, напр. v, p, это состояние, получим верхнюю пограничную кривую, или кривую сухого насыщенного пара. Дальнейшее нагревание при постоянном давлении поведет уже к повышению $t°$, и пар теперь будет перегретым, т. е. мы имеем полностью газообразное состояние тела. Но вблизи сухого насыщения газ не будет следовать закону Мариотта-Гей-Люссака и о нахождении его характеристич. ур-ия будет сказано дальше. Для сухого насыщения имеем соотношение:

$$S_{x=1} = \frac{r}{T} + S_0.$$

Назовем ф-ию Φ для газообразного состояния тела через Φ_1 и для жидкого через Φ_0. Для всякой точки верхней пограничной кривой, как для начала полного газообразного состояния, имеем

$$S_1 = \frac{\partial\Phi_1}{\partial T}$$

и для нижней пограничной кривой

$$S_0 = \frac{\partial\Phi_0}{\partial T},$$

поэтому $\frac{r}{T} = \frac{\partial\Phi_1}{\partial T} - \frac{\partial\Phi_0}{\partial T}$. Берем производную по T, помня, что на пограничных кривых p является ф-ией T, получим

$$-\frac{r}{T^2} + \frac{1}{T}\frac{dr}{dT} = \frac{\partial^2\Phi_1}{\partial T^2} + \frac{\partial^2\Phi_1}{\partial p\partial T}\frac{dp}{dT} - \frac{\partial^2\Phi_0}{\partial T^2} - \frac{\partial^2\Phi_0}{\partial p\partial T}\frac{dp}{dT}$$

и по общему свойству ф-ии Φ имеем

$$-\frac{r}{T^2} + \frac{1}{T}\frac{dr}{dT} = \frac{c_{p_1}}{T} - \frac{c_p}{T} - A\frac{dp}{dT}\left[\left(\frac{\partial v_2}{\partial T}\right)_p - \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p\right],$$

где c_{p_1}—теплоемкость газа* (для $p = \text{Const}$) на пограничном состоянии, а c_p—то же для жидкости. Отсюда получим, принимая во внимание ур-ие Клапейрона:

$$\frac{\partial r}{\partial T} = c_{p_1} - c_p + r\left\{\frac{1}{T} - \frac{1}{v_2 - v}\left[\left(\frac{\partial v_2}{\partial T}\right)_p - \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p\right]\right\}.$$

Здесь $\left(\frac{\partial v_2}{\partial T}\right)_p$ указывает на расширение газа при $p = \text{Const}$ от пограничного состояния при изменении T и $\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$, то же для жидкости. Этой ф-лой пользуются иногда, применяя для перегретого пара ур-ие $pv = RT$ и пренебрегая объемом жидкости v. В этом случае получим

$$\frac{dr}{dT} = c_{p_1} - c_p.$$

Для воды это упрощенное соотношение не годится, так как пар водяной вблизи насыщения не следует ур-ию $pv = RT$. Само соотношение дает возможность сопоставить значения, даваемые для c_p в жидкости и в перегретом паре, и оценить относительные величины с термодинамич. стороны. Для этого нужно знать величины, относящиеся к перегретому пару, к чему мы и перейдем. Но прежде рассмотрим процесс с паром, когда он остается сухим насыщенным. Этот процесс м. б. характеризуем соотношением для энтропии:

$$S_2 = \frac{r}{T} + S_0.$$

С тепловой стороны имеем:

$$\delta Q = TdS_2 = Td\left(\frac{r}{T} + S_0\right) = dr - \frac{rdT}{T} + TdS_0$$

и, называя теплоемкость этого процесса через h, получим

$$h\,dT = dr - \frac{rdT}{T} + TdS_0.$$

Отсюда

$$h = \frac{dr}{dT} - \frac{r}{T} + T\frac{dS_0}{dT}.$$

Здесь S_0—энтропия на нижней пограничной кривой, и, пренебрегая при небольших давлениях зависимостью ее от давления, получим

$$dS_0 = \frac{c_{p_0}dT}{T}.$$

Т. о.

$$h = \frac{dr}{dT} - \frac{r}{T} + c_{p_0}.$$

Для водяного пара эта величина отрицательная, т. е. процесс сухого насыщения (верхняя пограничная кривая) для паров воды требует отнятия тепла при повышении $t°$.

Перегретые пары. Мы не вполне еще выяснили термодинамич. величины для жидкости (воды) и для насыщенного пара. Но выяснение их, как мы видели, связано с параллельными сведениями о перегретом паре. В перегретом паре, т. е. в газе, существует зависимость между p, v, T—характеристическое ур-ие. Для действительных газов ур-ие $pv = RT$ является лишь предельным, к которому газ подходит по мере повышения $t°$ при данном давлении или по мере понижения давлений при данной $t°$. Вследствие этого заменяют ур-ие $pv = RT$ более сложным, напр. типа Ван-дер-Ваальса:

$$[p + f(T, v)](v - b) = RT$$

или

$$p(v - b) = RT - f_1(T, v).$$

Все ур-ия этого типа имеют однако существенное неудобство для своего приложения: и в технике и в физике состояние газа легче всего дать параметрами p и T и затем уже определять v из характеристич. ур-ия. Между тем в ур-иях названного типа v имеется в какой-нибудь степени и определение становится весьма затрудненным. Притом же все такие ур-ия возникли и на почве механич. теорий, к-рые не могут обнять собою термодинамич. положения, а Т. дает возможность по опытным данным не

ные данные первых двух каналов следующие: 1) канал ЦАГИ: длина 210 *м*, ширина 12 *м*, глубина 6 *м*, длина рабочего участка 65 *м*, наибольшая скорость тележки 15 *м/сек*, мощность электромоторов 600 kW; 2) ОСБ: длина 175 *м*, ширина 8 *м*, глубина 5 *м*, наибольшая скорость тележки 4 *м/сек*.

Лит.: Евреинов В., Гидравлика в лаборатории, Л., 1930 (Пособие для студентов, работающих в гидравлич. лаборатории. Описание постановки и производства основных гидравлич. экспериментов); Александров В., Технич. гидродинамика, М., 1932 (В книге имеется специальная глава, посвященная описанию методов измерения скорости движения жидкости); Handbuch d. Experimentalphysik, hrsg. v. W. Wien u. F. Harms, B. 4, T. 3, Lpz., 1932 (Подробное описание канала и работы в нем Описание методов гидромеханич. исследований); Кохановский К. и др., Одесский опытовый бассейн системы Вельденкампа, «Морское судостроение», Л., 1933, *8*; Павленко Г., Пропульсивные испытания судов, М.—Л., 1932 (Подробное описание методики испытаний судов в натуру с описанием применяемой аппаратуры).

В. Александров.

Технические испытания по двигателям внутреннего горения. Применительно к двигателям внутреннего сгорания следует отличать два типа испытаний. 1) Приемно-сдаточные испытания, имеющие целью установить соответствие данного двигателя технич. условиям заказа; они в свою очередь разбиваются на стандовые и ходовые или эксплоатационные испытания. Первые производятся или на заводских стандах или в лабораториях научных ин-тов. Лаборатории оценивают основные (оговоренные в технич. условиях заказа) показатели работы двигателя в условиях его режима, создаваемого во время испытаний в соответствии с техническими условиями. Вторые, преследуя в основном или ту же цель, что и первые, или имея целью выяснение свойств двигателя в реальных условиях его применения, определяют те показатели, которые характеризуют работу двигателя у потребителя, а именно: характер изменения нагрузки, износ отдельных деталей под влиянием режима работы, применяемого топлива или смазочного масла, охлаждения, качества охлаждающей воды и т. п. 2) Испытания, ведущиеся над двигателем в научных институтах или заводских лабораториях с целью исследования элементов рабочего процесса двигателя.

Приемно-сдаточные испытания двигателей. Испытания стационарных двигателей имеют главной целью установить соответствие мощности двигателя, удельного расхода топлива, масла и воды и степени неравномерности его вращения гарантии, данной заводом-производителем. Для этого двигатель подвергается испытанию при следующих нагрузках: полной в течение 6 час., перегрузке на 10% в течение 1,5 час., затем при нагрузке в $^3/_4$—1 час, $^1/_2$—1 час и при холостом ходе в течение 1 ч. Основные величины, подлежащие определению при этих испытаниях: эффективная и индикаторная мощность, расход топлива на 1 эфф. силочас (и 1 инд. силочас), расход охлаждающей воды, $t°$ воды при входе и выходе, $t°$ отходящих газов и их химический состав, давление пускового воздуха (при дизелях с воздушным распыливанием—давление компрессорного воздуха), для двухтактных двигателей давление продувочного воздуха, давление и $t°$ смазочного масла. Расход смазочного масла обычно определяется только при полной нагрузке двигателя, причем отдельно фиксируется расход масла на смазку рабочего цилиндра (если это допускается конструкцией смазочных устройств двигателя) и расход циркуляционного масла. Кроме того определяется барометрич. давление (если двигатель предназначается для работы в месте с пониженным барометрич. давлением, то это должно быть учтено при заказе и испытаниях).

В отношении главных судовых двигателей приемно-сдаточные испытания преследуют две задачи: установление соответствия характеристик двигателя договорной гарантии и выяснение состояния двигателя после окончания гарантийного срока плавания судна, на к-ром он установлен. В первом случае (опыты проводятся на заводском станде) производится испытание на определение времени, необходимого на пуск в ход холодного двигателя, затем испытание при полной нагрузке с нормальным числом оборотов в продолжение 8 час., испытание с 10%-ной перегрузкой с числом оборотов, равным 103% от нормального, в течение 1 часа при $^3/_4$-нагрузке и числе оборотов в 91% от нормального, при $^1/_2$-нагрузке и числе оборотов в 80 и 63% от нормального и испытание на задний ход. Продолжительность испытаний при $^3/_4$- и $^1/_2$-нагрузке 1 час, а при определении заднего хода 15 минут. В заключение производится испытание действия регулятора при сбрасывании полной нагрузки. По окончании гарантийного срока плавания судна его двигатели подвергаются (если это предусматривалось условиями поставки) вторичному испытанию их при нормальной нагрузке в течение 24 час., затем при числе оборотов, равном 103 и 91% от нормального, и при минимальном устойчивом числе оборотов. Кроме того определяется расход воздуха на пуск и реверс, число пусков и реверсов, возможных без пополнения пусковых баллонов воздухом, и минимальное давление воздуха, достаточное для пуска в ход, и производится определение способности двигателя к маневрированию путем определения времени, необходимого для выполнения различных маневров. Во время испытания главных условий судовых двигателей определяются те же показатели, что и при испытании стационарных двигателей, за исключением того, что эффективная их мощность определяется только при испытании на станде з-да; при судовых же испытаниях определению подвергается лишь индикаторная мощность.

Лабораторные исследования двигателей. Т. к. двигатель внутреннего горения является комплексом 4 основных типов процессов—химико-физических, тепловых, гидродинамических и механических,—то лабораторные исследования ограничиваются в зависимости от своего назначения исследованием какого-либо отдельного элемента из указанных процессов. Сам характер таких исследований, преследующих в каждом отдельном случае какую-либо конкретную цель, не позволяет дать общие нормы, и методика исследования должна вырабатываться каждый раз применительно к цели исследования. Из указанных 4 групп процессов можно выделить следующие вопросы, наиболее часто подвергающиеся исследованиям: в области химико-физич. процессов—исследования процессов горения, механизма распада молекул топлива, явлений детонации, влияния состава рабочей смеси, скорости горения, применения утяжеленных сортов топлива или топлив не нефтяного происхождения (торфяные и сланцевые

только составить ур-ие, но и проконтролировать параллельные опытные определения основных физич. характеристик данного газа. Мы всегда можем положить, что характеристич. ур-ие имеет вид

$$pv = RT - f(p,T),$$

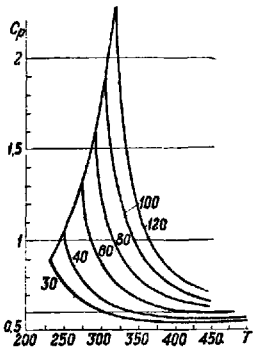
где, по сказанному, $f(p,T)$ убывает с убыванием давления и возрастанием $t°$. Непосредственных опытов для параллельного определения p, v и T имеется, напр. для паров воды, очень немного. Проще определять вместо v другую физич. характеристику, напр. c_p, или же измерять разность энтальпий при постоянном давлении, т. к. она будет равна количеству тепла

$$Q = (i_1 - i_0)_{p = \text{Const}},$$

пошедшему на нагревание газа. Но имеем основное соотношение

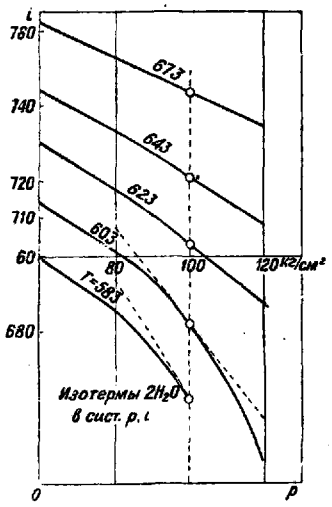
$$\left(\frac{\partial i}{\partial p}\right)_T = -AT^2 \frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{v}{T}\right)_p.$$

Поэтому, определив ряд значений энтальпий для ряда $t°$ при $p = \text{Const}$ и проделав это для ряда давлений, мы тем самым можем составить график: $\left(\frac{\partial i}{\partial p}\right)_T \cdot \frac{1}{AT^2}$. Его интегральная кривая дает значения $\frac{v}{T} - \frac{v_0}{T_0}$, чем последовательно определяется значение объемов для разных $t°$ и давлений. После этого характеристич. ур-ие будет представлено в виде графика дополнительных ф-ий $f(p, T)$ для разных $t°$ и давлений или таблицами p, v и T или подходящей к таблицам интерполяционной ф-лой. Если определялись не i, а c_p, то необходимо сначала путем графич. интегрирования определить для соответственных давлений i в ф-ии T. Затем в координатах p и i построить изотермы для взятых нами при вычислении i темп-р, определить касательными для данного давления $\left(\frac{\partial i}{\partial p}\right)_T$, затем построить кривую $\frac{1}{AT^2}\left(\frac{\partial i}{\partial p}\right)_T$ в ф-ии T и найти ее интегральную. Возьмем для вычисления табличку c_p (фиг. 13), обнародованную Кноблаухом в 1929 г. и дающую результат его опытов с c_p для перегретого водяного пара до давления 120 atm. По этой табличке графическим интегрированием мы определим для давлений в 60, 80, 100 и 120 atm разность между энтальпией для какой-нибудь $t°$ (напр. 623° T) и энтальпией для $t°$ насыщения. Предположим, что энтальпия насыщения, т. е. ее разность с энтальпией воды при 0°, нам известна из опытов над водой и насыщенным паром. Тогда определяются энтальпии для перегретого пара при $t°$ 623° и указанных давлениях. Теперь строим в координатах i и p изотерму 623° между давлением 60 и 120 atm. Подобным же образом построены на фиг. 13а изотермы для 583—673°. Табличка наглядно показывает, что пар по мере повышения $t°$ все больше подходит по своим свойствам к совершенным газам: для совершенного газа энтальпия зависит только от $t°$ ($i = U + Apv$) и изотермы были бы прямыми, параллельными оси p. Мы и видим, что изотермы стремятся к прямолинейности и угол между ними и осью

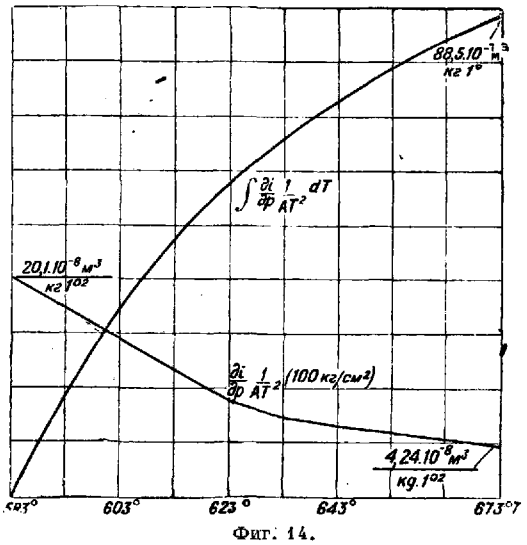


Фиг. 13.

p постепенно уменьшается. Проводим теперь для какого-нибудь давления, напр. 100 atm, касательные к изотермам и узнаем таким путем $\left(\frac{\partial i}{\partial p}\right)_T$ для различных изотерм. Разделив эти величины соответственно на AT^2, узнаем последовательно величины $\frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{v}{T}\right)$ и строим кривую этих величин (фиг. 14) для 100 atm в функции $t°$. Интегральная кривая этой кривой и дает нам $\frac{v}{T} - \frac{v_0}{T_0}$, где v_0 и T_0 относятся к насыщению. Отсюда определим v для разных $t°$, зная v_0 и T_0. Фиг. 14 дает напр. для $t°$=350° v=0,0229; на Международной конференции по водяному пару 1930 г. (МК 30) принято $v = 0{,}0231$ с допуском в $\pm 0{,}0005$, для $t°$ 400° $v = 0{,}0269$ и по МК 30 $v = 0{,}0270$. Отсюда видим, что опыты Кноблауха легли в основание определений объемов на МК 30. Характеристич. ур-ие перегретого водяного пара можно написать в форме $pv = RT - \varphi$. Для R можно взять значение $R = 47$ (Календер) (47,1 Молье и Кноблаух) и следовательно $pv = 47\,T - \varphi$. Величины удельных объемов выразятся $v = \frac{47T}{p} - \frac{\varphi}{p}$ и на основании сказанного могут вычисляться по теплоемкости c_p, а следовательно можно вычислить величины $\frac{\varphi}{p}$ для различных давлений и $t°$. Представим теперь эти величины для различных $t°$ в ф-ии давлений, т. е. создадим по величинам v диаграмму значений $\frac{\varphi}{p}$ в ф-ии давлений для разных $t°$. Другими словами, нанесем изотермы в системе координат, где на оси абсцисс откла-



Фиг. 13а.



Фиг. 14.

смолы); из тепловых процессов наибольший интерес привлекают вопросы распределения t° в деталях двигателей, количественное определение тепловых нагрузок и распределение теплообмена в стенках двигателя. В последнее время большие работы поставлены в области гидродинамики двигателей, гл. обр. в отношении исследования процессов продувки двухтактных двигателей, явлений истечения из форсунок, явлений в топливопроводах, процессов в топливных насосах, процессов во всасывательных и выпускных органах двигателей. Из процессов механич. характера наибольшее внимание уделяется ныне вопросам крутильных колебаний, особенно в многоцилиндровых двигателях, и исследованиям «демпферов» для гашения их. В последнее время особый интерес вызвали исследования в области применения «заменителей», т. е. сплавов, заменяющих обычные антифрикционные сплавы, содержащие олово. Если выработка общей методологии таких исследований по указанным причинам невозможна, то представляется возможным все же подвести под всю разновидность перечисленных исследований следующие общие положения: для всех исследований по существу более или менее общей является их цель— изыскание методов повышения цилиндровой мощности двигателя и повышения числа оборотов, что является основной тенденцией современного двигателестроения. Бо́льшая часть указанных исследований с каждым годом все больше и больше начинает объединяться общей экспериментальной методикой, характеризующейся отказом от применения механической экспериментальной аппаратуры и переходом на электрические методы исследования как дающие единственную возможность проникнуть в сущность процессов, совершающихся в очень короткие промежутки времени (Kurzzeitforschung); в последнем отношении особенно большие успехи достигнуты в Германии и Америке. Работы по созданию новой методики исследования процессов в двигателях внутреннего горения и выработка соответствующей электрической аппаратуры начаты в последнее время под руководством автора в Научно-исследовательском дизельном институте.

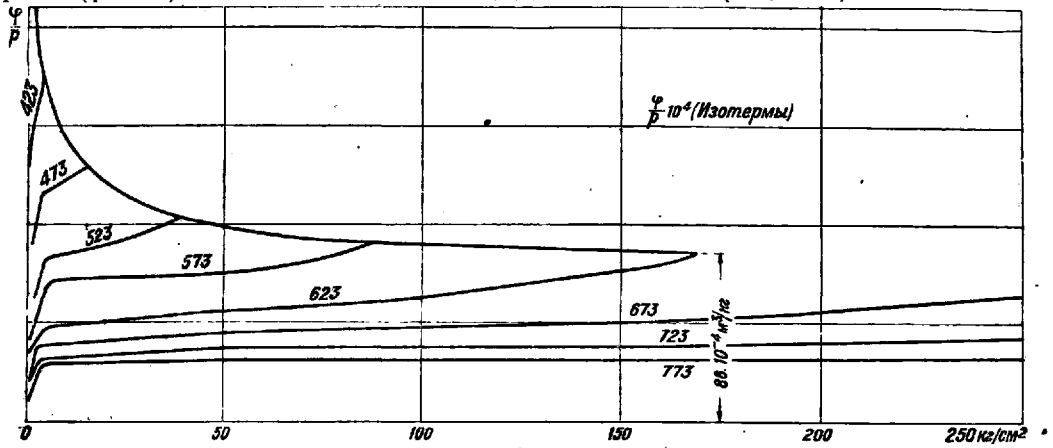
Сеть научных институтов и лабораторий. На сентябрь месяц 1933 года в СССР имелись следующие научные учреждения по двигателям внутреннего горения. 1) Научно-исследовательский дизельный ин-т в Ленинграде, где сконцентрирована бо́льшая часть работ по исследованию дизелей и газовых двигателей всех типов, опытно-конструкторская работа и стандартизация дизелей и газовых двигателей. 2) Научный автотракторный ин-т в Москве, являющийся основным ин-том, исследующим автомобили, тракторы и ведущим конструкторскую работу в этой области, равно как и работу по автотракторным дизелям. 3) Центральный научный ин-т авиамоторов в Москве. 4) Научный ин-т гражданского воздушного флота в Москве. 5) Украинский научный ин-т двигателей внутреннего горения в Харькове. 6) Лаборатория тепловых двигателей Московского машиностроительного института. 7) Лаборатория тепловых двигателей Ленинградского машиностроительного ин-та. 8) Лаборатория двигателей Ростовского ин-та инженеров транспорта. 9) Лаборатория Киевского машиностроительного ин-та. 10) Всесоюзный теплотехнический ин-т в Москве. 11) Лаборатория Азнефти в Баку. 12) Лаборатория Грознефти в Грозном. 13) Государственный научный нефтяной ин-т в Москве. 14) Лаборатория двигателей Томского ин-та. 15) Научно-исследовательский ин-т судостроения в Ленинграде. 16) Центральный научно-исследовательский ин-т водного транспорта в Ленинграде.

Лит.: Нормы испытания стационарных дизелей; Нормы испытания судовых дизелей (Разработаны Научно-исследовательским дизельным ин-том в 1932 г. и дают основные материалы, касающиеся приемочных и сдаточных испытаний для указанных двигателей); Сороко-Новицкий В., Методика испытаний автомобильных двигателей, М., 1932 (Ч. 1 является наиболее полной на русском языке книгой, посвященной изложению теории измерительных приборов, применяющихся при исследованиях и испытаниях двигателей, гл. обр. легкого быстроходного типа); Staus, Der Indikator u. seine Hilfseinrichtungen, B., 1911 (Приведен материал по разным типам индикаторов, методам их градуировки, неправильностям индикаторных диаграмм); Gramberg A., Maschintechnisches Versuchswesen, B. 1, Technische Messungen bei Maschinenuntersuchungen u. zur Betriebskontrolle, 5 Aufl., B., 1923, B. 2, Maschinenuntersuchungen u. das Verhalten d. Maschinen im Betriebe, 3 Aufl., B., 1924 (1-й том посвящен подробному описанию отдельных приборов, применяющихся при испытаниях тепловых двигателей, 2-й том содержит технич. правила проведения испытаний паровых котлов, паровых турбин, паровых машин, двигателей внутреннего горения, насосов, вентиляторов, компрессоров, холодильных машин. В конце каждого отдела приводятся результаты типовых испытаний); Haeder H., Der Indikator u. die Kraftanlagen, 3 Aufl., B., 1928 (Содержит описания индикаторов, разбор неправильностей индикаторных диаграмм и методов испытания двигателей); Normen für Leistungsversuche an Verbrennungsmotoren, B. (изданные Союзом германских инженеров); Gasolin Engine Testing Forms, (изданные Society of Automotive Engineers), New York; Diesel Engine Testing Forms, 1928 (изданные той же ассоциацией, дают общую методику испытаний и пересчетов мощности двигателей при разных методологич. условиях); Joudge, Dobbie Farnboro Indikator, «Automobile Engineer», 1923; Jouhasz, Jouhasz Indikator, ibid., 1925; Kluge u. Linck, Piezoelektrische Messungen von Druck u. Beschleunigung, «Z. d. VDI», 1929 (Дает описание пьезокварцевого индикатора); Brand & Vichmann, DVI-Glimmlampen Indikator, «Autotechnische Zeitschrift», 1933; Wawrziniok, Druckanstieg d. Gasgeschwindigkeit, ibid., 1933 (Дает методы электрич. записи мгновенных изменений давлений газовых смесей); Naegel, Versuche an Schnellaufenden Dieselmotoren, «Z. d. VDI», 1932 (Посвящен описанию новых электрич. методов исследования рабочих процессов дизелей); Obata, Electrical Indikator f. High Speed Engines, «Engineering», 1926; Schnauffer, Verbrennungsgeschwindigkeit von Benzin — Benzol Luftgemischen, «Dieselmotoren», Berlin, 1932, H. 5 (Посвящен новым методам определения скоростей горения); Yoachim, Forschung über Dieselmotoren in Amerika, «Z. d. VDI», 1932 (Дает описания методов исследований процессов дизелей, применяемых в крупнейших лабораториях Америки).

В. Гиттис.

Технические испытания авиационных двигателей. К современному авиационному мотору предъявляются следующие основные требования: а) малый удельный и полетный вес (соответственно чистый вес мотора и вес мотора вместе с его агрегатами, горючим и смазочным, поделенный на его мощность); б) надежность работы; в) экономичность расходования топлива и смазочного; г) «высотность», т. е. сохранение мотором своей земной мощности до предельной высоты; д) наименьшие габариты в целях уменьшения лобового сопротивления самолета и удобства «центровки» весов на самолете. Научно-исследовательские и лабораторные работы в области авиационных двигателей развиваются в направлениях, обеспечивающих выполнение следующих основных требований. 1) Собирание и обработка разного информационного материала по испытанию, эксплоатации и производству иностранных и отечественных образцов авиамоторов. 2) Разработка наиболее удобных и точных методов расчета теплового, динамического и на прочность. 3) Испытание мотора на станке (балансирном или жестком с помощью гидротормоза или

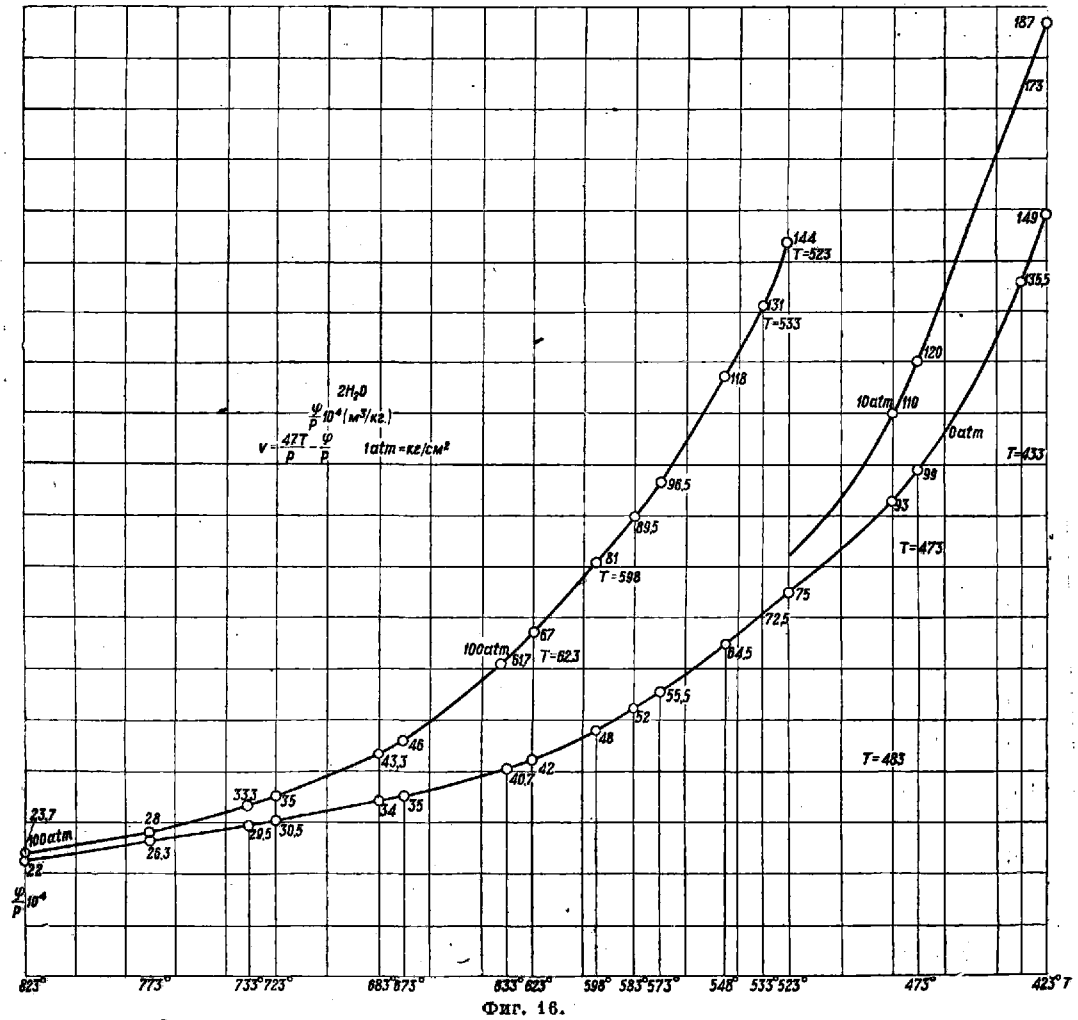
дывается p, а на оси ординат $\frac{\varphi}{p}$. Приложенная диаграмма (фиг. 15) составлена по величинам v,



Фиг. 15.

принятым МК 30. Все изотермы имеют вид удлиненных кривых, и если принять во внима-

скаемых отклонений. Строго определяется прямая для изотермы 623° (°K) по допускам для насыщения (168,7 atm) и для 100 atm. Для остальных изотерм заменяющие их прямые могут иметь небольшую амплитуду отклоне-



Фиг. 16.

ние допуски, определенные МК 30, то эти кривые можно заменить прямыми в границах допуния в ту или другую сторону. Замена изотерм прямыми представляет существенные удобства

для вычислений, как мы сейчас увидим, и даже, если мы несколько и теряем в точности результатов, соответствующее упрощение вычислений имеет значение. Прямые, как и следовало ожидать, постепенно уменьшают свой наклон к оси p, и уже для 823° прямая почти параллельна оси p. Для определения прямых нужно дать только две точки для каждой. Поэтому здесь на прилагаемом графике (фиг. 16) даются ординаты прямых для $p=0$ и для $p=100$ *atm*. Последняя дана только до $t°$ 523°, для более низких $t°$ ординаты при $p=100$ становятся очень велики, и поэтому даются ординаты для $p=10$. По ним строятся кривые в системе, где на абсциссах откладываются $t°$, а на ординатах—соответственные значения ординат прямых для $p=0$ и для $p=100$ (или $p=10$) (фиг. 16). По этим кривым легко найти значение поправочного члена $\frac{\varphi}{p}$ для любой $t°$ и любого давления. Действительно для данного значения T проводим ординату и ею пересекаем кривые для $p=0$ и для $p=100$; отрезок ординаты между кривыми берем в отношении $\frac{n}{100}$ (или $\frac{n}{10}$), где n—данное число атмосфер, и прибавляем эту величину к ординате нижней кривой,— это и будет значение $\frac{\varphi}{p}$, после чего определяется объем пара. Здесь дается таблица объемов, определенных для различных изотерм по кривым (и правилу линейности), и объемов, принятых МК 30. Верхняя цифра дает первый объем, нижняя—второй с соответственным допуском.

Как видно из таблицы, значения, полученные по правилу линейности, лежат вообще в области допускаемых МК 30 значений за исключением величины объема при 400° и 200 *atm*, к-рая дает погрешность в 1,68%. Однако нет надобности изменять основные кривые, т. к. ошибка невелика, да и значения для 200 и более *atm* могут измениться. Дальнейшие опыты Кноблауха (до 200 *atm*) дают для энтальпий величины, близкие к принятым на МК 30. Так, для 150 *atm* и 400° по Кноблауху 716,2, по МК 30 715±2,5; для 450 по Кноблауху 759, по МК 30 759±2,5; для 200 *atm* и 400° по Кноблауху 678, по МК 30 676±2,5; для 200 *atm* и 450° по Кноблауху 735,5, по МК 30 737±3. Отсюда следует, что нормы МК 30 подтверждаются опытами Кноблауха. Для объема при 200 *atm* и 400° величина Кноблауха выходит несколько ниже нормы, а для 200 *atm* и 450°—в норме, если принять объемы на линии сухого насыщения по экстраполяции норм МК 30. В общем данное в тексте правило линейности м. б. принято как удобное приближение к результатам опытов Кноблауха. Далее по этим кривым можем определить разность ф-ий Φ по изотерме между какими-нибудь давлениями. Имеем

$$\left(\frac{\partial\Phi}{\partial p}\right)_T = -Av,$$

поэтому

$$(\Phi_n-\Phi_1)_T = -A\int v\,dp = -ART\ln\frac{p_n}{p_1}+A\int\frac{\varphi}{p}\,dp$$

и вследствие линейной зависимости $\frac{\varphi}{p}$ от p

$$\int\frac{\varphi}{p}\,dp=(p_n-p_1)\frac{\varphi_m}{p},$$

где $\frac{\varphi_m}{p}$ — среднее значение $\frac{\varphi}{p}$ между давлениями p_n и p_1 для данной изотермы, читаемое по кривым для $p=0$ и для $p=100$. Т. о.

$$(\Phi_n-\Phi_1)_T = -ART\ln\frac{p_n}{p_1}+A(p_n-p_1)\frac{\varphi_m}{p},$$

а разность энтропий для тех же данных выразится

$$S_n-S_1=-AR\ln\frac{p_n}{p_1}+A(p_n-p_1)\frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{\varphi_m}{p}\right).$$

Величину $\frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{\varphi_m}{p}\right)$ найдем, или построив $\frac{\varphi_m}{p}$ для трех значений $T-10°$, T и $T+10°$ и проведя касательную в средней точке полученной таким путем кривой или просто отойдя на 10° от T в сторону возрастающих темп-р и взяв для тех же давлений отношение

$$\left[\left(\frac{\varphi_m}{p}\right)_{T+10}-\left(\frac{\varphi_m}{p}\right)_T\right]:10.$$

Энтропии конечно нужно вычислять непосредственно по теплоемкостям c_p. Теплоемкости, как мы видели, даются изобарами в системе T, c_p, и мы можем последовательно вычислять, идя по изобаре, разности энтропий между двумя близкими $t°$ на основании соотношения

$$dS=\frac{dQ}{T}=c_p\frac{dT}{T},$$

откуда

$$(S_2-S_1)_p=\int c_p\frac{dT}{T}\cong c_{p_m}\ln\frac{T_2}{T_1},$$

где c_{p_m}—средняя из теплоемкостей для темп-р T_2 и T_1, если разность между T_2 и T_1 не превышает 10°. Таким путем мы вычисляем энтропии для различных давлений и $t°$. Этот путь дает более точные результаты. Но, с другой стороны, вычисляя энтропии на основании приближенно линейной зависимости $\frac{\varphi}{p}$ от p, мы можем сравнивать их с более точными значениями и т. о. поверять основное соотношение

Таблица объемов.

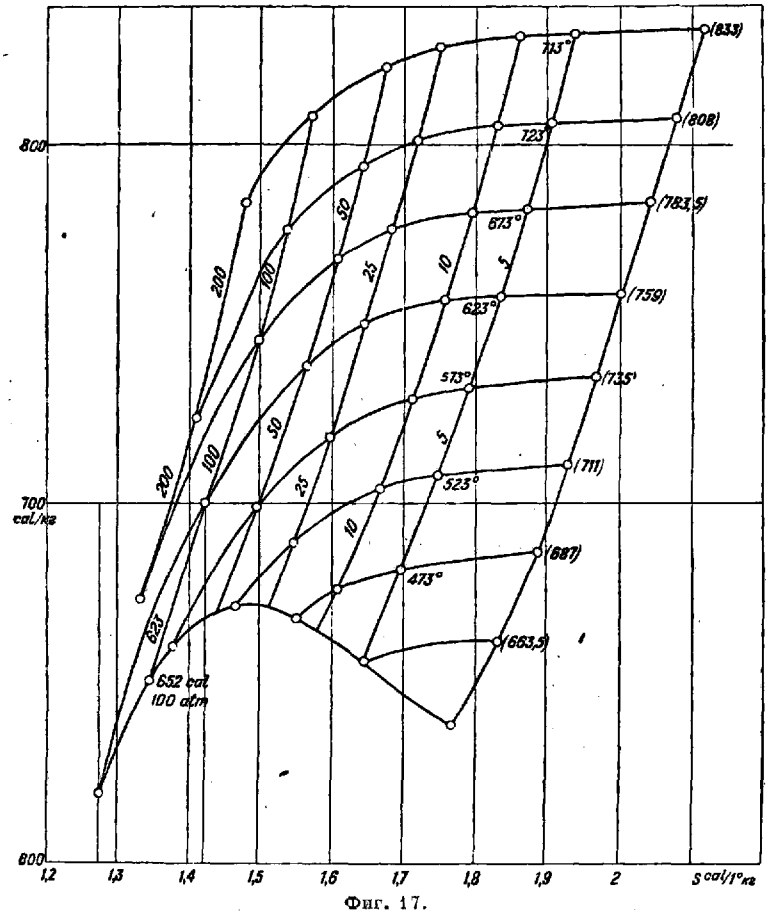
Давление, *кг/см²*	Температура в градусах Цельсия								
	150°	200°	250°	300°	350°	400°	450°	500°	550°
1	—	—	2,4506	2,6875	2,9239	3,1596	3,3946	3,6305	3,866
	—	—	2,452 ±3·10⁻³	2,689 ±4·10⁻³	2,925 ±4·10⁻³	3,161 ±5·10⁻³	3,396 ±5·10⁻³	3,632 ±5·10⁻³	3,868 ±5·10⁻³
25	—	—	0,0891	0,1011	0,1123	0,1227	0,1322	0,14265	0,15246
	—	—	0,0890±3·10⁻⁴	0,1010±3·10⁻⁴	0,1120±3·10⁻⁴	0,1221 ±3·10⁻⁴	0,1325 ±3·10⁻⁴	0,1424 ±4·10⁻⁴	0,1521 ±5·10⁻⁴
50	—	—	—	0,0163	0,0531	0,0592	0,0646	0,06994	0,07509
	—	—	—	0,0465±4·10⁻⁴	0,0531±4·10⁻⁴	0,0590 ±3·10⁻⁴	0,0644 ±3·10⁻⁴	0,0697 ±4·10⁻⁴	0,0747 ±5·10⁻⁴
100	—	—	—	—	0,0226	0,0270	0,0304	0,0335	0,03633
	—	—	—	—	0,0231±5·10⁻⁴	0,0270 ±5·10⁻⁴	0,0304 ±4·10⁻⁴	0,0333 ±5·10⁻⁴	0,0361 ±5·10⁻⁴
150	—	—	—	—	0,0116	0,01595	0,0189	0,0213	0,0233
	—	—	—	—	0,0119±5·10⁻⁴	0,0160 ±5·10⁻⁴	0,0189 ±4·10⁻⁴	0,0212 ±4·10⁻⁴	0,0233 ±5·10⁻⁴
200	—	—	—	—	—	0,01011	0,01302	0,01519	0,0168
	—	—	—	—	—	0,01028±5·10⁻⁵	0,01305 ±3·10⁻⁴	0,01515±35·10⁻⁵	0,01685±4·10⁻⁴
250	—	—	—	—	—	0,00640	0,009415	0,01148	0,01290
	—	—	—	—	—	0,00636±5·10⁻⁵	0,00940 ±15·10⁻⁴	0,01140±25·10⁻⁵	0,01290±4·10⁻⁴

электрич. пендель-динамомашины) с целью: а) снятия характеристики двигателя, установления расхода топлива и работы трения в зависимости от числа оборотов двигателя; б) определения среднего эффективного давления при различных давлениях и температурах всасываемого в цилиндр воздуха, при постоянных и переменных оборотах двигателя; в) подбора топлива и смазки; г) проверки тепловой и динамической напряженности двигателя, его надежности и рациональности конструкции; д) снятия искусственным путем «высотной» характеристики двигателя, создавая искусственное разрежение на впуске воздуха в карбюратор или же на впуске и выпуске из мотора (более надежная высотная характеристика снимается в специальных герметически закрытых «высотных» камерах, где создаются требуемые атмосферные условия эксперимента); е) правильной регулировки карбюратора и обеспечения равномерного распределения смеси по цилиндрам. 4) Испытания мотора в полете с целью: а) проверки правильности подбора винтомоторной группы и установки ее на самолете; б) замера мощности и расхода топлива (при наличии специальной динамометрич. втулки). 5) Лабораторные исследования отдельных цилиндров или их групп на специальных установках с целью: а) установления мощности, экономичности, коэф-та наполнения, удельного расхода топлива, количества тепла, отдаваемого в стенки, в масло и уносимого с выхлопом; б) подбора топлива и смазочного, наивыгоднейшей степени сжатия, оборотов, фаз распределения, угла опережения, зажигания топлива, смазки; в) проверки рациональности конструкции и тепловой напряженности цилиндра и отдельных его элементов (головка, цилиндр, поршень, поршневые кольца, клапаны и т. д.); г) определения величины необходимой скорости обдува цилиндров, воздушного охлаждения, коэфициентов теплопередачи ребристых поверхностей, условия капотирования двигателя; д) изыскания прочих способов повышения литровой мощности двигателя и его экономичности. 6) Лабораторные динамич. испытания на специальных установках: а) коленчатых валов с целью снятия резонансной кривой и последующего определения по ней критич. чисел оборотов, коэфициента затухания и напряжений в коленчатом вале; исследования напряжений коленчатого вала с помощью торзиографа; крутильной жесткости коленчатых валов и отдельных элементов с целью определения приведенных длин и расчетов на крутильные колебания; проверки эффективности глушения крутильных колебаний с помощью демпферов; б) клапанных пружин с целью получения форм вибрации и последующего расчета критических чисел оборотов; в) отдельных трущихся элементов для замера баланса работы трения в двигателе и последующего получения методики расчета подшипников. 7) Лабораторные исследования агрегатов двигателя на специальных установках: а) нагнетателей—с целью определения их гидравлического и эффективного кпд или создаваемого ими напора в зависимости от расхода воздуха; проверки рациональности конструкции и выработки наилучших, создания новых типов нагнетателей, обладающих наиболее совершенной регулировкой, эффективностью, наименьшим весом и габаритами; б) карбюраторов—с целью снятия характеристик расхода топлива в зависимости от количества воздуха, перетекающего через карбюратор при различных положениях дросселя, и снятия высотной характеристики, т. е. расхода топлива в зависимости от положения высотного крана при заданном положении дросселя; исследования процесса карбюрации, отдельных элементов конструкции, создания новых типов карбюраторов; в) водяных, масляных и топливных помп, всасывающих патрубков и других агрегатов мотора с конечной целью проверки их работы и отыскания наилучших типов. 8) Лабораторные испытания на специальных установках и научные исследования факторов детонации и способов борьбы с нею; скорости распространения пламени и волн давления; периода индукции у распыливаемого топлива с целью разработки наиболее совершенного рабочего процесса других типов двигателей: а) двигателей внутреннего сгорания на тяжелом топливе; б) двухтактных бензиновых и нефтяных двигателей; в) паровых машин; г) паровых и газовых турбин; д) ракетных двигателей и т. д. 9) Совместные с соответствующими специальными организациями и самостоятельные исследования в области: а) сталей—получение сталей с высшими механич. качествами, специальных жароупорных сталей для клапанов, лопаток, турбокомпрессоров и т. п., изыскание способов получения высокой поверхностной крепости (азотация, хромирование, цементация и т. д.); б) легких металлов—получение легких алюминиевых, магниевых, берилиевых сплавов в литом, кованом и катаном виде с высокими механическими (и жароупорными для нек-рых марок) свойствами, методики тонкостенного литья, его обработки; в) цветных металлов—высококачественные баббиты и прочие специальные сплавы, допускающие большие удельные нагрузки на вкладыш при высоких окружных скоростях и при условии надежной работы шейки вала; г) топлив—проверка удельного веса, перегонки по Энглеру, элементарного и химич. состава, теплопроизводительности, кислотности, упругости паров, статич. и динамич. испаряемости, стабильности, $t°$ вспышки и замерзания, запаха, цвета, антидетонационных свойств; д) масел—проверка уд. веса, $t°$ вспышки по Мартенс-Пенскому и Бренкину, вязкости, индекса вязкости, содержания смол, коксового числа, стабильности, зольности, кислотности, омыливания, иодного числа, $t°_{заст.}$; е) специальных жидкостей для охлаждения цилиндров—определение $t°_{кип.}$, замерзания, теплоемкости, действия на сталь и алюминий, резину, текучести при высоких $t°$; ж) специальных шариковых подшипников с большими числами оборотов (до 25 тыс. об/м. и выше); з) специальных легких пластич. масс—проверка уд. в., крепость при нормальной и повышенной темп-ре. 10) Конструирование, испытание и доводка до серийного производства на основе всех указанных работ новых типов авиационных двигателей. В 1933 г. научно-исследовательской и лабораторной работой по авиамоторам занимались следующие организации: 1) Центральный научно-исследовательский институт авиационного моторостроения (ЦИАМ), Москва; 2) Научно-исследовательский ин-т Военно-воздушных сил (НИИ ВВС); 3) Военно-воздушная академия им. проф. Н. Жуковского, Москва; 4) Научно-исследовательский ин-т Управления гражданского воздушного флота (НИИ ГУГВФ), Москва; 5) Киевский филиал

линейности. Для разности энтальпий имеем опять по изотерме

$$(i_n - i_1)_T = T(S_n - S_1) + A\int v\,dp = -ART\ln\frac{p_n}{p_1} + AT\frac{\partial}{\partial T}\int\frac{\varphi}{p}dp + ART\ln\frac{p_n}{p_1} - A\int\frac{\varphi}{p}dp = A\left[T\frac{\partial}{\partial T}\int\frac{\varphi}{p}dp - \int\frac{\varphi}{p}dp\right] = A(p_n - p_1)\left[T\frac{\partial}{dT}\left(\frac{\varphi_m}{p}\right) - \frac{\varphi_m}{p}\right].$$

Отсюда можем определять энтальпии или, наоборот, вычислив энтальпии по теплоемкостям, как было выше указано, исправлять кривые для определения объемов, переходя по



Фиг. 17.

изотермам от изобары в 1 *atm*, для которой имеются уже давно установившиеся данные, к изобарам высоких давлений. Ф-лу можно написать так же, если принять во внимание, что

$$\frac{\varphi_m}{p} = \left[\left(\frac{\varphi}{p}\right)_{100} - \left(\frac{\varphi}{p}\right)_0\right]\frac{n_1+n_0}{100\cdot 2} + \left(\frac{\varphi}{p}\right)_0$$

для давлений n и n_0 *atm*,

$$i_{n_1} - i_{n_0} = \left\{\frac{n_1+n_0}{200}\left[\frac{T}{10}(\Delta' - \Delta) - \Delta\right] + \frac{T}{10}\Delta'' - \left(\frac{\varphi}{p}\right)_0\right\}(n_1 - n_0)A\cdot 10^4.$$

Здесь $\Delta' = \left(\frac{\varphi}{p}\right)_{100} - \left(\frac{\varphi}{p}\right)_0$ для $T + 10°$, Δ—то же для $T°$ и $\Delta'' = \left(\frac{\varphi}{p}\right)_{0(T+10)} - \left(\frac{\varphi}{T}\right)_{0(T)}$.

Возьмем напр. изотерму 623° (одну из наиболее отклоняющихся в величинах $\frac{\varphi}{p}$ от закона линейности) и будем переходить от 1 *atm* к 50, 100 и 168,7 (насыщения) *atm*. По чертежу для ординаты $T+10$ можно принять (на пробу)

$$\left(\frac{\varphi}{p}\right)_0 = 40{,}7\cdot 10^{-4};\ \left(\frac{\varphi}{p}\right)_{100} = 61{,}7\cdot 10^{-4}.$$

Т. о. $\Delta' = 21\cdot 10^{-4}$, Δ дается в $25\cdot 10^{-4}$ и $\Delta'' = (42 - 40{,}7)\cdot 10^{-4} = 1{,}3\cdot 10^{-4}$. Тогда получим, взяв для 1 *atm* энтальпию в 759 Cal (759±2 МК 30), для 50 *atm* 736,9 (734±2,5), для 100 *atm* 698,4 (701,5±3) и для насыщения 619,3 (615±8), числа, вполне удовлетворительные, хотя два первых немного выходят из допусков МК 30. Для других изотерм имеем также вполне хорошее согласие. Т. о. и здесь мы видим, что правило линейности величин $\frac{\varphi}{p}$ в своих следствиях не дает больших отклонений от опыта. Соответственно для энтропии получим

$$S_1 - S_0 = -AR\ln\frac{n_1}{n_0} + A\left(\frac{n_1-n_0}{10}\right)\left[(\Delta' - \Delta)\cdot\frac{n_1+n_0}{200} + \Delta''\right]\cdot 10^{-4}$$

и, взяв значение S_0 для 625° и 1 *atm*, напр. по Молье (Mollier), получаем энтропии для различных давлений (т. е. превышение энтропии над энтропией воды при 0°). Таким путем составлены небольшие прилагаемые таблички в системе координат i и S (фиг. 17), а также и в системе T, S (фиг. 18), могущие служить для приближенного ознакомления с величинами энтальпий и энтропий. Нужно еще раз заметить, что составление величин энтальпий и энтропий по кривым объемов служит гл. обр. для поверки этих кривых. Точное же вычисление i и S, напр. для составления новых таблиц, должно разумеется быть произведено по данным о теплоемкости перегретого пара или по опытным данным о разности энтальпий, как об этом было сказано. Составление ур-ия для перегретого водяного пара пока преждевременно; еще нет достаточных опытных данных даже для скрытого тепла парообразования при высоких давлениях (Якоб до 310°) и хотя имеются отдельные данные об энтальпиях перегретого пара (Гавличек до 225 *atm*), но определение скрытого тепла парообразования необходимо для сравнения и контроля различных опытных величин. Далее нужно заметить, что при определении объемов по кривым мы пользуемся уравнением $pv = 47\,T - \varphi$, причем $T = t + 273$. Если бы мы согласно Битти и Бриджмену положили $T = t + 273{,}13$, то нужно было бы вместо 47 положить 46,99,—результаты получились бы те же самые. Данные здесь кривые объемов и представляют в сущности графически характеристическое (приблизительное) уравнение вместе с табличками i, S и T, S. Кривая насыщения по нормам МК 30 удовлетворяется этими графиками как со стороны объемов, так и со стороны энтальпий.

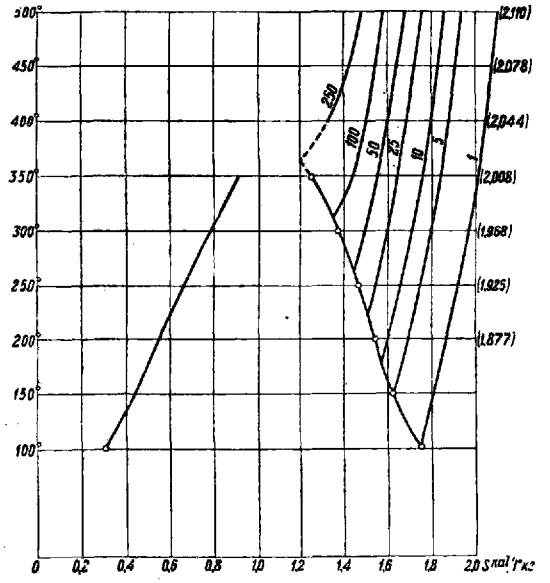
НИИ ГУГВФ, Киев; 6) Харьковский филиал НИИ ГУГВФ, Харьков; 7) Московский авиационный ин-т (МАИ), Москва; 8) Харьковский авиационный ин-т; 9) Новочеркасский авиационный институт; 10) Казанский авиационный институт; 11) Рыбинский авиационный институт; 12) Учебный комбинат гражданского воздушного флота, Ленинград; 13) Серийные з-ды авиамоторостроения ГУАП.

Лит.: Авиационные двигатели, Общий курс, кн. 1, под ред. А. Заикина и др., М.—Л., 1932; Авиационные двигатели тяжелого топлива, под ред. А. Чаромского, М., 1932; Квасников А., Тепловой расчет двигателей внутреннего сгорания, М.—Л., 1932, Нейман И., Динамика и расчет на прочность авиационных моторов, «Труды ЦИАМ», М.—Л., 1932, вып. 2; Островский А., Курс конструкций и расчетов авиационных моторов, ч. 1, М., 1932; Розенфельд А., Испытание моторов воздушного охлаждения на мулинетках, «Техника возд. флота», М., 1929, *1*; его же, Камера низкого давления Ин-та авиационного моторостроения, там же, 1932, *1*; Шереметев, Об установках для испытания моторов с воздушным охлаждением, там же, 1930, *1*; Левин М., Сравнительные испытания карбюраторов Зенит 55 ТУ и Триплекс серия III на моторе Юпитер, там же, 1930, *3*; Лебедев А., Исследование системы водяного охлаждения мотора Либерти, там же, 1930, *2*; Суслов М., Исследование бензиновых помп, М., 1932; Минкевич И., Свойства, тепловая обработка и назначение стали и чугуна, М., 1932; Канторович И., Хромистая сталь и применение ее в авиамоторостроении, там же, 1933, *4*; Лугаськов, Магниевые сплавы, их изготовление и применение, М., 1933; Сборник исследовательских работ Технологич. отдела, I—Антифрикционные сплавы, «Труды НАТИ», М., 1931, вып. 14; Панютин П., Стандартизация методов исследования моторных топлив, «НХ», 1932, *2*; Яковлев Н., Стандартизация методов исследования моторных топлив, там же, 1932, *5*; Панютин П. и Ирисов А., «Труды НАТИ», М., 1931, вып. 12, 19 и 21; Пархоменко В., Авиационные смазочные масла, «Нефть», М., 1933, *12*; Шереметев Л., Опыты по охлаждению авиамоторов высококипящими жидкостями, «Техн. возд. флота», М., 1930, *2*; Таблица физич., механич. и химич. свойств пластич. масс, М., 1932; Ricardo H., High Speed Internal Combustion Engines, L.—Glasgow, 1931; Judge A., The Testing of High Speed Internal Combustion Engines, L., 1932; Miller H., Determining Horse Power from Flight Tests, «Airway Age», N. Y., 1930, October; Muckelow G., Experiments with a Supercharged Single Cylinder Unit, «Aeronautical Research Committee Reports a. Memoranda», Wsh., *1932*, *1460*; Shey O., Comparative Performance of Superchargers, «National Advisory Committee Aeronautica (NACA)», Report, 1931, *384*; Shey O., Comparative Performance of Power Tlay Vane Type Supercharger a. NACA Roots Type Supercharger (NACA), Reports, 1932, *426*; Kearton W., Turboblowers a. Compressors, L., 1926; Ostertag P., Kolben a. Turbokompressoren, Theorie u. Konstruktion, B., 1923; Holzer H., Die Berechnung d. Drehschwingungen, B., 1921; Stieglitz A., Der Torsiograph, ein Drehschwingungsmessgerät f. Fahrzeugmotoren, «Deutsche Versuchsanstalt f. Luftfahrt», B. — Adlershof, 1931, *2*; Versuche an Kapsel u. Zahnradpumpen, «Motorwagen», 1927; Hayes O., Induction System, «Automobile Engineer», L., 1932, *293*, *294*, *295*; Klüssener O., Versuche über den Einfluss von Saug- u. Auspuffrohrlänge auf dem Liefergrade, «Automobiltechnische Zeitschrift», B., 1932, *12*; Gawthrop D., Photograph of the Disturbance which Propagates Detonation to a Charge of Explosive, «Journal of the Franklin Institute», 1932; Bugge N., Hahson D., Heat Treatment a. Annealing of Alluminium a. Its Alloys, L., 1932; Weidinger H., Versuche mit Heisskühlung am Flugmotor, «Ztschr. f. Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt», Mch., 1931, *18*, *20*; J. R., Routine Testing of Synthetic Plastic Mouldings, «Machinery», L., 1933, v. 42.

Е. Урмин.

Технические испытания в текстильной промышленности. Советская текстильная пром-сть располагает в настоящее время целой системой научно обоснованных и проверенных на производственной практике методов испытания употребляемого в производстве сырья, полуфабрикатов и готовых изделий. Методы эти охватывают все элементы качества исследуемых объектов, свободны от субъективности оценок, присущих старым ручным способам испытания, и дают результаты в форме точных числовых величин. Текстильное сырье (хлопок, шерсть, лубяные волокна, шелк, искусственный шелк разных видов, котонин и пр.) испытывается на зрелость, засоренность, влажность, длину штапеля, тонину волокна, номер, разрывное напряжение, крепость и удлинение при разрыве. Испытания ведутся на специально сконструированных приборах по научно разработанным методич. указаниям. Здесь применяются: микроскоп для определения зрелости—извитости—тонины волокон, кондиционные аппараты для определения влажности, динамометры разнообразных конструкций для измерения крепости—растяжимости—упругости, специальные приборы для измерения длины и тонины, метрического номера и пр. Текстильные полуфабрикаты (пряжа) подвергаются специальным испытаниям на номер, крепость, крутку, ровноту, растяжимость, упругие свойства, влажность, засоренность. Готовые изделия (ткани и трикотаж) исследуются на: размерность, вес, строение, крепость—растяжимость—упругость, истирание, продавливание, ломкость на складках, усадку и на ряд санитарно-гигиенических свойств (например теплопроводность, воздухопроводность, гигроскопичность, водопроницаемость). Технич. ткани имеют свои особые испытания на водоупорность, огнестойкость, газопроницаемость и пр. Каждое специальное испытание имеет свою аппаратуру и методику испытания. Кроме этих физико-механич. испытаний готовые изделия подвергаются многочисленным текстильно-химич. испытаниям: на химич. повреждения волокна в процессах обработки, на прочность окрасок к действию света, стирке, трению, теплу (утюжению), поту, щелочам, к-там, морской воде и пр. Общетехнич. испытания производятся в фабричных и трестовских лабораториях. Испытания повышенного типа и разработка методики и аппаратуры для испытания текстильных материалов ведутся преимущественно в НИТИ и его филиалах (в Иванове, Серпухове, Ленинграде, Ташкенте), в лабораториях по испытанию материалов текстильных втузов и техникумов, а также в научно-исследовательских учреждениях НКЗема и ГОСХИ (Гос. хлопков. инспекция). Лаборатории по исследованию волокнистых материалов имеются: в Москве (при НИТИ, Текстильном ин-те, Текстильном техникуме, Московском текстильном тресте, трестах Пестроткань, Союзтехноткань, Новлубинституте, Инженерно-экономич. ин-те); в Ленинграде (при ЛОНИТИ, Текстильном ин-те, Ниточном тресте); в Иванове (при ИВНИТИ, Ивановском текстильном ин-те); в Серпухове (СЕРПНИТИ); в Ташкенте (при Среднеазиатском НИТИ и селекционных хлопковых станциях); в Харькове (Украинская научно-исследовательская текстильная лаборатория); в Киеве (Текстильный ин-т); в Костроме (Текстильный ин-т и ф-ка им. Ленина); при Ореховском, Калининском, Ногинском текстильных трестах, на ф-ке «Красный Перекоп» в г. Ярославле. Для нек-рых видов испытания имеются стандартные методы, изданные в форме обязательных общесоюзных стандартов (ОСТ), напр. методика механич. испытания хл.-бум. пряжи (ОСТ 5035); длина хлопка-волокна и крепость хлопка-волокна (ОСТ 3757, 3758); методы испытания хл.-бум. тканей (ОСТ 654). В развитие этих стандартов НИТИ выпустил «Инструкцию и правила испытания хлопкового волокна, пряжи и ткани» (1932 г.), предназначенную для руководства фабричных лабораторий и хлопковых з-дов. Советская литература по текстильным испытаниям пока еще немногочисленна и касается

Дополнительные соотношения для жидкости и насыщенного пара. Теперь мы можем опять вернуться к жидкости и коснуться неоконченных ранее вопросов. Опытное определение теплоемкости воды было сделано Диетеричи еще в 1904 г. Общая схема опыта была следующая:



Фиг. 18.

в кварцевую трубку определенного объема вводился водяной пар, к-рый там конденсировался, и излишняя вода удалялась при помощи воздушного насоса испарением, затем трубка запаивалась. В ней при общем известном объеме v находилась смесь жидкости и пара, общая масса коей была известна. Далее производилось нагревание трубки до определенной $t°$, и затем трубка быстро падала в ледяной калориметр Бунзена, в к-ром и определялось количество тепла, выделившееся при охлаждении. Принимая, что общий объем, занятый смесью, не изменился за время опыта, мы имеем очевидно процесс охлаждения смеси при постоянном внешнем объеме, и следовательно количество выделившегося в калориметр тепла определится (на единицу веса смеси) по соотношению

$$\delta Q = dU_x = d(U_0 + \varrho x), \text{ т. е. } Q = U_0 + \int_0^t \varrho \frac{a-v}{u},$$

где U_0—превышение внутренней энергии на пограничной кривой при $t°$ нагрева над энергией при 0°, a—удельный объем смеси. Для известного веса M это будет

$$Q_м = MU_0 + \int_0^t \varrho \frac{V-Mv}{u},$$

где V—внутренний объем трубки. Далее по соотношению Клапейрона имеем

$$r = AT\frac{dp}{dT}u, \text{ т. е. } \varrho = A\left(\frac{Tdp}{dT} - p\right)u,$$

и следовательно

$$Q_м = MU_0 + A\int_0^t \left(\frac{Tdp}{dT} - p\right)(V - Mv).$$

Второе слагаемое правой части равенства подсчитывается по опытным определениям $\frac{dp}{dT}$, p, v для темп-р t и 0°, общее количество $Q_м$ определяется по калориметру как разность теплот, отданных калориметру всей трубкой и ее стенками, и т. о. определяется превышение внутренней энергии жидкости на пограничной кривой при температуре t над энергией жидкости на той же кривой при 0°. Следовательно в опытах Диетеричи определялось собственно изменение внутренней энергии жидкости на пограничной кривой по мере повышения $t°$ (и давления). Но, зная объемы и давления на пограничной кривой, мы можем определить и энтальпии по соотношению $i = U + Apv$. Таким образом мы получаем, принимая условно энтальпию при 0° С равною 0, энтальпии на пограничной кривой. Определенные таким путем по опытам Диетеричи величины мало разнятся от величин, даваемых опытами Осборна [5], и до 250° согласны с величинами, принятыми МК 30. При 300° (опыты Диетеричи шли только до 303°)

$$i_D \cong 316{,}5;\ i_{\text{МК30}} = 322 \pm z;$$

эта разница объясняется вероятно тем, что входящие в определение U_0 величины v, а также $\frac{dp}{dT}$ для темп-р, бо́льших 270°, определены Диетеричи экстраполяцией за отсутствием тогда опытных данных. Мы можем теперь принять во внимание общее выражение энтальпии для жидкости

$$i = -Av_0(p - p_0)\left[\frac{2-\beta(p-p_0)}{2}\right]\left[Tf'(T) - f(T)\right] + \int c_{p_0}\,dT.$$

Отсюда, пренебрегая p_0, получим

$$i + Ap\left(1 - \frac{\beta}{2}p\right)\left[Tv_0f'(T) - v_0f(T)\right] = \int c_{p_0}\,dT.$$

Помощью касательных к кривой $v_0 f(T)$ определяем $v_0 f'(T)$ и далее все второе слагаемое левой части равенства. Напр. возьмем $T = 523°$ (250°C), p в этом случае на пограничной кривой $= 40{,}6\ atm$, $v_0 f'(T)$ согласно кривой $v_0 f(T)$ можно принять $= 27 \cdot 10^{-7}$, так что $Tv_0f_0(T) = 0{,}00141\ м^3$, далее $v_0f(T) = 0{,}001253\ м^3$ и следовательно второе слагаемое $= \frac{1}{427} \cdot 40{,}6 \cdot 10^4 \cdot 0{,}998 \cdot 16 \cdot 10^{-5}$, т. е. $< 0{,}2$ cal, им можно пренебречь и написать $i = \int c_{p_0}\,dT$. Это равенство и дало повод говорить, что Диетеричи определял теплоемкость c_p для воды. Если мы возьмем 300°, то слагаемое дает ок. 2,2 cal, так что при $i = 332 \pm 2$ (МК 30) оно опять не будет заметным, но при 350° вследствие быстрого подъема давления и значения $v_0f'(T)$ слагаемое дает ~ 19 cal и при общей величине $i = 404 \pm 5$ МК 30 даст $\int c_{p_0}dT = 423$. Т. о. при давлениях, близких к давлениям на пограничной кривой, соответственно до $t°$ 250° мы можем пользоваться соотношениями

$$i = \int c_{p_0}\,dT \text{ и } S = \int \frac{c_{p_0}dT}{T}$$

и c_{p_0} брать по известной ф-ле Диетеричи. При более высоких давлениях и соответственно $t°$ мы по данным на пограничной кривой строим кривую $\int c_{p_0}dT$ и касательными определяем c_{p_0}, а затем и c_p. Но разумеется полученные величины годны лишь в области давлений и темп-р, недалеко отстоящих от пограничных значений (ср. [21]). Вычисление же энтропии

гл. обр. хл.-бум. изделий. Кроме книжной литературы, указанной ниже, много материала по текстильным испытаниям можно найти в специальных журналах («Известия текстильной пром-сти и торговли», «За реконструкцию текстильной пром-сти», «Известия хлопчато-бумажной пром-сти», «Шерстяное дело», «Шелк», «Льнопенько-джутовая пром-сть», «Искусственное волокно», «За новое волокно», «Бюллетени Серпнити», «Бюллетень Ивнити» и др.). Иностранная литература, книжная и журнальная, по текстильным испытаниям в большей части относится к послевоенному периоду и по качествам своим и широте охвата не стоит вообще выше современной советской литературы в этой области. Среди иностранных источников нужно отметить научно-исследовательские статьи, помещаемые в журнале английского текстильного ин-та (Journal of the Textile Institute), издаваемом в Манчестере с 1910 г. Текстильные научно-исследовательские издания имеются в Германии: Textil-Forschung—орган Дрезденского исследовательского ин-та текстильной пром-сти, труды других текстильных ин-тов (в Карлсруэ, Крефельде и др.), в США (Textile Research—орган американского текстильного ин-та, издаваемый с 1932 г.); научные статьи по текстильным испытаниям помещаются также в журнале американского Бюро стандартов—Bureau of Standards Journal of Research.

Лит.: Бобров Ф., Теория и практика испытания тканей и других волокнистых материалов, Киев, 1916 (В 1-й части намечены главные вехи теории товароведения и дан очерк основных положений учения о сопротивлении строительных материалов, на к-ром автор базирует свои выводы по теории текстильных испытаний); Федоров В., Методика качественной оценки текстильных материалов, математич. введение, М., 1930 (Основы вариационной статистики и теории вероятностей в применении к разработке результатов текстильных испытаний); Архангельский А., Руководство по товароведным исследованиям, ч. 1, М.—Л., 1929 (Главы 4—7 посвящены описанию способов испытания волокнистых материалов, пряжи, шпагата, верёвок и канатов и исследованию тканей); Методы исследования товаров, под ред. Августиника и Воскресенского, Л.—М., 1932 (Ч. 3 содержит очерк Лукашевского В., Текстильные товары); Геерман П., Механич. и физико-технич. текстильные исследования, пер. с нем., М., 1930 (Перевод сделан со 2-го издания 1923 г., в 1931 г. вышло новое, 3-е издание, значительно переработанное и дополненное); Сборник НИТИ, Основные свойства хлопкового волокна и методы их определения, М., 1933 (В сборнике статьи Зотикова В. и Федорова В., дающие теоретич. обоснование методов испытания хлопкового волокна); Шемшурин Н. и Соловьев А., Исследование хлопкового волокна, М., 1933; Федоров Н., Практика испытаний хл.-бум. тканей, М., 1933; Горбунков В., Контроль качества пряжи и ткани, 2 изд., М., 1932; Позднякоп Б., Физико-механич. методы испытания трикотажных изделий, М.—Л., 1932; Соловьев В., Контроль качества в льняной пром-сти, М., 1932; Николаев А., Шерсть и методы ее исследования, М.—Л., 1930; Труды и материалы комиссии по стандартизации шерсти, под ред. Н. Канарского, М., 1928 (Описаны методы определения основных свойств шерстяного волокна); Труды комиссии для переработки описаний, условий приемки и кондиций поставки тканей в интендантство, т. 2, М., 1913 (Помещены доклады специалистов по методам технич. испытаний тканей); Сим В., Испытание шелка-сырца и его кручение, пер. с англ., М., 1932 (В 1-й части описаны методы и приборы для испытаний шелка-сырца на крепость, согласность и чистоту); Архангельский А., Искусственное волокно, его свойства и методы испытания, М.—Л., 1931; Архангельский Н., Швейные материалы, М., 1929 (Описаны методы испытаний тканей и швейных ниток); Закащиков Д., Текстильная микроскопия, Ташкент, 1931; Магитт М., Микроскопия лубяных растений, 2 изд., М., 1932 (ОСТ 283, 654, 1478, 1997, 2158, 2308, 3757, 3758, 5035); Инструкция и правила испытания хлопкового волокна, пряжи и ткани, М., 1932; Heermann P. u. Herzog A., Mikroskopische u. mechanisch-technische Textiluntersuchungen, 3 Aufl., B., 1931 (Обширный сводный труд, охватывающий все виды физико-механич. испытаний текстильных материалов и изделий, 1-я ч. книги посвящена текстильной микроскопии. Имеется перевод второго издания 1923 г.); Heermann P., Färberei u. textilchemische Untersuchungen, 5 Aufl., B., 1929 (Исследования текстильно-химич. процессов и испытания прочности окрасок); Dubran M., Untersuchungen von Garnen u. Stoffen, B., 1932; Williams J., Textiles on Test, L., 1931; Curtis H., The Testing of Yarns a. Fabrics, L., 1930; Smith G., Testing Strength of Materials (Cotton a. Linen), L., 1922; Lawrie L., Textile Microscopy, L., 1928; Skinkle S., Elementary Textile Microscopy, N. Y., 1930; Hayen G., Mechanical Fabrics, N. Y., 1932 (Испытания технич. тканей, преимущественно авто- и аэротканей); American Society for Testing Materials, Specifications a. Methods of Test for Textile Materials (Перевод издан Оргтекстилем: Нормы и методы испытания текстильных материалов, М.—Л., 1932); A Handbook of Hosiery Testing. Prepared by the U. S. Testing Company, 1930; Германский проект стандарта на методику испытаний волокон, пряжи, ниток и тканей см. в журн. «Melliand Textilberichte», Heidelberg, 1932, *11* u. f. В качестве справочника по текстильным материалам и их механическим, химическим и структурным свойствам и методам испытаний можно рекомендовать книгу Matthews J., The Textile Fibers, 4 ed., N. Y., 1924 и ее немецкую переработку: Matthews J., Die Textilfasern, B., 1928.

Н. Ануфриев.

Научно-исследовательские институты по химии. (Химико-технические испытания см. *Анализ химический.*) Химич. пром-сть является одним из отстающих и в то же время одним из наиболее интенсивно строящихся участков хозяйственного фронта СССР. Это вызвало необходимость высоко поднять у нас научно-исследовательскую работу по химии. В настоящее время эта работа ведется в широкой сети химических научно-исследовательских институтов и лабораторий и объединяется научно-экспертным органом ЦНИС НКТП СССР—Химической научно-исследовательской ассоциацией (НИАХИМ). Эта ассоциация в различных формах осуществляет тесную взаимную связь науки и пром-сти; в частности, ассоциация организует съезды, планирует научно-исследовательскую работу, внедряет законченные исследовательские работы в пром-сть и т. д. Ассоциация имеет секции: 1) неорганич. химии, 2) органич. химии, 3) аналитич. химии, 4) физич. химии, 5) электрохимии. Председателем ассоциации является акад. А. Н. Бах. В химическую ассоциацию входят: Академии наук (Украинская и СССР) с Ин-том физико-химич. анализа и двумя лабораториями, шесть головных ин-тов (Ин-т физич. химии им. Карпова, Ленинградский ин-т хим. физ., Днепропетровский физ.-хим. институт, Уралфизхим, Оптический ин-т, Ленинградский физ.-тех. ин-т), вузовские научно-исследовательские ин-ты и лаборатории (числом 21), отраслевые ин-ты НКТП СССР (числом 52, в том числе 4 института прикладной химии), ведомственные научно-исследовательские ин-ты (12), заводские лаборатории (23), хозяйственные органы (16) и проектирующие организации (5). Кроме того персонально входят 8 академиков и 34 профессора. Учреждения, объединяемые ассоциацией, представляют собой основную массу химических исследовательских учреждений Союза. Бо́льшая часть из них возникла уже после Октябрьской революции. Особенно выросли в этом отношении национальные республики. Напр. недавно Научный химич. ин-т учрежден в Туркмении. На Украине до 1917 г. было 7 научных хим. учреждений, а в 1930 г. их было уже 41. Стержневые проблемы в химич. пром-сти, к-рые будут разрешаться в течение второй пятилетки в химич. исследовательских учреждениях Союза, следующие: высококачественные сложные удобрения, синтетич. каучук, пластич. массы, применение электролиза (азот, алюминий). В области физич. химии—проблемы: природа химич. сил и химич. связи,

на самой пограничной кривой для получения ее изображения в системе T, φ можем вести непосредственно, исходя из равенства

$$dS = \frac{di}{T} - \frac{Avdp}{T}$$

или

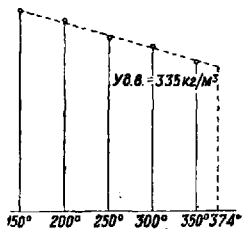
$$S - S_0 = \int_0^t \frac{i}{T} + \int \frac{i}{T^2}\, dT - A \int \frac{v}{T}\, dp.$$

Строим кривую $\frac{i}{T^2}$ в системе $\frac{i}{T^2}$, T согласно значениям i на пограничной кривой, далее кривую $\frac{v}{T}$ в системе $\frac{v}{T}$, p, определяем их интегральные и получаем значение энтропий на пограничной кривой. Но, с другой стороны, если нам даются значения энтальпий на пограничной кривой жидкости и на кривой сухого насыщенного пара, то разность энтальпий для одной и той же $t°$ есть скрытое тепло испарения, и если мы последнее разделим на T, то получим разность энтропий на кривой сухого насыщения и на пограничной кривой жидкости, как это следует из ур-ий, данных для насыщенного пара. Это соотношение дает возможность контроля над принятыми величинами. Вычисленные по данной ф-ле энтропии на кривой жидкости для 423°, 523° и 623° имеют значения 0,444, 0,673, 0,915; энтальпии для сухого насыщенного пара, определенные по правилу линейности (для перегретого пара) соответственно равны 656, 672, 619 (в круглых числах). Взяв энтальпии на нижней пограничной кривой по МК 30, имеем 151, 259, 404 (± 5); по разделении разности на соответственные T и прибавлении частного к величинам энтропии на нижней пограничной кривой получим энтропии сухого насыщения величинами 1,638, 1,461, 1,252 до 1,260, а по правилу линейности 1,637, 1,459, 1,252—согласие, вполне удовлетворительное. Вторым контрольным соотношением является, как уже было указано ранее, соотношение между теплоемкостями c_p для жидкости и перегретого пара вблизи насыщения, скрытым теплом испарения и коэф-том температурного расширения жидкости и пара. В применении к водяному пару это соотношение дает возможность определить коэф. температурного расширения $\frac{\partial v_2}{\partial T}$ пара. Пусть напр. применяется это соотношение при $T = 523$. Мы могли бы определить коэф-т расширения в точке сухого насыщения таким образом:

$$v_2 = \frac{RT}{p} - \frac{\varphi}{p} \text{ и } \left(\frac{\partial v_2}{\partial T}\right)_p = \frac{R}{p} - \frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{\varphi}{p}\right)_p,$$

т. е. строим кривую со значениями $\frac{\varphi}{p}$ для 523. 533 и скажем 548 при давлении $p = \text{Const} = 40{,}6$ *atm*. Касательная к конечной точке (523°) этой кривой и дала бы искомый коэф., но касательную в конечной точке трудно провести точно, и соотношение между теплоемкостями может служить именно для нахождения коэф-та расширения и поверки таким путем характеристич. ур-ия графического или алгебраического.

Критическая температура. В диаграмме T, S (фиг. 18) для паров воды мы видим, что нижняя пограничная кривая и кривая сухого насыщения сближаются постепенно с повышением $t°$ и следовательно сливаются где-нибудь. Точка слияния на диаграмме не показана, т. к. табл. МК 30 идут лишь до 350°. Слияние это произойдет при $t°$ приблизительно 374°, какова и носит название критической $t°$. Основание для такого названия общеизвестно и наглядно поясняется диаграммой T, S: если мы, имея перегретый пар в 1 *atm* давления и 300°, будем его изотермически сжимать, т. е. на диаграмме пойдем в сторону убывающих энтропий (отнятие тепла), то приведем пар при давлении 87,7 *atm* к сухому насыщению, после чего дальнейшее изотермич. сжатие поведет к конденсации пара и обращению его в жидкость. Но если мы тот же процесс проделаем при $t°$ 450°, то совсем не встретим кривой сухого насыщения, и пар будет оставаться газом. Отсюда известный закон Андрьюса: изотермич. сжатием с $t°$ выше критической ни при каком давлении нельзя обратить газ в жидкое состояние. Само слияние двух пограничных кривых (жидкости и сухого насыщения) представляют обычно так, что обе кривые касаются в слиянии критической изотермы, и для критической точки (точки слияния) высказываются следующие положения: 1) тепло испарения $= 0$; 2) коэф. температурного расширения, т. е. $\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p = \infty$; 3) $c_p = \infty$; 4) $\left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_T = 0$. Первое положение неясно с термодинамич. стороны: если обе кривые касаются критич. изотермы, т. е. имеют общий малый элемент, то тепло испарения м. б. очень мало, но не будет в точности равно нулю, что непосредственно видно из диаграммы T, S. Второе, третье и четвертое положения суть чисто математич. условности, т. к. говорить напр. о коэф-те $t°$-ного расширения, когда изотерма и изобара совпадают, с точки зрения действительности не приходится. Но и вообще если в слиянии обе кривые имеют общий элемент с изотермой, то переход из жидкого состояния в газообразное при $t°_{крит.}$ будет отличаться от обычного процесса испарения только своей относительной быстротой и для нас неуловимо малым количеством тепла испарения, по существу же это будет тот же самый процесс с термодинамич. стороны. Точно так же и положение Андрьюса о невозможности путем сжатия обратить газ в жидкость при $t°$ выше критической можно было бы сформулировать так: $t°_{крит.}$ есть темп-рный предел возможности ожижения газа доступными для нас давлениями. С термодинамич. же, да и с механич. точки зрения ничто не препятствует предположить существование другой фазы, подходящей по своим свойствам к жидкости, при очень высоких давлениях и при относительно высоких температурах. Также неясен и вопрос об объеме в критической точке. Объем этот собственно определяется экстраполяцией по правилу Кайете и Матиа: если отложить на абсциссах темп-ры, а на ординатах—плотности жидкости и сухого насыщенного пара, то среднее арифметическое из этих ординат лежит приближенно на прямой, к-рая разумеется проходит через точку слияния кривых, представляющих плотности. Это правило имеет место и для воды. На фиг. 19 представлена прямая, ординатами подходящая к средним арифметическим из плотностей жидкости и пара. Если ее продолжить, то получим в пересечении с критич. изотермой (374°) плот-



Фиг. 19.

ность в критич. точке, т. е. и уд. объем. Вероятный уд. в. таким путем определяется в 335 *кг/м*³, т. е. вероятный уд. объем в 0,003 *м*³/*кг*. Но опыты Гейна (Hein) с углекислым газом показали [6], что т. н. критические явления м. б. наблюдаемы в довольно широких пределах плотностей, и т. о. уд. критич. объем является величиной неопределенной. Это дает основание Нернсту утверждать, что нижняя пограничная кривая жидкости и кривая сухого насыщения соединяются при $t°_{крит.}$ небольшим отрезком критич. изотермы, где имеется состояние неустойчивого равновесия между жидкостью и ее паром, благодаря чему и уд. объем вообще неопределенный. Но тогда, как уже было указано, переход жидкости в пар и в критич. состоянии с термодинамич. стороны по существу остается тем же, что и до этого.

Переход из твердого состояния в парообразное и жидкое. Общеизвестный факт испарения твердого тела дает основание применить уравнения Т. и к переходу из твердого состояния в парообразное и жидкое. В частности ур-ие Клапейрона $r = AuT\frac{dp}{dT}$ м. б. также применено к испарению твердого тела, причем здесь r будет тепло испарения твердого тела, соответствующее данной $t°$ (и давлению пара), и обозначается часто через s (Sublimation), величина u есть разность уд. объемов пара и твердого тела $v - v_1$. При этом можно пренебречь v_1, т. е. уд. объемом твердого тела, сравнительно с объемом пара, и тогда

$$s = AvT\frac{dp}{dT}.$$

С другой стороны, переход твердого тела в жидкое связан с теплом плавления; обозначим его через l, тогда опять можно применить соотношение Клапейрона к этому процессу

$$l = AT\frac{dP}{dT}(v_2 - v_1),$$

где v_2—объем жидкости. Для воды $v_1 > v_2$ при 0° и 760 *мм* рт. ст.

$$v_2 = 0{,}001; \quad v_1 = 0{,}001091 \ (м^3/кг).$$

Следовательно $\frac{dT}{dP} = -\frac{AT}{l} \cdot 91 \cdot 10^{-6} = -\frac{273 \cdot 91 \cdot 10^{-6}}{79{,}3 \cdot 127} =$ $= -73 \cdot 10^{-8}$. Возьмем приближенно $\frac{dT}{dP} = \frac{\Delta T}{\Delta P}$ и $\Delta P = 8{,}1\ Atm$, тогда $\Delta T = 73 \cdot 10^{-8} \cdot 8{,}1 \cdot 10^4 \cdot 1{,}0332 = 0{,}0616$. Другими словами, при повышении давления на 8,1 *Atm* температура таяния льда понижается на 0,0616°. В. Томсон нашел понижение опытным путем в 0,059°. Наоборот, для тех тел, у к-рых при плавлении объем увеличивается ($v_2 > v_1$), $t°_{пл.}$ повышается с повышением давления [6]. При $t°_{пл.}$ м. б. существование смеси из пара, жидкости и твердого тела. Если обозначить через r скрытое тепло испарения жидкости, то в этом случае $s = r + l$ и т. к.

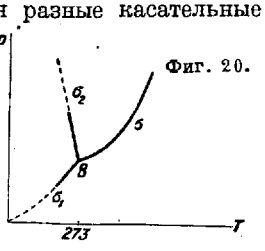
$$r = AT\frac{dP}{dT}(v - v_2),$$

то

$$l = AT\left[\left(\frac{dp}{dT}\right)(v - v_1) - \left(\frac{dP}{dT}\right)(v - v_2)\right] \cong$$

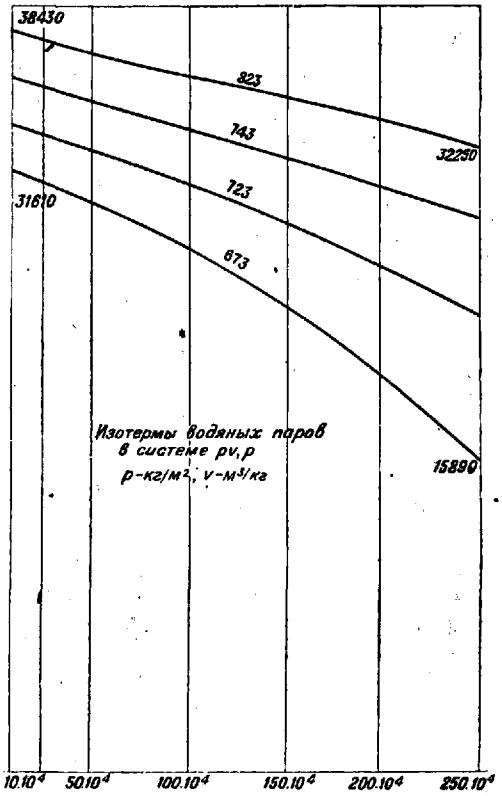
$$\cong AT_v\left(\frac{dp}{dT} - \frac{dP}{dT}\right).$$

Т. к. тепло плавления l всегда существует, то всегда имеется разность $\frac{dp}{dT} - \frac{dP}{dT}$, т. е. если мы построим в координатах T и p кривые σ и σ_1 зависимости p от T в процессе парообразования для жидкости и твердого тела, то при $t°_{пл.}$ они пересекаются, имея разные касательные в точке B пересечения (фиг. 20). В сторону возрастающих T от обеих кривых будет область газообразного состояния; в сторону убывающих T в одном случае будет область жидкости, в другом—область твердого тела. Обе области в свою очередь разделяются кривой σ_2, указывающей на зависимость $t°_{пл.}$ от давления.



Фиг. 20.

Газы. В настоящее время все газы нужно рассматривать как перегретые пары, находящиеся б. или м. далеко от состояния насыщения. Мы видели уже, что закон Мариотта-Гей-Люссака является лишь пределом, к к-рому по своим свойствам пары стремятся по мере повышения $t°$. Поэтому если для какого-нибудь газа провести опыты над изменениями произве-



Фиг. 21.

дения pv в зависимости от p при данном T или в зависимости от T при данном p, то мы не получим в первом случае прямых, параллельных от p, а во втором—прямых, наклонных к оси T (возрастание ординат пропорционально T). Если мы по нормам МК 30 построим в системе p, pv изотермы для перегретых водяных паров, то получим кривые (фиг. 21) с ординатами, убывающими по мере возрастания p; кривые стремятся к спрямлению и параллельности оси p по мере возрастания $t°$. Течение их показывает, что характеристич. ур-ие д. б. всегда $pv = RT - \varphi$, где φ—положительная величина, т. к. произведение pv убывает с возрастанием p. Если бы мы изобразили какую-

строение молекул и более сложных систем, механизм химич. реакций и др. Эти проблемы должны явиться ведущими звеньями в цепи научно-исследовательских работ в ближайшие годы. Большую роль в организации научно-исследовательской работы в Союзе играет Научное инженерно-техническое об-во химиков (НИТОХИМ). Это общество, возникшее в 1931 году, является одним из самых крупных и активных НИТО и объединяет свыше 10 000 научных и производственно-исследовательских работников-химиков. Основной работой НИТОХИМ является постановка и разрешение научно-исследовательских и научно-технич. проблем, выдвигаемых практикой химзаводов. Так, ячейка НИТО Березниковского химкомбината рационализировала работу электролитич. ванны и удвоила ее производительность. Ячейки научно-исследовательских ин-тов организуют литературную и научно-пропагандистскую работу. В ноябре 1933 г. по постановлению VI Менделеевского съезда основано Всесоюзное Научное химич. об-во им. Менделеева.

Следующим организующим началом химич. работы в Союзе является деятельность Химиздата и др. издательских органов. Из химич. журналов, издающихся в Союзе, главные следующие: Химич. журнал (сер. А—«Журнал общей химии», сер. Б—«Журнал прикладной химии», сер. В—«Журнал физической химии»), «Успехи химии», «Украинский химич. журнал», «Известия Украинского научно-исследовательского ин-та физической химии» (Днепропетровск), «Известия Ин-та физ.-химич. анализа» (Ленинград), «Заводская лаборатория» (Ленинград), «Минеральное сырье» (Москва), «Химический реферативный журнал», «Химич. аннотационная картотека», «Журнал химич. пром-сти», «Химстрой», «Калий», «Новости химич. технологии». Кроме того издаются журналы химич. характера по различным отраслям пром-сти, общим числом свыше 120 журналов и трудов ин-тов на русском и украинском языках. С 1934 г. в Харькове начинает издаваться журнал физич. химии на немецком языке (часть статей будет печататься на английском и французском языках). Большое число работ советских химиков печатается за границей. Так, из работ, опубликованных в 1930 г. в «Ztschr. f. phys. Chemie» (Германия), 10% принадлежит советским ученым. В качестве примера организации работы химич. научно-исследовательского ин-та можно привести головной Ин-т физич. химии им. Л. Карпова. Ин-т имеет 10 отделов и самостоятельных лабораторий, в которых изучаются следующие проблемы: 1) Отдел поверхностных явлений: электродные процессы, двойной слой и поверхностные явления на металле, активизированная адсорбция, активация угля, явления смачивания и флотации. 2) Отдел коллоидной химии: лиофильные и лиофобные коллоиды. 3) Рентгенографич. лаборатория: рентгенография и электронография коллоидных и комплексных систем. 4) Лаборатория аэрозолей. Конденсация паров и коагуляция туманов. 5) Отдел катализа: органич. катализ, гетерогенный катализ, химич. кинетика, биологич. катализ. 6) Отдел строения вещества: электрич. свойства молекул, комплексные молекулы, чрезвычайно твердые сплавы. 7) Отдел неорганич. химии: химич. связь, технич. получение окиси и хлорида алюминия из глин, растворы в сжиженных газах (аммиаке), термохимия. 8) Лаборатория фотохимии: фотохимич. реакции и научная фотография. 9) Отдел технич. электрохимии: наращивание металлов и сплавов, оксидирование алюминия, электроотложение редких элементов, структура электроосажденных металлов, хромирование. 10) Лаборатория реакций в распыленном состоянии. 11) Аналитическая лаборатория: разработка методов анализа, методов контроля производств, стандартизация, арбитражные анализы. В ин-те в 1933 г. работало 156 чел. научных сотрудников, 25 аспирантов и 200 чел. обслуживающего и вспомогательного персонала и администрации. 75% научных сотрудников занято экспериментально-теоретич. работами, а 25%—прикладными работами. Бюджет ин-та составил 1,6 млн. руб. (без капитальных затрат). Ин-т совместно с Ин-том химич. физики (Ленинград) издает «Журнал физической химии», периодически созывает конференции по отдельным вопросам физич. химии (на к-рые приезжают иностранные ученые), посылает представителей на съезды за границу.

Лит.: Пятнадцать лет советской химии, Москва—Ленинград, 1932; Каталог выставки мировой химической периодики на VI Менделеевском съезде, Харьков, 1932.

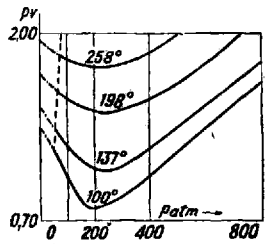
Б. Кабанов.

Технические испытания в области физической химии. Физическая химия — наука, пограничная между физикой и химией, изучающая химич. явления физич. методами. Часто эта наука называется также теоретич. химией (Нернст) и общей химией (Оствальд). Физич. химия была создана как отдельная наука в конце 19 в., когда к химич. явлениям была применена термодинамика (Гиббс и др.) и кинетич. теория газов. В 1887 г. начал выходить журнал «Zeitschrift für physikalische Chemie», самый распространенный журнал по физич. химии. В это же время начал свои знаменитые исследования растворов Вант-Гофф. В последние годы физич. химия растет чрезвычайно интенсивно, используя не только методы классич. физики, но и развивающиеся в последние годы новые методы и отделы физики (экспериментальные, напр. разложение атома, и теоретические, напр. волновую механику). Современная физическая химия основана на представлении о прерывистом строении материи (атомы), электричества (электроны) и энергии (кванты) и в теоретич. построениях пользуется методами кинетич. теории материи, термодинамики и статистики. Физич. химию можно разбить на ряд отделов: 1) учение об атомах и молекулах, 2) учение об агрегатном состоянии (жидком, твердом и газообразном), 3) коллоидная химия и поверхностные явления (адсорбция и пр.), 4) химическое равновесие, 5) термохимия, 6) *электрохимия* (см.), 7) химич. кинетика и катализ и 8) *фотохимия* (см.). В последние годы выделилась новая наука, весьма близкая к физич. химии,— химич. физика. Все отделы физич. химии имеют очень тесную связь с различными областями техники и производства—с металлургией, с химической технологией, пищевой, текстильной пром-стью и т. д. В качестве примера укажем на широкое распространение, особенно в последние годы, адсорбционных методов в промышленности: флотация (при обработке руд), создавшая революцию в металлургии, крашение (в текстильной пром-сти), рекуперация (при обработке газов), адсорбция в военной химии, в аналитич. химии, адсорбционное обесцвечивание в пищевой пром-сти и т. д. Другим примером может служить способ Габера для синтеза аммиака, основанный на применении

нибудь изобару в системе T, pv с давлением например в 50 atm и начали бы с $T = 623°$, то ординаты (pv) имели бы значения 26550(623°); 29500(673°); 32200(723°); 34850(773°); 37350(823°); разности между двумя последовательными ординатами с расстоянием между ними в 50° были бы 2950; 2700; 2650; 2500, т. е. убывающими с возрастанием T. Отсюда мы заключаем, что $\frac{\Delta v}{\Delta T}$ при $p = \text{Const}$ убывает, т. е. $\frac{\partial^2 v}{\partial T^2} < 0$ и следовательно, по равенству

$$\left(\frac{\partial c_p}{\partial p}\right)_T = -AT \left(\frac{\partial^2 v}{\partial T^2}\right)_p, \frac{\partial c_p}{\partial p} > 0,$$

как на самом деле и имеется в опытах Кноблауха, т. е. теплоемкость возрастает с давлением при данной T. Для углекислого газа изотермы

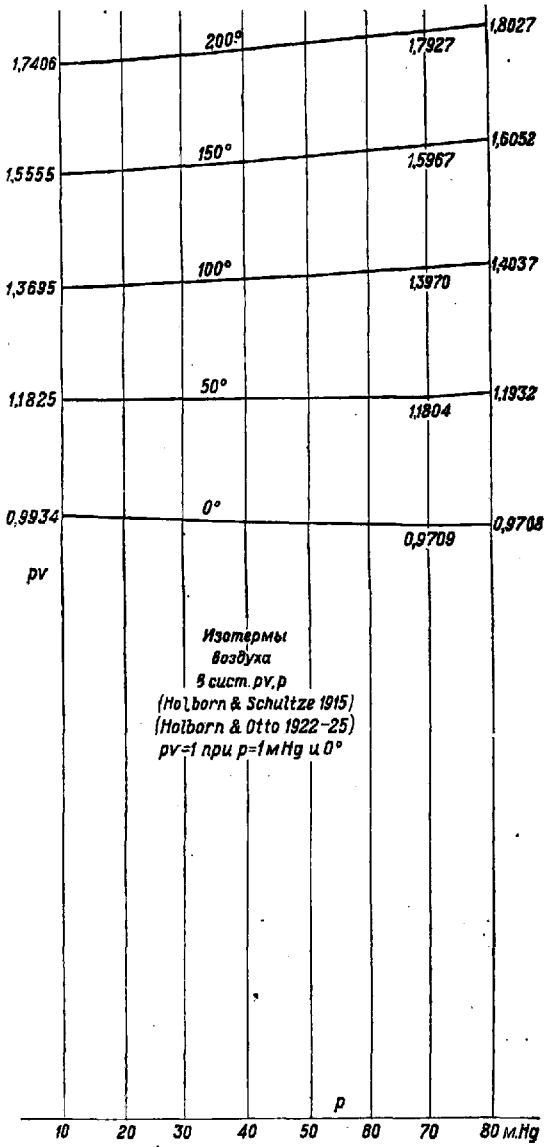


Фиг. 22.

в системе p, pv имеют другой вид (опыты Амага) (фиг. 22): произведение pv падает до 200 atm (приблизительно), а затем возрастает, но изотермы постепенно спрямляются по мере повышения $t°$. Последовательные разности $\left(\frac{\Delta v}{\Delta T}\right)_{p=\text{Const}}$ убывают и в той и другой части кривой (для давлений 100 и выше атмосфер) и следовательно здесь c_p возрастает с давлением, но Люссана нашел, что и для меньших давлений c_p также возрастает с давлением [7] . Подобная же зависимость найдена была и для аммиака NH_3. Прилагаемая диаграмма (фиг. 28) (взята у Jellinek) показывает, что пары аммиака в отношении теплоемкости c_p очень сходны с парами воды. Для воздуха имеются исследования двоякого рода: с одной стороны, определялось произведение pv, с другой,—теплоемкости c_p, при различных $t°$ и давлениях. Первые исследования [8] представлены диаграммой в системе p, pv (фиг. 23) и диаграммой T, pv (фиг. 24); вторые [9] представлены таблицами c_p в системе T, c_p (изобары) (фиг. 25) и в системе p, c_p (изотермы) (фиг. 26). Изобары между 0 и 50° отчасти дополнены по Витковскому, данные Ребук (Roebuck) взяты по статье О. Бриджмена [10]; затем имеется еще исследование (Холборн и Якоб) по теплоемкости c_p воздуха для 60° между давлениями 1÷300 atm. Значения здесь близки к значениям по Ребуку. Таблица изобар c_p по Ребуку указывает, что и воздух имеет между темп-рами 50° и 280° свойства теплоемкости c_p, похожие на свойства c_p у паров воды, только разумеется зависимость от давления меньшая, нежели у паров, и при 280° теплоемкости для различных давлений очень сближаются, так что можно с бо́льшим основанием считать их при темп-ре высшей (напр. 400—500°) не зависящими от давления (в пределах 1÷200 atm), а только от $t°$, как это имеет место для газа, следующего соотношению $pv = RT$. То же самое мы видим и по изотермам c_p, т. к. изотермы по мере увеличения T стремятся к прямым, параллельным оси p, т. е. к независимости от давления. Сопоставим теперь данные относительно c_p с данными относительно pv. Изотермы pv сравнительно мало отклоняются от горизонтальных прямых, но не имеют той правильности в характере своего отклонения от горизонталей, какая замечалась на изотермах углекислого газа: напр. изотерма 200° более отклоняется от горизонтали, нежели изотерма 50°. Посмотрим, насколько отношение объемов в том и другом случае отступает от закона Мариотта; возьмем объемы (v_1) при 10 $м$ рт. ст. и (v_2) при 70 $м$, их отношение для изотермы 200°

$$\frac{p_1 v_1}{p_2 v_2} \cdot \frac{p_2}{p_1} = \frac{1{,}7406 \cdot 7}{1{,}7927} = 6{,}7966$$

и для изотермы $50° = \frac{1{,}1825 \cdot 7}{1{,}1811} = 7{,}0194$; по Мариотту и в том и другом случае должно быть 7. Т. о. отступлено от закона Мариотта в



Фиг. 23.

первом случае (200°) больше, чем во втором, а между тем, если судить по теплоемкостям, должно бы быть наоборот. Поэтому мы можем сказать, что значения pv, данные опытами Холборна, не вполне соответствуют данным c_p по Ребуку, и следовательно нужны новые более обширные опыты для полного термодинамич. выяснения свойств воздуха при невысоких темп-рах и относительно высоких давлени-

термодинамики. Искусственные удобрения, получаемые этим методом, дали увеличение урожая хлеба в Европе, равное всей продукции хлеба в Канаде.

В Советском Союзе под влиянием запросов быстро развивающейся пром-сти физич. химия получила особенно сильное развитие. Основан ряд специальных физико-химич. научно-исследовательских ин-тов. Из них главные: 1) Ин-т химич. физики, Ленинград (вопросы кинетики химич. реакций и катализа, газовые взрывы, поверхностные явления, строение молекулы, электрохимия), 2) Ин-т физич. химии им. Л. Я. Карпова, Москва, с филиалом в Свердловске (вопросы поверхностных явлений катализа, электрохимии, коллоидной химии, строение вещества и волновая механика, строение химич. соединений и др.), 3) Ин-т физико-химического анализа при Академии наук СССР, Ленинград (разрабатываются общие методы определения отношения между составом и измеримыми свойствами равновесных химич. систем и способы применения названных методов к планомерному исследованию металлич. сплавов, жидких, твердых и других растворов), 4) Днепропетровский физико-химич. ин-т (катализ, кинетика химич. реакций, электрохимия и пр.). В ряде химич. вузов основаны кафедры физической химии, при к-рых ведется научно-исследовательская работа (в Москве, Ленинграде, Харькове, Свердловске, Иванове, Одессе, Киеве, Днепропетровске, Перми, Ростове, Воронеже, Томске); кроме того широко развернулась научно-исследовательская работа по физич. химии в многочисленных отраслевых и ведомственных научно-исследовательских ин-тах (всего ок. 40 ин-тов) и в лабораториях ряда (ок. 20) з-дов. В СССР издаются журналы физической химии, один на русском языке («Журнал физической химии»), один на украинском и предполагается выпустить новый журнал на немецком языке. Многие научные работы печатаются за границей. Так, из работ, опубликованных в 1930 г. в «Zeitschrift phys. Chemie» (Германия), 10% принадлежит советским физико-химикам. В организационном отношении имеется секция физической химии при НИТО химиков, а также Ассоциация научно-исследовательских институтов по физикохимии.

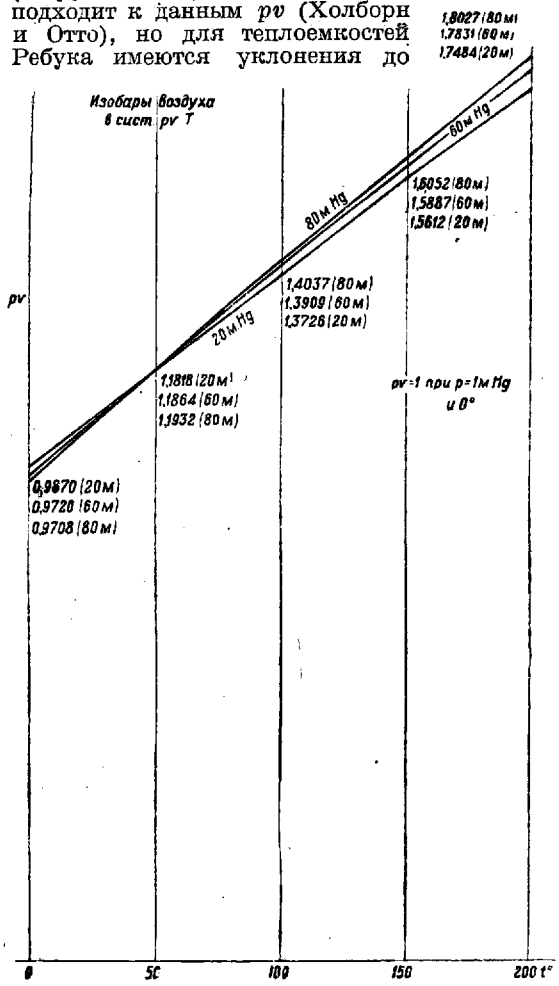
Лит.: Эггерт Дж., Учебник физич. химии в элементарном изложении, пер. с нем., 2 изд., М., 1931 (Учебник для вуза и в то же время книга для повышения квалификации связанных с производством химиков и физиков. Изложение сжатое и целостное, гармонично сочетает классические и новые представления. В конце даны 4 ценные дополнительные статьи крупных специалистов); Эйкен А., Основные начала физич. химии, т. 1—2, М.—Л., 1929—30 (Сделан упор на физич. сторону науки. Изложение сравнительно более подробное); Котюков И., Физич. химия, Томск, 1930 (Конспективное изложение лекций, читанных в вузах, содержит теорию, упражнения и описание экспериментов); 2 изд., Томск, 1933, т. 1 (издано с внешней стороны очень плохо); Каблуков И., Основные начала физич. химии (Вузовский курс), вып. 1, М., 1912; вып. 2, 2 изд., М., 1922; вып. 3, М., 1910 (Первый и третий вып. несколько устарели); Оствальд В., Основы физич. химии, пер. с нем., СПБ, 1910 (Изложение ясное, простое, без высшей математики. Материал несколько устарел); Тимофеев В., Физич. химия, 1923; Бродский А., Физич. химия, т. 2, Харьков, 1933 (Химич. термодинамика и статистика, электрохимия и фотохимия); Уоккер Дж., Введение в физ. химию, пер. с англ., 3 изд., М.—Л., 1926 (Книга имеет целью подготовить студента к проработке таких основных курсов, как Эйкен, Нернст и т. п.); Джонс Г., Основы физич. химии, пер. с нем., Одесса, 1911; Керридж Ф., Основы физич. химии для медиков, пер. с англ., 2 изд., М.—Л., 1932; Плотников В., Введение в изучение физич. химии, 1910; Фаянс К. и Вюст И., Физико-химич. практикум, пер. с нем., Л., 1931; Тиль А., Физико-химич. практикум, пер. с нем., М.—Л., 1933; Вознесенский С. и Ребиндер П., Руководство к лабораторным работам по физич. химии, М.—Л., 1928; Кистяковский В., Прикладная физич. химия, ч. 1, Л., 1926; Курбатов В., Введение к изучению и к практич. занятиям по физич. химии, ч. 1, Л., 1926; его же, Физико-химич. теории и приложение их в технике, ч. 2, Л., 1929 (Книга является введением к серии монографий по отдельным вопросам физич. химии, издающейся в настоящее время, и рассчитана на технич. работника, незнакомого с физ. химией); Современные физико-химич. методы химич. анализа, Сборн. статей под ред. С. Щукарева, вып. 1, Л., 1932; Сборн. рефератов по химии, под ред. В. Кондратьева и К. Мищенко, вып. 2, физич. химия и химич. физика за 1930 г., ч. 1, Л., 1931, ч. 2, Л., 1932 (Даны рефераты большинства физико-химич. работ мировой научной литературы за указанные годы. Печатается следующая часть за 1932 г.); Справочник физич., химич. и технологич. величин (Приложение к Т. Э., тт. I—X); Ostwald W., Grundrissd. allgemeinen Chemie, 6 Aufl., Dresden, 1920 (Классический, легко и хорошо изложенный учебник для вузов); Nernst W., Theoretische Chemie (vom Standpunkte der Avogadroschen Regel u. der Thermodynamik), 15 Aufl., Stg., 1926 (Класич. математич. изложение основ физич. химии, имеющийся перевод на русском языке устарел); Taylor H., A Treatise on Physical Chemistry, v. 1—2, 2 ed., L., 1931 (Коллективный труд группы физико-химиков); Jellinek K., Lehrbuch d. physikalischen Chemie, B. 1, 2 Aufl., Stg., 1928 (Основные принципы физич. химии. Учение о жидком агрегатном состоянии чистых веществ), B. 2, 2 Aufl., Stg., 1928 (Учение о твердом агрегатном состоянии чистых веществ, учение о разбавленных растворах), B. 3, 2 Aufl., Stg., 1930 (Учение о статике химич. реакций в разбавленных растворах), B. 4, 2 Aufl., Stg., 1933 (Учение о статике химич. реакций в разбавленных растворах, окончание. Учение о концентрированных смесях. Учение о фазах); Fortschritte d. Chemie, Physik u. physikalischen Chemie, hrsg. v. A. Eucken, serie A u. B (21 т. до 1932 г. вкл.); Handbuch d. allgemeinen Chemie, hrsg. v. W. Ostwald, P. Walden u. C. Drucker, Lpz., 1914—1931 (Вышло 8 томов, 8-й том в двух частях. Справочная настольная книга. Весьма полно собрана литература); Ergebnisse der angewandten physikalischen Chemie, hrsg. v. M. Blanc, B. 1, Lpz., 1931; Eucken A., Suhrmann R., Physikalisch-chemische Praktikumsaufgaben, Lpz., 1928; Ostwald W. u. Luther R., Handb. u. Hilfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen, 5 Aufl., Lpz., 1931 (Хорошее пособие для лабораторной работы по физич. химии); Landolt S., Börnstein R., Physikalisch-chemische Tabellen, 5 Aufl., B. 1, 2, B., 1923, p. 1695, Erster Ergänzungsband, 1927, 2 Ergänz., 1931 (Справочник физич., химич. величин); International Critical Tables of Numerical Data, Physics, Chemistry a. Technology, v. 7, 1926—1930 (Справочник физич., химич. величин, в 7 томах, на англ., нем., франц. и итальянск. языках).

Б. Кабанов.

Технические испытания древесины производит ряд научных учреждений [напр. Центральный аэрогидр. ин-т (Москва), Ин-ты лесного хозяйства и промышленности (Москва — Ленинград), Лесотехническая академия (Ленинград)] и промышленных предприятий (напр. нек-рые деревообделочные фабрики).

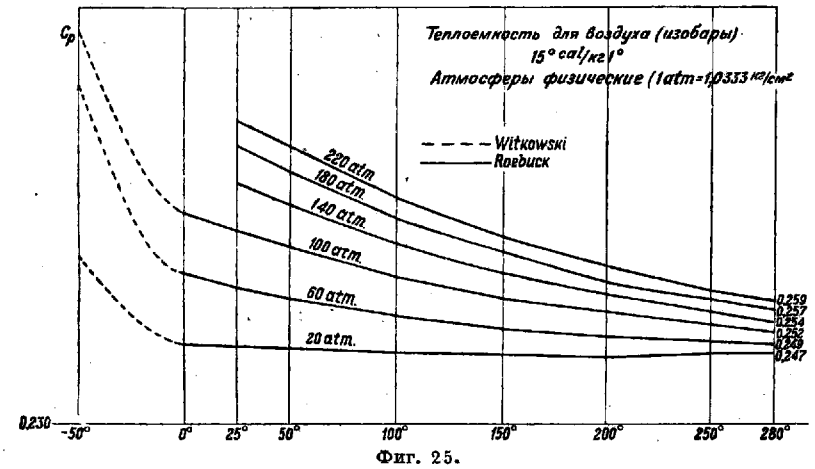
Лит.: Савков Е., Методы физико-механич. испытаний древесины, «Труды ЦАГИ», 1929, вып. 37; его же, Исследование физико-механич. свойств древесины сосны, там же, 1930, вып. 62; Чулицкий Н., Исследование физико-механич. свойств древесины сосны, там же, 1931, вып. 73; Сидорин М. и Голубев И., Смолистость сосны и ели и количественное определение смолы в древесине хвойных, там же, 1931, вып. 89; Сафронов Г. и Флаксерман А., Исследование физико-механич. свойств древесины ясеня, березы и клена, там же, 1931, вып. 79; Савков Е. и Мухин Г., Исследование модуля упругости древесины сосны, там же, 1931, вып. 107; Чулицкий Н., Исследование основных физико-механич. свойств древесины дуба, там же, 1932, вып. 121; его же, Исследование водопроницаемости и водопоглощаемости древесины различных пород, там же, 1932, вып. 122; его же, Исследование основных физико-механич. свойств древесины лиственницы, там же, 1933, вып. 148; Чулицкий Н., Определение влажности древесины методом измерения ее электропроводности, «Лесопиление и деревообработка», М., 1932, *6*; Симинский К. и Серенсен С., Упрощенный способ испытания дерева посредством сверления, «Гос. Научно-экспериментальн. ин-т сооружений», М., 1932; Чулицкий Н., Контроль состояния материала при камерной сушке, «Лесопромышленное дело», М., 1930, *9—10*; его же, Исследование режима сушки древесины авиационной сосны, ч. 1, «Труды ЦАГИ», 1932, вып. 120; Сафронов Г., Исследование многослойной березовой фанеры, там же, 1931, вып. 93; Шапиро Д., Исследование свойств еловой стружки для упаковки яиц, «Труды Ленинградской лесотехнич. академии», Л.,

ях. Характеристич. ур-ие, данное для воздуха (и других газов) Битти и Бриджменом, хорошо подходит к данным pv (Холборн и Отто), но для теплоемкостей Ребука имеются уклонения до



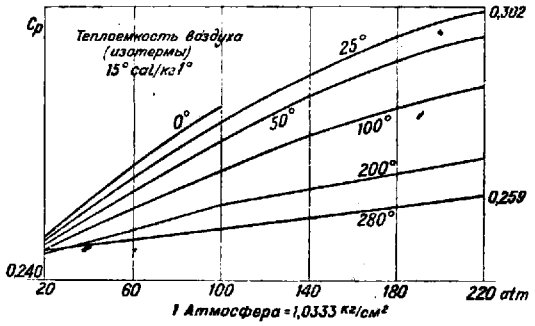
Фиг. 24.

8%, что также подтверждает неполное соответствие между опытами относительно pv,



Фиг. 25.

с одной стороны, и c_p,—с другой. При полном соответствии между обоего рода опытами мы могли бы по таблицам для c_p и pv построить в координатах S, T линии $p = \text{Const}$ и $v = \text{Const}$ и т. о. рассмотреть разницу в изображениях в системе S, T, когда мы принимаем воздух как совершенный газ и когда мы берем во внимание зависимость теплоемкости от давления. По изобарам для c_p высчитываем для какой-нибудь изобары последовательно $\int \frac{c_p dT}{T}$, причем здесь в виду небольшой зависимости c_p от p можно было бы интервалы для постепенного



Фиг. 26.

интегрирования взять в 50°, так что интеграл обратился бы в $\sum c_{p_m} \ln \frac{T+50}{T}$, где c_{p_m}—средняя теплоемкость интервала. Т. о. разность энтропий для последовательных T определилась бы, и мы взяли бы произвольную точку на изотерме 273°, провели бы из нее линию $p = \text{Const}$, напр. для 20 atm. Для отыскания начальной точки другой линии, напр. в 60 atm, мы можем воспользоваться ур-ием

$$\delta Q = c_p\, dT - AT \frac{\partial v}{\partial T} dp,$$

для какой-нибудь изотермы (здесь напр. 0° С) имеем

$$\delta Q = T\, dS = -AT \frac{\partial v}{\partial T} dp,$$

отсюда

$$S_{60} - S_{20} = -A \int \frac{\partial v}{\partial T} dp = -A \int \frac{\partial (pv)}{\partial T} \cdot \frac{dp}{p}.$$

Строим изобары pv для различных давлений между 20 и 60 atm в системе T, pv и для изотермы $T = 273°$ проводим касательные к этим изобарам, получаем $\frac{\partial (pv)}{\partial T}$ для различных давлений. Затем откладываем на абсциссах p (от 20 до 60), а на ординатах $\frac{\partial (pv)}{\partial T} \cdot \frac{1}{p}$, и интегральная кривая от полученной кривой даст значение $S_{60} - S_{20}$ по изотерме 0°. От полученной начальной точки для 60 atm строим кривую $p = \text{Const} = 60\ atm$, как и для 20 atm. Но ее можно построить также, если мы будем высчитывать $S_{60} - S_{20}$ для различных $t°$. При полном согласии между данными для pv и c_p оба способа должны привести к одному и тому же результату. В разбираемом случае этого у нас нет, и поэтому здесь можно только указать способ построения линии $p = \text{Const}$ в системе S, T;

1929, вып. 2; Forsaith C., The Technology of New York State Timbers, New York State College of Forestry, 1926; Koehler A., Properties a. Uses of Wood, N. Y., 1924; Garatt G., Mechanical Properties of Wood, N. Y., 1931, Koehler A., Practical Value of the Botanical Classification of Wood, «American Lumberman», Chicago, 1931. Nov. 7; Stamm A., Density of Wood Substance, Adsorption by Wood a. Permeability of Wood, «Journal of the Physical Chemistry», Baltimore, 1929; Stamm A., The Fiber-Saturation Point of Wood as Obtained from Electrical Conductivity Measurements, «I. Eng. Chem.», 1929, Apr. 15; Stamm A., An Electrical Conductivity Method for Determining the Effective Capillary Dimensions of Wood, «The Journal of Physical Chemistry», Baltimore, 1932, 1; Hawley L., Wood-liquid Relations, «U. S. Department of Agriculture», Wsh., 1931, Technical Bull. *248*; Stamm A., An Electrical Conductivity Method for Determining the Moisture Content of Wood, «I. Eng. Chem.», 1930, July 15; Suits C. a. Dunlap M., The «Blinker», an Instrument for Determining Moisture Content of Wood, «Southern Lumberman», Nashwille, Tenn, 1930, July 15; Wilson T., Strengthmoisture Relation for Wood, «U. S. Department of Agriculture», Wsh., 1932, Technical Bull. *232*; Newlin J. a. Wilson T., The Relation of the Shrinkage a. Strength Properties of Wood to Its Specific Gravity, «U. S. Department of Agriculture Bulletin», Wsh., 1919; Bienfait J., Relation of Mahner of Failure to Structure of Wood under Compression Parallel to the Grain, «Journal Agricultural Research», 1926, July 15; Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber, «Proc. of the American Society for Testing Materials», N. Y., 1927; Standard Methods for Conducting Static Tests of Timbers in Structural Sizes, ibid., 1927; Newlin J. a. Trayer G., A Method of Calculating the Ultimate Strength of Continuous Reams, «National Advisory Committee for Aeronautics», Wsh., 1930, Report *347*; Markwardt L., Mechanism of Nail Holding, «Wood Working Industries», N. Y., 1931, August; Koehler A. a. Pillou M., Effect of High Temperature on the Mode of Fracture a. Certain Physical a. Mechanical Properties of a Softwood, «Southern Lumberman», Nashwille, Tenn, 1925, Dec. 19; Pillow M., Effect of High Temperature on the Mode of Fracture a. Other Properties of a Hardwood, «Wood Working Industries», N. Y., 1929, Oct.; Longhborough W., Greenhill W., Lakglonds J., Exessive Kiln Temperatures Cost Heavily in Degrade, «Wood Working Industries», N. Y., 1932, March; Mathewson J., Air Seasoning of Wood, ibid., Wsh., 1930, *174*; Truax T., Gluing of Wood in Aircraft Manufacture, «U. S. Department of Agriculture», Wsh., 1930, Technical Bull., *205*; Browne F., Bouse D., «I. Eng. Chem.», 1929, Jan.; Hunt G., Effectiveness of Moisture-Excluding Coatings in Wood, «U. S. Department of Agriculture Circular», Wsh., 1930, *128*; Manual for the Inspection of Aircraft Wood a. Glue for the U. S. Navy, «Forest Products Laboratory», Wsh., 1928; Martley J., Moisture Movement through Wood, The Steady State, ibid., L., 1926, 2; Monnin M., L'essai des Bois, «International Congress Testing Materials, Advance Paper», Zürich, 1931; Schlyer R., Researches into Durability a. Strength Properties of Swedish Conference Timber, «International Congress Testing Materials, Advance Paper», Zürich, 1931; Gabel E., Hoeffgen H., Versuch über die Festigkeit von rotweisskernigen Rotbuchenholz, «Z. d. VDI», 1931, B. 75, *14*; Graf O., Die Festigkeitseigenschaften d. Hölzer u. ihre Prüfung, «Maschinenbau», B., 1929, B. 8, H. 19; Graf O., Ueber wichtige technische Eigenschaften d. Hölzer, ibid., 1930, B. 9; Stamer J., Die Kugeldruck-Härteprüfung von Holz, «Mitteilungen d. deutschen Materialprüfungsanstalten», B., 1930, *14*; Baumann R., Die bisherigen Ergebnisse d. Holzprüfungen in d. Materialprüfungsanstalten d. technischen Hochschule, Stg.—B., 1922; Kraemer O., Dauerbiegversuche mit Hölzern, «Luftfahrtforschung», Mch., 1930, B. 8, H. 2; Prodehl A., Zur Holzbiegetechnik, «Z. d. VDI», 1931, B. 75, *39*; Hasselblatt, Der Wasserdampfdruck u. die elektrische Leitfähigkeit des Holzes, «Ztschr. f. anorg. u. allg. Chemie», Lpz., 1926, *154*; Warlimont P., Über das Arbeiten des Holzes, «Maschinenbau», B., 1931, B. 10, H. 2; Warlimont P., Künstliche Holztrockung, ibid., 1929, B. 8, H. 9.

Н. Чулицкий.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ—растения, применяемые в качестве исходного сырья в пром-сти. Технич. растения делятся на следующие.

Прядильные — джут, канатник, кенаф, кендырь, конопля, крапива, лен, манильская пенька, новозеландский лен, рами, сансевьерия, сизаль, сунн, хлопчатник, юкка и др. Подробно см. *Банановое волокно, Вата, Волокна прядильные, Джут, Лен, Линтер, Льнопрядение, Пенька, Рами, Рафия, Хлопкопрядение, Хлопок.*

Красильные растения — *гуммигут* (см.), ива, *кампешевое дерево* (см.), куркума, *марена* (см.), *сумах* (см.) и др. См. также *Красящие вещества* естественные.

Дубильные растения—*бадан* (см.), *вяз* (см.), *дуб* (см.), ива, *кермек* (см.), маклюра, *ольха* (см.), *сумах* (см.) и др. См. также *Спр. ТЭ*, т. III, стр. 110.

Каучуконосы—см. *Балата* (балатовое дерево), *Гвайюла, Каучук, Тау-сагыз, Хондрилла.*

Камедистые и смолистые растения—см. *Акажу, Акароидная смола, Акациевые камеди, Аммиачная смола, Асафетида, Бделий, Гальбан, Гуммигут, Даммар, Живица, Канифоль, Мирра, Оппопонакс, Осмол, Подсочка, Скипидарно-канифольное производство, Смолы, Эвфорбий.*

Растения, дающие различные химические вещества: а) лекарственные вещества, например камфору, кокаин, кофеин, опий, стрихнин, хинин и пр. См. *Алкалоиды, Лекарственные растения, Наркотические растения, Опий, Табак*; б) технические вещества, напр. воски (карнауба, мирика, сумах). См. *Воски.*

Растения масличные, см. *Масла растительные, Арахидное масло, Бегеновое масло, Бобовое масло, Буковое масло, Горчичное масло, Какао-масло, Касторовое масло, Клещевина, Конопляное масло, Кунжут, Льняное масло, Маковое масло, Миндальное масло, Оливковое масло, Ореховое масло, Пальмовое и пальмоядерное масла, Перилловое масло, Рапсовое масло, Соя.*

К числу технич. культур следует отнести и такие растения, как пшеница, рожь, кукуруза, свекла, чайное дерево и т. п., дающие сырье, к-рое перерабатывается в различные пищевые продукты и технич. фабрикаты. См. *Виноградарство, Виноделие, Винокурение, Зерно, Картофель, Крахмал, Патока, Сахарное производство, Соя, Топинамбур, Чайное дерево, Экзоты.*

В этой статье даются дополнительные материалы о кенафе и кукурузе.

Кендырь (Apocynum sibiricum Pall.) принадлежит к семейству кутровых (Apocynaceae). Растение многолетнее, стебли его достигают 4—4$^1/_2$ *м* длины при средней толщине 5—6 *мм*. Сильно развиты корни, расположенные горизонтально на различной глубине в зависимости от почвенных соотношений (см. *Волокна прядильные*).

Население Узбекистана и Таджикистана издавна использует кендырное волокно (кабык и турку) на приготовление веревок и сетей. Сети из кендыря славятся своей особой доброкачественностью, уловистостью, т. к. кендырное волокно имеет большой уд. в. (в 1,5 раза больше уд. в. хлопка), оно крепче многих других волокон (кендырное волокно дает разрывную нагрузку 60÷70 *кг/мм*^{2}) и при обычных условиях пектиновому брожению не поддается. Кендырем в научном и текстильном мире начали интересоваться с конца 19 в. В 1926 г. ВСНХ СССР при Главхлопкоме было организовано Кендырное бюро, которому было поручено изучение возможности промышленного использования кендыря. В результате 3-летней работы Кендырного бюро было установлено, что: 1) дикие заросли кендыря промышленного значения иметь не могут; 2) кендырь поддается культивированию в полевой обстановке; 3) задача получения из стеблей волокна и прядение этого волокна на хл.-бум. агрегатах особых затрудне-

аналогично можно построить и $v = \text{Const}$. Заметим, что в пределах невысоких давлений (между 1÷60 *atm*) зависимость c_p от давлений для воздуха невелика, если основываться на опытах Ребука. Поэтому можно принимать теплоемкость c_p постоянной величиной в пределах $t°$ до 280°, а далее считать ее зависящей лишь от $t°$. Что касается характеристич. ур-ия для воздуха, то, как уже сказано, для составлений в области невысоких $t°$ и сравнительно высоких давлений пока нет достаточно согласованных данных. Всякое ур-ие, как мы видели, напр. для водяного пара, является лишь подходящей интерполяционной ф-лой, и единственным общим и закономерным во всех таких ф-лах является то, что в пределе всякий газ по своим свойствам приближается к характеристике $pv = RT$ со всеми термодинамич. следствиями этой характеристики [6]. Что касается вида характеристич. ур-ия в общем случае для газов, то Камерлинг-Оннес предложил следующую интерполяционную ф-лу

$$pv = RT + \frac{B}{v} + \frac{C}{v^2} + \frac{D}{v^3} + \dots,$$

где B, C, D суть ф-ии $t°$ вида $B = b_0 + b_1 T + \frac{b_2}{T} + \frac{b_3}{T^2} + \dots$

Такие ур-ия отличаются большой сложностью и практич. неудобствами при вычислениях, но зато могут более полно представлять опытный материал. К этому виду относится и ур-ие Битти-Бриджмена

$$pv = RT(1-\varepsilon)\left(1 + \frac{B}{v}\right) - \frac{A}{v},$$

где

$$\varepsilon = \frac{C}{vT^3};\ B = B_0\left(1 - \frac{b}{v}\right);\ A = A_0\left(1 - \frac{a}{v}\right),$$

так что в раскрытом виде получим

$$pv = RT - \frac{1}{v}\left(\frac{cR}{T^2} - RTB_0 + A_0\right) - \frac{1}{v^2}\left(RTB_0 b + \frac{RB_0 c}{T^2} - aA_0\right) + \frac{bcRb_0}{T^2}\cdot\frac{1}{v^3}$$

и непосредственно усматриваем его родство с ф-лой Камерлинг-Оннеса. В этом уравнении p считается в физических атмосферах (1 *Atm* = = 1,0333 *кг/см²*, т. е. 760 *мм* рт. ст.), v—в *л*/моль, т. е. на количество граммов, равное мол. в. газа—т. н. граммолекула. Нетрудно убедиться (по уд. весам газов), что в этом случае при $p = 1$ *Atm* и 0° объем однородного газа = 22,412 *л* (в среднем), поэтому постоянное R в ур-ии Мариотта-Гей-Люссака определится в $\frac{22{,}412}{273}$, т. е. в 0,0821 (округленное число Нернста) *л* · *Atm*/1° моль. При этом 1 *л Atm* = = 103,33 *кгдм* = 10,333 *кгм* = 0,02419 Cal = = 24,19 cal и следовательно постоянное R = = 1,985 cal/1° моль. Воздух есть смесь газов; мол. в. смеси определяется, как известно, ф-лой $m = \frac{\Sigma G_n}{\sum \frac{G_n}{m_n}}$, для воздуха он принимается = 28,96; объем одного моля также = 22,412 *л* и постоянное R—то же самое; Битти и Бриджмен принимают $R = 0{,}08206$, затем $T = 273{,}13 + t$ и для воздуха следующие постоянные: A = = 1,3012, $B = 0{,}04611$, $a = 0{,}01931$, b = = −0,01101 и $c = 4{,}34 \cdot 10^4$. Ур-ие Битти-Бриджмена неудобно тем, что кроме значительной сложности оно дает дополнительную (к ур-ию $pv = RT$) величину в ф-ии v и T, и при данных p и T определение v становится весьма затруднительным. Поэтому напр. для сравнения опытных определений теплоемкости c_p с теми значениями, к-рые термодинамически вытекают из характеристич. ур-ия, приходится прибегать к обходу: сначала определять c_v, вытекающее из ур-ия, на основании соотношения

$$\left(\frac{\partial c_v}{\partial v}\right)_T = AT\left(\frac{\partial^2 p}{\partial T^2}\right)_v$$

и далее пользоваться равенством

$$c_p - c_v = AT\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v.$$

Удобнее поэтому обратиться к тем интерполяционным ф-лам, где дополнительная величина дается в ф-ии p, T. Холборн и Отто дают для своих опытов с определением произведения pv (см. график, фиг. 23) относительно воздуха ф-лу $pv = A + Bp + Cp^2$, где B и C суть ф-ии T, а A—величина, пропорциональная (или почти пропорциональная) T. Как уже было указано (фиг. 23), в опытах произведение pv считается равным 1 при 0° и 1 *м* рт. ст. Это равноценно 7 991 *кгм* (если принять вес 1 *м³* воздуха при 0° и 760 *мм* рт. ст. в 1,293 *кг*). На этом основании можно по данным pv подсчитать удельные объемы v. С другой стороны, можно ур-ие Битти-Бриджмена заменить другим приближенным, если подставить вместо v в правой части его $\frac{RT}{p}$. Тогда имеем

$$pv = RT - p\left(\frac{C}{T^3} - B_0 + \frac{A_0}{RT}\right) - p^2\left(\frac{B_0 b}{RT} + \frac{B_1 c}{RT} - a\frac{A_0}{R^2T}\right) + p^3\frac{b_0 bc}{RT^4}.$$

Здесь правая часть является ф-ией p и T, и потому вычисление объемов по данным p, T более удобно. Но все же ур-ие отличается большой сложностью и притом, как уже было сказано, если из него термодинамически определится c_p [на основании соотношения $\left(\frac{\partial c_p}{\partial p}\right)_T = -AT\left(\frac{\partial^2 v}{\partial T^2}\right)_p$], то в области темп-р 0—50° С полученные c_p при высоких давлениях довольно сильно разнятся с опытными величинами Ребука. Битти указывает на возможность здесь ошибок в опытах. Но можно ограничиться как первым приближением более простым ур-ием, к-рое до известной степени представляло бы как опыты Ребука, так и данные Холборна. Изотермы c_p по Ребуку представлены на фиг. 26. Как первое к ним приближение можно взять наклонные прямые и выяснить наклон этих прямых в ф-ии темп-ры, другими словами, положить просто $\frac{\partial c_p}{\partial p} = f(T)$. Это будет конечно лишь приближение. Можно остановиться на следующем выражении: $\frac{\partial c_p}{\partial p} = \frac{a}{T^{2{,}27}}$, где a—постоянное, к-рое мы потом определим. Отсюда

$$c_p = \frac{ap}{T^{2{,}27}} + \varphi(T).$$

Здесь $\varphi(T)$ определим, приняв во внимание данные Госуд. физич. ин-та Германии относительно c_p для одной физич. атмосферы [11]: $c_p = 0{,}2353 + 19 \cdot 10^{-6}\,T$. Следовательно

$$c_p = \frac{a \cdot 1{,}0333 \cdot 10^4}{T^{2{,}27}} + \varphi(T) = 0{,}2353 + 19 \cdot 10^{-6}\,T;$$

отсюда $\varphi(T) = 0{,}2353 + 19 \cdot 10^{-6}\,T - \frac{a \cdot 1{,}0333 \cdot 10^4}{T^{2{,}27}}$ и $c_p = \frac{a}{T^{2{,}27}} \cdot (p - 1{,}0333 \cdot 10^4) + 0{,}2353 + 19 \cdot 10^{-6}\,T$. Здесь p в *кг/м²*, и если введем физич. атмосферы, то $c_p = a_1 \frac{(n-1)}{T^{2{,}27}} + 0{,}2353 + 19 \cdot 10^{-6}\,T$. Подбираем a_1 так, чтобы не было слишком больших

уклонений от опытов Ребука. Можно остановиться на $a_1 = 120$, тогда получим табличку, где имеются значения c_p по ф-ле (Φ), по Ребуку (R) и по ур-ию Битти-Бриджмена (Br).

Изотерма 273°				Изотерма 298°			
Atm	Φ	R	Br	*Atm*	Φ	R	Br
20	0,249	0,249	0,250	20	0,247	0,249	0,249
60	0,269	0,266	0,271	60	0,259	0,263	0,266
100	0,285	0,280	0,298	140	0,281	0,287	0,299
				220	0,305	0,302	0,327

Изотерма 373°				Изотерма 473°			Изотерма 553°		
Atm	Φ	R	Br	Φ	R	Br	Φ	R	Br
20	0,246	0,247	0,246	0,246	0,246	0,247	0,247	0,247	0,247
100	0,260	0,266	0,263	0,254	0,257	0,255	0,253	0,252	0,252
220	0,281	0,284	0,283	0,267	0,268	0,265	0,261	0,259	0,260

Табличка указывает, что значения по ф-ле при более высоких темп-рах точны в общем почти так же, как значения по ур-ию Бриджмена, при более низких—более точны, и потому ф-лу в общем можно признать первым приближением к опытам Ребука. А на этом основании можно составить и характеристич. ур-ие. Имеем

$$\left(\frac{\partial c_p}{\partial p}\right)_T = -AT\left(\frac{\partial^2 v}{\partial T^2}\right)_p = \frac{a}{T^{2,27}}$$

и следовательно

$$\frac{\partial^2 v}{\partial T^2} = -\frac{a}{AT^{3,27}},$$

откуда

$$v = mT + m_1 - \frac{1}{1,27}\cdot\frac{1}{2,27}\cdot\frac{a}{AT^{1,27}},$$

где m и m_1 могут быть ф-иями p. Мы возьмем $m = \frac{R}{p}$ и $m_1 = \text{Const}$, далее имеем

$$a = \frac{a_1}{10^4\cdot 1,0333} = \frac{120}{10^4\cdot 1,0333}$$

и тогда

$$v = \frac{RT}{p} + m_1 - \frac{1,7201}{T^{1,27}}.$$

Выбираем здесь $m_1 = 1,2\cdot 10^{-3}$ и проверяем ф-лу по значениям v, даваемым опытами Холборна. Тогда получим при $R = 29,28$ следующие сопоставления:

Изотерма 0°			Изотерма 100°		Изотерма 200°	
Давл. в *м* Hg	Ф-ла	Холборн	Ф-ла	Холборн	Ф-ла	Холборн
10	0,05860	0,05840	0,08058	0,08049	0,1024	0,1023
80	0,00716	0,00713	0,01031	0,01034	0,01321	0,01324

Т. о. можно принять ф-лу как первое приближение к опытам Холборна. Выведем теперь выражение энтропии, энтальпии и внутренней энергии для воздуха по данному здесь ур-ию. Обращаемся к ф-ии Φ

$$\frac{\partial \Phi}{\partial p} = -Av = -A\left(\frac{RT}{p} + m_1 - \frac{m_2}{T^{1,27}}\right),$$

отсюда

$$\Phi = -ART\ln p - A\left(m_1 - \frac{m_2}{T^{1,27}}\right)p + f(T).$$

Произвольную ф-ию $f(T)$ определим, обратившись к выражению

$$c_p = T\frac{\partial^2 \Phi}{\partial T^2} = \frac{A\cdot 1,27\cdot 2,27}{T^{2,27}}m_2 p + Tf''(T) = 0,2353 + 19\cdot 10^{-6}T + \frac{a}{T^{2,27}}(p - 1,0333\cdot 10^4)$$

и принимая во внимание, что $m_2 = \frac{a}{A\cdot 1,27\cdot 2,27}$, находим

$$Tf''(T) = 0,2353 + 19\cdot 10^{-6}T - \frac{1,0333a\cdot 10^4}{T^{2,27}}.$$

Отсюда, интегрируя один раз, находим

$$f'(T) = 0,2353\ln T + 19\cdot 10^{-6}T + \frac{1,0333\cdot 10^4 a}{2,27T^{2,27}} + \text{Const}$$

и следовательно получаем энтропию:

$$S = \frac{\partial \Phi}{\partial T} = -AR\ln p - \frac{A\cdot 1,27m_2}{T^{2,27}}p + f'(T) = 0,2353\ln T + 19\cdot 10^{-6}T - AR\ln p - \frac{a}{2,27T^{2,27}}(p - 1,0333\cdot 10^4) + \text{Const},$$

и при $a = 0$ выражение обращается в обычное выражение энтропии для совершенного газа $\left(\frac{\partial c_p}{\partial p} = 0\right)$. Далее получаем энтальпию, приняв во внимание, что $\left(\frac{\partial i}{\partial T}\right)_p = c_p = 0,2353 + 19\cdot 10^{-6}T + \frac{a}{T^{2,27}}(p - 1,0333\cdot 10^4)$.

Отсюда, интегрируя, имеем

$$i = 0,2353T + \frac{19}{2}\cdot 10^{-6}T^2 - \frac{a}{1,27T^{1,27}}(p - 1,0333\cdot 10^4) + f(p).$$

Произвольную ф-ию $f(p)$ определяем, пользуясь соотношением

$$\left(\frac{\partial i}{\partial p}\right)_T = T\frac{\partial^2 \Phi}{\partial p\,\partial T} - \frac{\partial \Phi}{\partial p} = -TA\frac{\partial v}{\partial T} + Av,$$

здесь следовательно

$$\left(\frac{\partial i}{\partial p}\right)_T = -\frac{ART}{p} - \frac{1,27Am_2}{T^{1,27}} + \frac{ART}{p} - \frac{Am_2}{T^{1,27}} + Am_1 = Am_1 - \frac{A\cdot 2,27m_2}{T^{1,27}}$$

и, с другой стороны,

$$\left(\frac{\partial i}{\partial p}\right)_T = -\frac{a}{1,27T^{1,27}} + f'(p).$$

Сопоставляя равенства и принимая во внимание, что

$$m_2 = \frac{a}{A}\cdot\frac{1}{1,27\cdot 2,27},$$

получим

$$f'(p) = Am_1, \text{ т. е. } f(p) = Am_1 p + \text{Const}.$$

Т. о. $i = 0,2353\,T + \frac{19}{2}10^{-6}T^2 + Am_1 p - \frac{a}{1,27T^{1,27}}\cdot(p - 1,0333\cdot 10^4) + \text{Const}$. Затем получим и внутреннюю энергию по соотношению

$$U = i - Apv,\quad U = 0,2353\,T + \frac{19}{2}\cdot 10^{-6}T^2 - ART - \frac{a}{T^{1,27}}\left(p - \frac{1,0333\cdot 10^4}{1,27}\right) + \text{Const}.$$

Из выражения энтропии видим, что в диаграмме T, S кривая постоянного давления одной атмосферы пойдет приблизительно так же, как и при $a = 0$, т. к. выражение энтропии можно написать

$$S = 0,2353\ln T + 19\cdot 10^{-6}T - AR\ln n - \frac{120}{2,27T^{2,27}}(n - 1) + \text{Const},$$

где n—число физич. атмосфер; при числе атмосфер > 1 изобары более отлоги, т. к. раз-

ний не представляет и м. б. организовано в промышленном масштабе.

Способы разведения кендыря можно подразделить на две группы: семенные и вегетативные. К первой группе принадлежит разведение непосредственно семенами и корнями рассады. Ко второй группе—разведение отрезками корней, черенками ветвей и стеблей и отводками. Практически в настоящее время широко применяется разведение корнями рассады. По мере расширения площади под кендырем повидимому в большей мере будут применяться способы разведения семенами в грунт и отрезками корней.

Участок под кендырный рассадник д. б. с хорошим, ровным рельефом, имеющим небольшой уклон. Почвы под рассадник выбирают легкие, достаточно аэрируемые, без склонности к образованию корней. Норма высева 7—10 *кг* семян 100%-ной с.-х. годности на 1 *га*. Ширина грядок рассадника берется обычно 30—40 *см*; арычки между грядками поверху имеют 60—65 *см*. Срок посева определяется с 10/IV по 10/VI в зависимости от района. После посева дается непрерывный полив в течение 8—10 суток. Гидромодуль питомника можно считать равным 10—11 тыс. $м^3$. Через $2^1/_2$—3 мес. растение готово к пересадке на плантацию; в этот момент оно имеет 11—13 пар листочков. С 1 *га* питомника в среднем можно получить материала для засадки 25—30 *га* плантаций. На 1 *га* плантации высаживается 70 000 штук корней. На плантации ширина междурядий принимается в 60—65 *см* при расстоянии в ряду между корешками 20—25 *см*. Посадка может производиться весной и осенью. Глубина заделки при весенней посадке 7—9 *см*, при осенней 12—14 *см*. Примерный гидромодуль для первого года жизни плантации равен $2^1/_2$—3 тыс. $м^3$, для второго года 2—$2^1/_2$ тыс. $м^3$. Помимо поливов в первый и второй год жизни плантации необходимо время от времени производить обработку междурядий с целью удаления сорняков и рыхления верхнего слоя почвы. Первый урожай, годный для переработки, кендырная плантация дает в конце второго или третьего года времени ее закладки. Примерный урожай определяется в 5 *т* воздушно-сухих стеблей с 1 *га*. Лучшим моментом для уборки кендыря считают конец цветения—начало завязывания листовок.

Стебли кендыря содержат 30% листьев, 15% луба, 55% древесины. Стебли кендыря обычно сильно ветвисты. Волокна в лубе стеблей по своему качеству значительно выше (имеют более равномерный штапель и бо́льшую длину), нежели волокна в лубе веточек.

В обычных условиях кендырные стебли мочке не поддаются. Это и явилось причиной нахождения других, более совершенных методов первичной обработки кендыря. Стебли подвергают сначала обработке на декортикаторах для отделения луба от древесины и части эпидермиса. Луб, полученный из декортикатора, освобождается от остатков древесины на трясилке и бреккер-карде. Кардованный луб (15% от веса стеблей) поступает в котонизационную машину. В качестве последней служит переконструированная шерстомоечная машина (сист. Петри-Макнот или Кранц). В котонизационной машине луб проходит через ванны с горячим (80°) щелочным раствором (0,5—1,0% NaOH) при условии отношения материала к воде 1 : 40, затем через ванны с теплой водой (40°) и через ванны с эмульсией (1% машинного масла). Освобожденный от пектиновых веществ и эпидермиса материал рыхлится на волчке (сист. Гартман), сушится в сушилке ленточного типа (сист. Бенно-Шильде) и вновь рыхлится на волчке (сист. Виллов). Обычно после котонизации луб теряет 40÷50%. Кендырь-сырец прочесывается на ватных машинах и в зависимости от сорта кендыря идет в прядение по вигоневому, кардному или гребенному способу. Элементарное кендырное волокно отличается большой длиной. Есть сорта, имеющие среднюю длину волокна, равную 50—55 *мм*. Штапель кендырного волокна неоднороден. Диаметр волокна в среднем колеблется 12 ÷ 22 *μ*. Ткани из кендыря отделываются без затруднений. Кендырный луб может котонизироваться и биологич. способом. Кендырный луб содержит недостаточное количество азотистых веществ, могущих служить для питания бактерий, ведущих пектиновое брожение. Добавляя к мочильной жидкости мочевину, можно заставить процесс пектинового брожения проходить нормальным образом. В случае биологических способов котонизации аппаратура котонизационного предприятия состоит из следующих предметов оборудования: мочильные бассейны, промывные машины (шерстомойные ванны), прессы для отжима, рыхлительные волчки и сушилки ленточного типа.

В последнее время проделана большая работа по выяснению возможности утилизации отбросов кендыря. Кендырные листья содержат большое количество каучука и м. б. использованы для его получения. Кендырная костра м. б. использована для получения *фурфурола* (см.), для приготовления бумаги, строительных и изоляционных материалов, а также служить в качестве топлива. См. также *Волокна прядильные*.

5 декабря 1929 г. ЦК ВКП(б) вынес особое постановление о разведении и использовании кендыря; согласно этому постановлению Кендырное бюро было выделено из Главхлопкома и реорганизовано в самостоятельный трест «Кендырь-Рами». По годам темп роста посевов кендыря был установлен следующий: 1929/30 г.—5 000 *га*, 1930/31 г.—45 000 *га*, 1931/32 г.—145 000 *га*, 1932/33 г.—300 000 *га*. В августе 1930 г. трест «Кендырь-Рами» был соединен с акц. об-вом «Кенаф», и работы по разведению и использованию кендыря ведутся с этого времени получившейся в результате слияния организацией—«Новлубтрестом».

Лит.: Беляев А., Библиография кендыря, «Кендырь-рами», М., 1930, *3—4*; Русанов Ф., Кендырь в долине реки Или, М.—Алма-Ата, 1930; Берлянд С., Кендырь, М.—Л., 1931; Авиром С., Стебель и элементарное волокно кендыря в связи со сроками уборки, «Кендырь-рами», М., 1930, *3—4*, стр. 32; Галкин В., О декортикации кендыря, там же, стр. 126; Геккер П., Биологическая котонизация лубяных растений, Опыты биологич. котонизации луба кендыря и рами при использовании лучистой энергии, там же, стр. 61; Потапов А., Прядение кендыря на бумагопрядильных машинах, «Бюллетень Кендырного бюро», Москва, 1928; Троицкий Б., Химический состав кендыря в связи с процессами бактериальной мочки, там же; Год опытной работы над кендырем, там же, 1927, *2*; Галкин В. и Крагельский, Конвейерный процесс промышленной котонизации, «За новое волокно», Москва, 1931, *1—2*; «Бюллетень Кендырного бюро», М., 1927—1929; «Кендырь-рами», Москва, 1930; «За новое волокно», Москва, 1931.

В. Галкин.

Кукуруза, Zea mays, однолетнее травянистое растение. Этот вид делится на 8 разновидностей, к-рые в свою очередь подразделяются на сорта, число к-рых в настоящее время достигает 2 000. Наибольшее распространение и промышленное использование имеют следующие пять разновидностей кукурузы: зубовидная, кремнистая, мягкая (или крахмалистая), сахарная и лопающаяся (см. табл. 1).

Кукуруза принадлежит к наиболее распространенным зерновым культурам, занимая в мировой зерновой продукции равное место с пшеницей, хотя и уступает ей по размерам посевной площади. Доминирующая роль в мировом производстве кукурузы принадлежит США, где ежегодно занято под ее посевами ок. 40 млн. *га* (свыше 50% всех мировых посевов кукурузы). По сборам роль США еще больше: в среднем они составляют 60% мировой продукции.

В мировой продукции кукурузы СССР занимает четвертое место по размерам посевной площади под кукурузой. Культура кукурузы является сравнительно новой для многих райо-

нов СССР, где возможно успешное ее возделывание. До сих пор кукуруза занимает второстепенное место в полеводстве Союза, хотя посевная площадь под нею быстро возрастает с довольно значительными колебаниями по отдельным годам (в тысячах *га*): 1913 г.—1 417; 1922 г.—2 552; 1925 г.—3 231; 1929 г.—3 519; 1930 г.—3 918. Средний сбор кукурузы за период 1909—13 гг. в пределах СССР был равен 13 350 тыс. *ц*, а сборы за 1926—29 гг. уже выражались в след. цифрах (в тыс. *ц*): 1926 г.—32 663, 1927 г.—33 983, 1928 г.—33 790, 1929 г.—42 100. До 1930 г. посевы кукурузы сосредоточивались в единоличном секторе (95—98% всех посевов). В связи с перестройкой всей системы ведения с. х-ва и расширением посевной площади под кукурузой в коллективных х-вах и совхозах уд. в. единоличного сектора в посевах кукурузы стал резко снижаться (так, в 1930 г. уже снизился до 53,5%). По размерам урожайности кукуруза в $1^1/_2$—2 раза превосходит все другие зерновые культуры, колеблясь в среднем для всего СССР в пределах от 6—7 *ц/га* (в неурожайные годы) до 13,5 *ц/га* (в урожайные). По отдельным районам урожайность кукурузы в полевых посевах достигает 26,2 *ц/га* (совхоз им. Сталина), а в отдельные годы и выше этой цифры.

Зерно кукурузы в зависимости от сорта составляет 30 ÷ 55% веса всего растения и состоит из трех главных частей, различимых невооруженным глазом: 1) наружной тонкой оболочки и кончиков, к-рыми зерно прикрепляется к стержню початка, 2) эндосперма, представляющего смесь крахмала и протеина, и 3) зародыша. Химич. состав зерна наиболее распространенных в СССР сортов кукурузы определяется средними данными (на абсол. сухом веществе), приведенными в табл. 2 (в %).

Табл. 1.—Разновидности кукурузы и их характеристика.

Разновидность	Сорта, культивируемые в СССР	Вызреваемость	Районы СССР	Примечания
Зубовидная	Лиминг, стерлинг, миннезота 13, миннезота 23, броунконти, чинкоти-кинг	Позднеспелая	В районах с теплым климатом	Стебель достигает 180—520 *см*, початок 15—30 *см*
Кремнистая	Бессарабка (молдаванка), грушевская, чиквантино-оранжевая, северно-дакотская, белая розенбергская, спасовская, безенчугская	Скороспелая	В большинстве кукурузных районов (с более суровым климатом)	Повышенное содержание протеина (до 14,5%), высота растения до 100—300 *см*
Мягкая или крахмалистая	Айвори-кинг	Скороспелая	С. Кавказ, ЦЧО, Нижнее Поволжье	Повышенное содержание жира
Сахарная	Золотой бентам, ранняя жемчужина, вечнозеленая Стоуэлла, сельский джентльмен, нуэтта	Скороспелая	Все кукурузные районы	Хороша для консервирования и для продовольственных целей в недозрелом виде
Лопающаяся	Белая рисовая, красная рисовая, белая перловая, желтая просовидная	—	Южные кукурузные районы	Хороша для производства крупы, низкий % содержания крахмала, высокий % протеина, мелкое зерно

Табл. 2.—Химический состав зерна кукурузы (пяти разновидностей).

Сорта	Гигроскопич. вода	Зола	Сырой протеин	Жир	Крахмал
Кремнистые	14,87	1,32	12,28	4,85	65,50
Зубовидные	15,40	1,35	11,28	4,23	66,20
Крахмалистые или мучнистые	11,23	1,20	11,90	5,68	65,30
Сахарные	13,56	1,44	12,57	8,10	60,77
Лопающиеся	15,50	1,11	14,23	4,60	59,58

Стебель кукурузы в зависимости от сорта составляет 40 ÷ 60% веса всего растения и имеет высоту 45 *см* ÷ 5,2 *м* в зависимости от сорта, климатических и почвенных условий. Обычная высота стебля в основных кукурузных районах СССР 1—2 *м*. Химич. состав зрелого кукурузного стебля характеризуется однородностью физически различных его частей и выражается (по Веберу) следующими средними данными, представленными в табл. 3 (в %).

Пектина и пектиновой кислоты в кукурузном стебле не обнаружено. Кочерыжка представляет собою стержень початка, на к-ром укреплены зерна кукурузного растения. Кочерыжка составляет 20—25% по весу початка и 7—10% по весу всего растения; она состоит из трех резко различающихся по внешнему виду частей: костры, составляющей 23—25% веса кочерыжки, деревянистой части, на которую приходится 73,5—75,5%, и сердцевины, составляющей 1,5—1,7% веса кочерыжки. Состав воздушно-сухой кочерыжки близок к составу стеблей.

Табл. 3.—Химический состав кукурузного стебля.

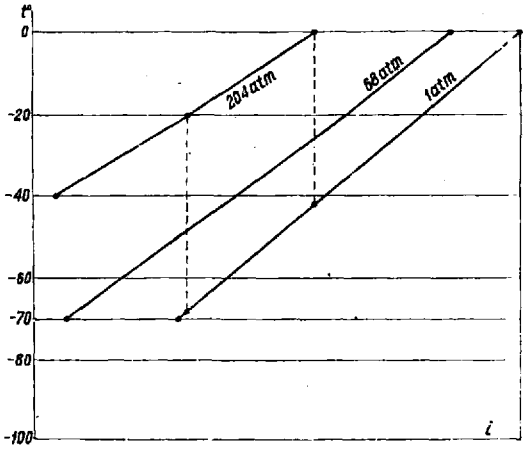
Состав	Наружная оболочка	Волокна	Сердцевина	Во всем стебле
Пентозаны	25,9	26,4	27,7	27,6
В том числе в целлюлозной массе	16,6	13,1	12,2	11,2
Лигнин	33,5	35,2	32,0	34,3
Целлюлозная масса	55,9	50,2	50,1	52,6
В том числе целлюлозы	39,3	37,1	37,9	38,4

Промышленное использование кукурузы. Зерно кукурузы является первоклассным видом сырья с.-х. происхождения для многочисленных и различных между собой промышленных производств. Кукуруза как индустриальное сырье характеризуется следующими свойствами: 1) кукуруза очень транспортабельна; 2) при нормальной влажности зерна (13—15%) может храниться без потерь неопределенно долгое время; 3) вследствие этого кукуруза допускает без затруднений непрерывное в течение всего года производство; 4) кукуруза представляет выдающийся концентрат крахмала (до 70%); 5) транспортабельность и хорошая сохраняемость кукурузы вместе с высокой степенью концентрации в ее зерне крахмала допускают организацию производства в чрезвычайно крупном масштабе, недостижимом для других видов сезонного, объемистого, скоропортящегося с.-х. сырья; 6) почти все производства на кукурузе не имеют потерь,

ность энтропий увеличивается на величину $\left[-\frac{120(n-1)}{2,27}\left(\frac{1}{T^{2,27}}-\frac{1}{T_1^{2,27}}\right)\right]$, положительную при $T > T_1$. Выражение энтальпии дает объяснение так наз. эффекта Джоуля-Томсона. Представим себе два пространства, занятых газом, из коих в одном давление положим 68 *Atm*, а в другом 1 *Atm*. Напр. достаточно длинный цилиндр разделен перегородкой, в к-рой имеется узкое отверстие с клапаном, на два таких пространства, и с внешних сторон в обоих пространствах вместо крышек имеются поршни. Перегоняем, открыв клапан, газ из одного пространства (68 *Atm*) в другое (1 *Atm*), медленно двигая поршень так, что давление в пространстве сжатия остается постоянным. Газ, расширяясь после выхода из отверстия, гонит второй поршень, и можно урегулировать клапаном движение и этого поршня так, чтобы оно было достаточно медленным и давление было бы постоянным. Процесс этот необратим, и если внешних влияний тепла нет, то он будет адиабатным необратимым. Мы можем однако применить к нему ур-ие эквивалентности и, назвав внутреннюю энергию, уд. объем газа и давление в первом пространстве через U_1, v_1, p_1, а во втором—через U_2, v_2, p_2, при достаточной медленности движения поршней можем написать:

$$U_1 + Ap_1v_1 = U_2 + Ap_2v_2,$$

т. е. $i_1 = i_2$. Процесс будет т. о. изоэнтальпическим. Возьмем теперь систему координат i (абсцисса) и T (ординаты) и, пользуясь выражением энтальпии для воздуха, данным выше, нанесем изобары на эту систему (фиг. 27) с



Фиг. 27.

давлением в 1, 68 и 204 *Atm*. Начальную $t°$ изобар возьмем в 0° С и ведем их для $t° < 0°$ С. Тогда по чертежу видим следующее: если воздух имел $t° = 0°$ С и $p = 68$ *Atm* и описанным процессом давление его снизилось до 1 *Atm*, то $t°$ его понизится до −15°; если он имел начальное давление в 204 *Atm* и опять снижение до 1 *Atm*, то $t°$ его понизится до −42,5°. При начальных $t°$ −20° С и $p = 204$ *Atm*, конечном $p = 1$ *Atm* $t°$ снизилась бы до −69°. Непосредственные наблюдения Брадлея-Галя (Bradley-Hale) дают числа −17°, −46°, −72°; согласие ур-ия с наблюдением в этой области можно признать удовлетворительным для первого приближения. Из выражения энтальпии для воздуха мы видим, что если бы воздух был совершенным газом (т. е. $m_1 = 0$ и $m_2 = 0$), то никакого снижения $t°$ не было бы, т. к. тогда все изобары в системе i, T слились бы в одну кривую. Это понижение при внезапном падении давления и составляет эффект Джоуля-Томсона; но если бы мы в характеристич. ур-ии имели $m_2 = 0$, но $m_1 > 0$, то, наоборот, по энтальпии увидели бы повышение $t°$ с падением давления. То же самое было бы, если бы в характеристич. ур-ии (подобном выше данному) какого-нибудь газа соответственно имелось неравенство:

$$Am_1p + \frac{a \cdot 1{,}0333 \cdot 10^4}{nT^n} > \frac{a}{nT^n}p.$$

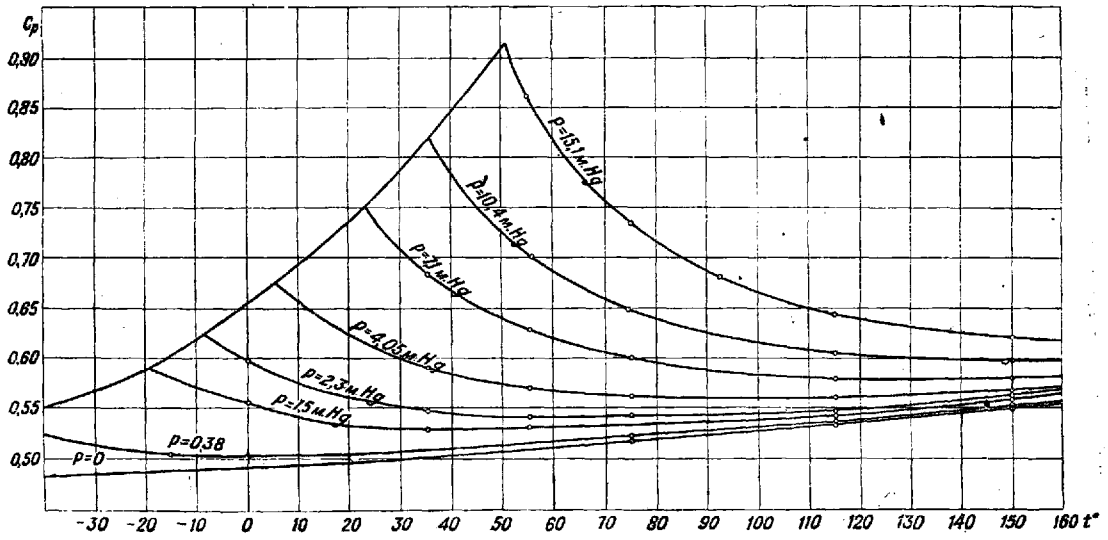
В этом случае однако неравенство, имеющее место для одних $t°$ и давлений, могло бы изменить свой знак на обратный при других $t°$ и давлениях. Это явление имеет место у водорода и напр. при падении давления с 76 *Atm* до 1 *Atm* и соответственно начальных $t°$: −47°, −70°, −84,5° произошло бы нагревание на 1,2°, 0,5°, 0,07° и затем при начальных $t°$: −99°, −128° произошло бы охлаждение на 0,5°, 1,8°. Как видим, в области этих $t°$ эффект Джоуля-Томсона для водорода ничтожен, но меняет свой знак при переходе с −84,5° на −99° (для давления в 76 *Atm*). На эффекте Джоуля-Томсона основана, как известно, идея машины Линде, а также Хемпсона для охлаждения воздуха. Она наглядно поясняется диаграммой i, T (фиг. 27).

Предположим, что воздух сжимается изотермически при 0° до 204 *Atm* и затем по трубе, заключенной в другую, отправляется в камеру с давлением в 1 *Atm*, проходя через регулируемый кран. Темп-ра его упадет при расширении скажем до −35° (по диаграмме до −42,5°); отсюда он всасывается опять в компрессор через внешнюю трубу и попутно охлаждает идущий из компрессора воздух, к-рый перед входом в камеру будет иметь уже $t°$ скажем −20°; в камере он будет иметь $t°$ −60° и т. д., пока постепенно не достигнется $t°$, насыщенная при 1 *Atm* (−191°), после чего воздух будет ожижаться. Для ожижения водорода подобным же образом необходимо сначала его охладить до $t°$ более низкой, чем та, при к-рой (соответственно давлению) меняется знак эффекта Джоуля-Томсона. У гелия имеется то же самое, что и у водорода, только $t°$, при к-рой меняется знак эффекта, значительно ниже (ниже −173°), и его приходится охлаждать кипящим при пониженном давлении водородом (Камерлинг-Оннес первый получил жидкий гелий). Здесь нужно опять вернуться к замечанию о знаке эффекта Джоуля-Томсона. Мы видим, что если характеристич. уравнение имеет вид $p(v - m_1) = RT$, то эффект Джоуля-Томсона будет состоять в нагревании, а не охлаждении. Между тем иногда дают подобные характеристич. ур-ия для той области $t°$ и давлений, где подобного нагревания не имеется. Это будет термодинамически неправильно; также неправильно будет считать (по Бернулли), что мы здесь величиной m_1 вводим лишь поправку видимого объема на действительно меняющийся объем, вычитая объем, занятый массой молекул. На самом деле, вводя эту поправку, мы термодинамически приписываем телу свойства, к-рых оно может и не иметь. Далее из выражения внутренней энергии для воздуха видим, что если бы $a = 0$, то внутренняя энергия была бы ф-ией только $t°$, но газ однако мог и не быть совершенным, т. к. мы можем иметь уравнение вида $p(v - m_1) = RT$. Следовательно мы можем ска-

зать, что совершенный газ всегда имеет внутреннюю энергию зависящей только от $t°$, но обратного заключения не имеем права делать. Затем относительно воздуха можно также указать, что и для него существует область инверсии эффекта Джоуля-Томсона, т. е. когда

$$Apm_1 + \frac{a \cdot 1{,}0333 \cdot 10^4}{1{,}27T^{1{,}27}} > \frac{a}{1{,}27T^{1{,}27}}p.$$

То же самое видно и по диаграмме i, T: кривые $p = \text{Const}$, будучи продолжены для $t°>0°$, пересекаются, и мы получим обратный эффект. Напр. по неравенству для 200 *Atm* давления это будет при $t°$ ок. 300°; непосредственные наблюдения дают ок. 250°, что опять указывает на пригодность данного здесь ур-ия как первого приближения. Инверсия эта однако практич. значения не имеет в противоположность водороду и гелию. Самый эффект Джоуля-Томсона, как мы видим, происходит при процессе необратимом адиабатном. При внезапном падении давления, соответственно быстром внешнем движении и значительной внешней кинетич. энергии мы не можем уже определить состояние тела параметрами p, v, T, следовательно не можем говорить об энтропии или о какой-либо характеристич. ф-ии; не поможет нам здесь и прием разделения объема на малые элементы, т. к. тогда пришлось бы еще выяснить тепловые взаимодействия элементов, нам неизвестные. Только после наступившего успокоения во внешнем движении мы опять можем пользоваться понятиями энтропии и характеристич. ф-ий и тогда можем говорить о том или ином изменении энтропии. Для определения его мы можем вести тело из конечного состояния в начальное любым обратимым процессом, если только это возможно. Отсюда следует, что в необратимом процессе мы можем говорить об изменении энтропии лишь в том случае, если из конечной стадии процесса, где можно уже определить состояние тела параметрами, мы можем провести тело в начальное каким-либо обратимым процессом. Но если и нет внезапного падения давления, а газ напр. протекает медленно из одного пространства в другое через сопротивляющуюся среду, то опять мы имеем необратимый процесс, т. к. работа трения необратима. И в том и другом случае между начальным и конечным состоянием газа при постоянных давлениях в начальном и конечном пространствах существует соотношение на основании первого принципа $i_0 = i_1$ при отсутствии внешнего влияния тепла. Переведем теперь газ из конечного состояния в начальное обратимым процессом, напр. обратимым изоэнтальпически. Тогда по ур-ию $dQ = -Avdp$ найдем разность энтропий между конечным и начальным состоянием $= \int_2^1 -\frac{Avdp}{T}$, здесь $dp > 0$ (процесс сжатия), и следовательно разность $S_1 - S_2$ будет < 0, т. е. $S_2 - S_1 > 0$. Т. о. при этом адиабатном необратимом процессе энтропия увеличивается.



Фиг. 28.

Здесь мы имеем частный случай т. н. принципа увеличения энтропий: во всякой изолированной системе, совершающей необратимый процесс, энтропия увеличивается. Мы видим однако, что необходимы определенные предпосылки, чтобы обнаружить увеличение энтропии. Если эти предпосылки не соблюдаются, то нельзя говорить об увеличении энтропии, т. к. и само определение энтропии становится затруднительным или невозможным. Мы рассмотрим теперь перегретые пары аммиака NH_3, пользуясь данными о теплоемкости c_p, изображенными на фиг. 28 [12]. На фиг. 29 даны c_p в изотермах для $t°$: 0°, 50°, 100° и 150° по табличке Битти (из тех же опытов Осборна и др.). Изотермы имеют вид удлиненных кривых, но замена их прямыми, т. е. зависимость $\frac{\partial c_p}{\partial p} = f(T)$, не дает хороших результатов, т. к. изотерма 50° довольно сильно разнится от прямой. Битти дает для c_p приближенную ф-лу типа $c_p = c_{p_0} + f(T)_p$, но по ней получаем для $t°$ ниже 100° значения c_p, не подходящие к опытным. Весьма точную ф-лу дает Р. Планк типа

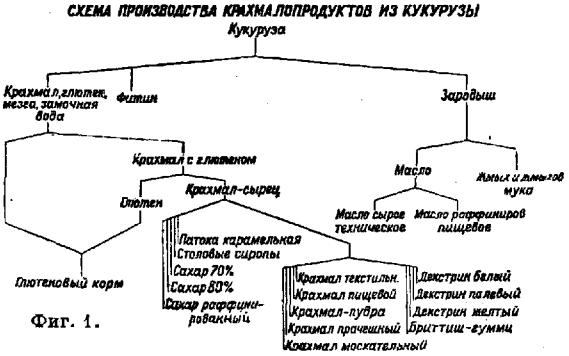
$$c_p = c_{p_0} + \frac{c_{1p}}{RT^{n+2} - c_{3p}}.$$

Ф-лы этого типа (как и прежняя ф-ла Кноблауха для водяных паров) дают сложной формы характеристич. ур-ие и неудобны тем, что могут обращать значение c_p в бесконечность [13]. Найдем сначала путем графич. интегрирования превышение энтальпий для данных в опы-

вследствие чего выход продукции, считая по весу переработанного зерна, равен почти 100%. Промышленное применение имеют также стебель и кочерыжки; они идут на производство целлюлозы, бумаги, картона, изоляционных досок, продуктов сухой перегонки, фурфурола, клея, пластич. масс и пр. 7) Получаемые при переработке кукурузы отходы являются превосходными концентрированными кормами с содержанием протеина до 26—27%. Масло, получаемое из кукурузных зародышей, имеет высокую технич. и пищевую ценность (см. *Маисовое масло*). 8) Кукуруза—наиболее дешевая зерновая культура, что в связи с перечисленными ее свойствами как индустриального сырья обусловливает очень низкую себестоимость всех продуктов ее переработки (нек-рые из отраслей кукурузной индустрии приобрели в США гигантские размеры и мировое значение).

1. Крахмально-паточное и кукурузно-сахарное производства по их размерам и значению занимают первое место в кукурузной индустрии. Процесс производства кукурузного крахмала и декстрина аналогичен процессу производства этих продуктов из картофельного сырья (см. *Крахмал кукурузный и картофельный* и *Декстрин*). Производство патоки и сахара из кукурузного крахмала имеет в основе тот же процесс гидролиза, каким получается патока и сахар из картофельного крахмала, с той лишь разницей, что для осахаривания крахмала вместо H_2SO_4 применяют HCl.

Кроме того осахаривание производится обязательно под давлением обычно в медных или бронзовых конвертерах. Давление в конвертере поддерживается острым насыщенным паром при $t°$ 130÷140°, чему соответствует давление 2—2,5 *atm*. Во все время нахождения в конвертере крахмальное молоко находится в состоянии кипения. Характерной особенностью кукурузно-паточного и кукурузно-сахарного производства является удаление жира из сиропа. Последующие операции фильтрации и упаривания сиропа тождественны с таковыми же, применяемыми при производстве патоки и сахара из картофельного крахмала. Процесс производства кукурузного сахара в основном происходит по схеме производства патоки и на той же аппаратуре, за исключением кристаллизации и рафинирования, представляющих специфич. особенности кукурузно-сахарного производства. Кроме того осахаривание крахмала в конвертере ведется значительно дольше, чем при производстве патоки, с расчетом, чтобы получилось возможно больше сахара. Профильтрованный и уваренный в вакуум-аппарате сироп охлаждается в холодильнике до 45° и затем перекачивается в кристаллизаторы, в к-рых оставляется 25—30% утфеля от предыдущей кристаллизации. Это необходимо для лучшей кристаллизации сахара и для получения кристаллов крупного размера и нужной кристаллографич. формы, обусловливающей в дальнейшем нормальное отделение кристаллов от межкристальной жидкости при рафинировании на центрифугах. При кристаллизации выделяется значительное количество теплоты, вследствие чего кристаллизаторы имеют водяную рубашку, в к-рую поступает холодная вода, охлаждающая кристаллизующуюся массу. Однако $t°$ этой воды д. б. ниже $t°$ массы в кристаллизаторе не более чем на 8—8,5°, иначе из-за переохлаждения массы возможно выпадение множества мелких, т. н. ложных, кристаллов, к-рые затруднят последующее центрифугирование. Кристаллизация утфеля первого продукта продолжается около 3 суток. По окончании кристаллизации утфель поступает в перемешиватель, а оттуда для пробелки в центрифугу. Кристаллы сахара в центрифуге отделяются от маточного раствора, называемого зеленой патокой, к-рая идет на производство желтого сахара. Из центрифуг сахар выходит с 17—20% кристаллизационной и гигроскопической воды. Для удаления гигроскопич. воды, составляющей ~$^1/_2$ влажности сахара, выходящего из центрифуг, сахар направляется в сушилку, в к-рой он сушится при $t°$ не выше 60°, т. к. при более высокой $t°$ возможно плавление кристаллов сахара. Хорошо пробеленный на центрифугах сахар должен содержать не менее 99,5% чистого сахара (при пересчете на абс. сухое вещество). Уваренная в вакуум-аппарате зеленая патока охлаждается в холодильнике до 45° и направляется в кристаллизатор второго продукта, где смешивается с 25—30% утфеля предыдущей кристаллизации. Утфель второй кристаллизации для отделения желтого сахара поступает в центрифуги. Из центрифуг второго продукта получается желтый сахар и оттек (гидрол) с содержанием 70—72% сахара, используемый обычно для производства кормовых смесей и дубления кож, хотя возможно его использование для получения этилового спирта. Желтый сахар, полученный на центрифугах, растворяют в горячей воде или в белой патоке, получаемой при фуговании первого продукта, а затем направляют на угольную фильтрацию и оттуда на выпарку. Выход продуктов как основных, так и побочных колеблется в зависимости от сорта и качества перерабатываемого зерна. Так напр.,



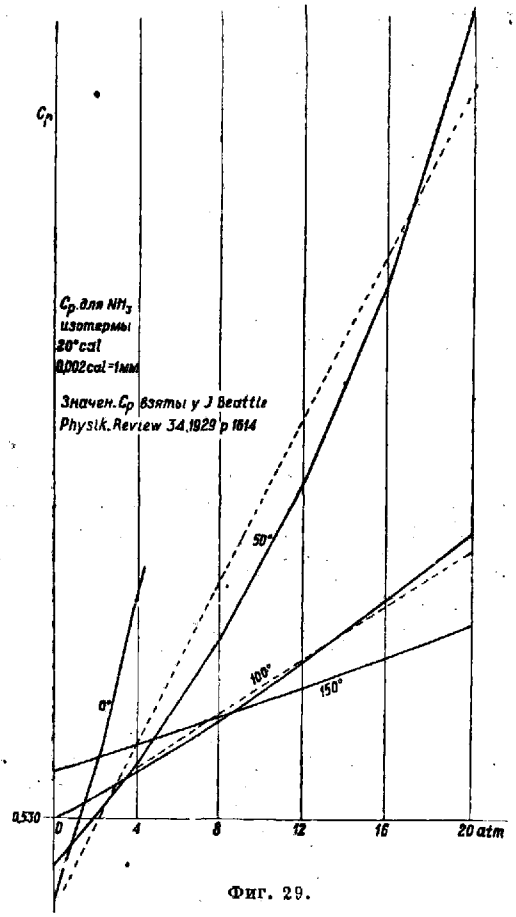
Фиг. 1.

американские заводы получают в среднем из кукурузного зерна: крахмала 58,0%, глютеновой муки 16,1%, мезги (оболочка кукурузного зерна) 12,5%, замочной воды 7,1%, жмыха 3,6%, кукурузного масла 2,7%. Производство крахмалопродуктов из кукурузы имеет место почти во всех странах, возделывающих кукурузу. Кукурузная крахмалопромышленность США характеризуется резко выраженным процессом концентрации производства на предприятиях очень крупного масштаба, полным использованием всех отходов производства и очень низкой себестоимостью продукции (фиг. 1). До 1923 года производившийся из кукурузы сахар не отличался достаточной чистотой и белизной и почти не имел пищевого применения. В 1923 г. Newkirk (США) нашел способ производства кукурузного рафинированного сахара, оказавшийся рентабельным в заводском масштабе. Высо-

тах изобар c_p над соответственными энтальпиями на линии сухого насыщения по равенству

$$i - i_{нас.} = \int c_p \, dT.$$

Получаем таблицы приращений, представлен-



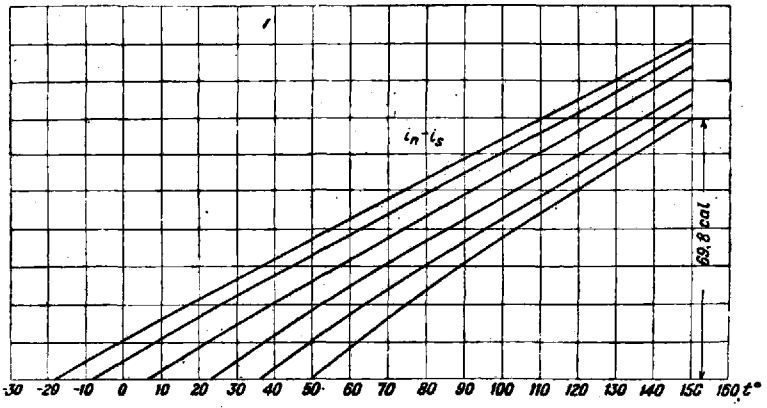
Фиг. 29.

ные на фиг. 30 кривыми $i_n - i_s$. Далее находим соответственно приращение энтропий по равенству $S - S_{нас.} = \int \frac{c_p dT}{T}$, причем интеграл вычисляем, пользуясь последовательно равенствами $S_T - S_{T-10} = c_{p_m} \ln \frac{T}{T-10}$, где c_{p_m} — средняя теплоемкость между T и $T-10$. Получаем таблицу приращений энтропий по соответственным изобарам. Далее может быть составлена небольшая диаграмма изобар в системе i и S для аммиака, но она может служить лишь для поверки какого-нибудь характеристич. ур-ия вследствие того, что теплоемкости определены опытом лишь для немногих давлений. Приближенное ур-ие можно получить, если основываться на том, что линейная зависимость c_p от давлений не дает, как сказано, подходящих к опытам значений c_p для $t°$ ниже 100°. Поэтому можно положить зависимость от p в нек-рой небольшой степени, напр. $c_p = \frac{p^{1,25}}{f(T)} + f_1(T)$. Основываясь, с одной стороны, на изменении среднего наклона изотерм c_p (фиг. 29) в зависимости от $t°$, а, с другой стороны, на изменении c_p в зависимости от давления, можем положить $\frac{1}{f(T)} = \frac{10^{13}}{T^6}$, если давление выражено в физических атмосферах. Теперь далее $f_1(T)$ есть зависимость c_p от темп-ры при очень слабых давлениях (собственно при $p = 0$). Ее можно положить (по диаграмме изобар c_p) равной $0{,}49 + 0{,}00039\,t$. Таким обр. $c_p = \frac{10^{13}}{T^6} n^{1,25} + 0{,}49 + 0{,}00039\,t$, где n — число физич. атмосфер, и получим сравнительные таблички.

Изотерма 0°			
2 *Atm*	4 *Atm*		Примечание
0,518	0,626		По ф-ле
0,553	0,633		Опыт
0,523	0,555		Битти и Бриджмен
Изотерма 50°			
2 *Atm*	10 *Atm*	20 *Atm*	Примечание
0,531	0,667	0,882	По ф-ле
0,531	0,651	0,917	Опыт
0,526	0,592	0,675	Битти и Бриджмен
Изотерма 100°			
0,538	0,595	0,686	По ф-ле
0,541	0,591	0,667	Опыт
0,511	0,589	0,627	Битти и Бриджмен
Изотерма 150°			
0,554	0,581	0,624	По ф-ле
0,560	0,585	0,622	Опыт
0,559	0,589	0,613	Битти и Бриджмен

По табличкам видно, что формула в общем значительно ближе подходит к опытам, нежели упрощенная формула Битти и Бриджмена, но разумеется хуже, чем более сложная формула Р. Планка. Если от физич. атм. перейти, как обычно, к *кг/м²*, то получим

$$c_p = \frac{9{,}6 \cdot 10^7 \cdot p^{1,25}}{T^6} + f_1(T)$$



Фиг. 30.

и отсюда указанными выше приемами получаем характеристич. ур-ие

$$v = \frac{49{,}6\,T}{p} - 0{,}004 - \frac{10^9 \cdot 1{,}708}{T^5} p^{0,25};$$

кие пищевые достоинства нового продукта и его дешевизна позволили ему быстро завоевать рынок несмотря на длительное перепроизводство и сильную конкуренцию тростникового и свекловичного сахара. Кукурузный рафинированный сахар нашел разнообразное применение в различных отраслях пищевой промышленности. Кукурузный рафинированный сахар при одинаковой питательности с тростниковым и свекловичным сахаром примерно процентов на 30 менее сладок, что делает его менее приторным и допускает соответственно увеличивать норму его потребления. Продукты, приготовленные на кукурузном сахаре, отличаются более приятным вкусом, чем приготовленные на тростниковом или свекловичном сахаре. Ценится также свойство кукурузного сахара не заглушать аромата и вкуса других составных частей изделий, например сливок, ягод, фруктов. После войны 1914—18 гг. стала создаваться крупная кукурузная крахмалопром-сть в Германии, Италии, Англии, Голландии и Франции. В СССР кукурузная крахмалопром-сть была представлена до 1914 г. четырьмя небольшими полукустарными з-дами: 1 в Одессе и 3 на Сев. Кавказе (2 в сев. Осетии и 1 в Ингушетии). В 1923 г. был переоборудован для работы на кукурузе крупнейший в СССР паточный з-д «Красный профинтерн» близ Ярославля, перерабатывающий в настоящее время ок. 40 тыс. *m* кукурузы в год. В 1928/29 г. пущен в ход новый кукурузнокрахмальный завод в Кабардино-Балкарской области с возможностью переработки 16 тыс. *m* кукурузы в год. В конечном итоге уд. в. кукурузных крахмалопродуктов с 1% до 1914 г. поднялся в СССР до 25—30% всей крахмально-паточной продукции. Со вступлением в эксплоатацию комбината при ст. Беслан, рассчитанного на переработку 58 тыс. *m* кукурузы ежегодно, и особенно после осуществления намеченного кукурузносахарного комбината на переработку 400 тыс. *m* кукурузы в год советская кукурузная крахмально-паточная пром-сть займет второе место в мировом производстве кукурузных крахмалопродуктов. Вместе с тем и в общем балансе производства крахмалопродуктов в СССР удельный вес кукурузного сектора поднимается до 75—80%.

Кукурузное мукомольно-крупяное производство—очень давнего происхождения. Мука и крупа из кукурузы принадлежат к числу наиболее дешевых, а по своему составу очень мало отличаются от состава муки и крупы, получаемых из других зерновых культур. Химич. состав и калорийность кукурузы, кукурузной муки и крупы и других злаков даны в табл. 4.

Обычно муку выпускают двух видов: а) простого помола, часто без предварительного удаления зародышей кукурузного зерна, и б) тонкого помола с обязательным предварительным удалением зародышей. Каждый из этих видов делится на сорта в зависимости от чистоты, тонкости помола и пр. Основной особенностью кукурузного мукомолья является операция по удалению зародыша, являющегося причиной плохой сохранности кукурузной муки и крупы вследствие разложения жирных к-т жира, содержащегося в зародыше. Отделение зародышей производят на дегерминаторах или при помощи обыкновенных вальцовых станков, приспособленных для указанной цели соответствующим изменением нарезки вальцов. Остальные процессы кукурузного мукомолья

Табл. 4.—Химич. состав (в %) и калорийность продуктов из кукурузы и других злаков.

Продукты	Влажность	Протеин	Жир	Углеводы	Минер. вещества.	Cal
Кукуруза (целое зерно)	10,8	10,0	4,3	73,4	1,5	3 720
Пшеница (целое зерно)	10,6	12,2	1,7	73,7	1,8	3 600
Кукурузная мука, простой помол, просеянная	12,0	8,9	4,9	73,2	1,0	3 720
Кукурузная мука крупичатая	12,5	9,2	1,9	75,4	1,0	3 550
Кукурузная мука, тонкий помол	12,6	7,1	1,3	78,4	0,6	3 530
Пшеничная мука	12,0	11,4	1,0	75,1	0,5	3 540
Кукурузная крупа крупнозернистая	10,8	8,3	0,5	80,1	0,3	3 580
Кукурузная крупа мелкозернистая	11,0	9,4	0,7	78,6	0,3	3 580

тождественны с процессами, применяемыми для других видов зерна (см. *Мукомольная промышленность*). Переработка кукурузы в муку и крупу в СССР до 1926 г. имела место только в Закавказьи, в нек-рых районах УССР и в национальных областях Сев. Кавказа, причем производство это носило резко кустарный характер. Наркомторг организовал с 1926/27 г. перемол кукурузы в широком масштабе, для чего в первую очередь было приспособлено несколько мельниц на Сев. Кавказе, чем и положено основание промышленному кукурузному мукомолью в СССР. В 1928/29 г. были построены специальные кукурузные мельницы в г. Нальчике (Кабардино-Балкарск. обл.) и при ст. Назрань (Ингушетия). Строительство в этом направлении интенсивно развивается.

Производство этилового спирта. Кукурузное зерно—широко распространенный материал для винокурения. Обычно в парники Генца поступает цельное зерно и варится в них под давлением 4—4,5 *atm* в течение ок. часа. Из генцев масса давлением пара выдувается в заторный чан, и далее процесс винокурения идет обычным способом, применяемым к другим видам винокуренного сырья. Выход спирта в среднем 44—45° из 16 *кг* сухих припасов. Для кукурузного винокурения особенно применим амиловый способ, или способ чистого брожения. Отличительной особенностью этого способа является осахаривание крахмала бактериологич. путем, причем весь процесс ведется в стерильных условиях. При этом способе осахаривание производят культурой плесневых грибков: Amilomyces-*β* или Mucor Delimar, вырабатывающих диастатич. энзимы. Процесс осахаривания и брожения ведут в закрытом чане. Распаренную массу припаса выдувают в чан и охлаждают до 35—40° при одновременном продувании стерильного воздуха. Осахаривание при продувании воздуха и работе мешалки продолжается ок. 20 час. Следует заметить, что мукоровые дрожжи дают сравнительно слабое сбраживание, а потому по достижении осахаривания прибавляют настоящих дрожжей (при *t*° 30°). При амиловом способе избегается ряд потерь и увеличивается выход спирта до 52° из 16 *кг* сухого припаса с содержанием крахмала в 60%, что является рекордным выходом при современном состоянии винокуренной техники. Зародыш кукурузного зерна является балластом при винокурении, понижающим производительность оборудования и ухудшающим качество спирта. В условиях еди-

поверить его пригодность можно на линии сухого насыщения; прилагаемая таблица указывает удовлетворительную согласованность.

$t°$	p, кг/см²	v, м³/кг	v по ф-ле
−50	0,417	2,617	2,6204
−30	1,219	0,963	0,9637
0	4,379	0,290	0,2893
10	6,271	0,206	0,2019
40	15,85	0,083	0,0826
50	20,727	0,061 (0,0623 Dieterici)	0,06293

Данные взяты по Bureau of Standards [Осборн, Крагое (Cragoe), 1923]; они приводятся во всех справочниках. Для $t°$ выше 0° они в общем согласуются с данными опытов Дитеричи, для $t°$ 50° имеется нек-рое расхождение, и ф-ла дает значение объема, лежащее между обоими опытными данными. Теперь указанными выше приемами получим выражение энтальпии:

$$i = 0{,}384\,T + 0{,}00039\,\frac{T^2}{2} - \frac{1{,}92\cdot 10^7\cdot p^{1{,}25}}{T^{15}} - A\,0{,}004\,p + \text{Const}.$$

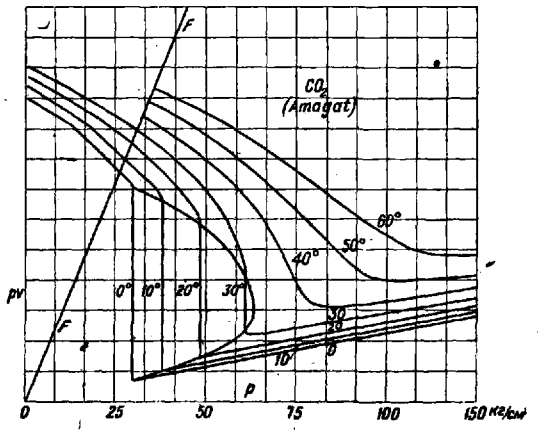
Постоянное определяем по энтальпиям на линии сухого насыщения. Возьмем для этого энтальпии при −50°, 0°, + 50°; в первом случае Const = 190, во втором = 190,4, в третьем = 190,4; это согласие в значении Const также указывает на пригодность ф-лы. Берем Const = = 190,3. Для перегретого пара получаем тоже удовлетворительное согласие с данными опыта, напр. при $p = 15{,}1$ *м* рт. ст. (20,577 *кг/см²*) разность энтальпий для 150° и на линии сухого насыщения по теплоемкостям = 69,8 cal и по ф-ле 70,86 cal, что можно считать удовлетворительным; для изобары в 7,1 *м* рт. ст. (9,653 *кг/см²*) по теплоемкостям имеем (между сухим насыщ. и 150°) 77,7 и по ф-ле 78,0; для изобары 62,3 *м* рт. ст. (3,127) по теплоемкостям −88,2, по ф-ле — 87,6. Отсюда видно, что ф-ла может быть употребляема в пределах темп-р −50° ÷ +150° и давлений от 0,417 до 20,7 *кг/см²*. Точно так же отсюда видно, что и объемы для перегретого пара, вычисленные по характеристич. ур-ию, будут удовлетворительно сходиться с объемами, определенными по теплоемкостям. Способ определения по теплоемкостям был уже указан в отделе о перегретых водяных парах. Для энтропий имеем также по выпеуказанному способу (через ф-ию Φ)

$$S = 0{,}384\ln T + 0{,}00039\,T - A\cdot 49{,}6\ln p - A\,\frac{6{,}832\cdot 10^9}{T^6}\,p^{1{,}25} + \text{Const},$$

или

$$S = 0{,}384\ln T + 0{,}00039\,T - A\cdot 49{,}6\ln p - \frac{1{,}6\cdot 10^7}{T^6}\,p^{1{,}25} + \text{Const}.$$

Постоянное опять определяем по линии сухого насыщения. Как для энтальпии, так и для энтропии условно принимается, что обе величины равны 0 для жидкости на нижней пограничной кривой при 0°. Возьмем опять $t°$: −50°, 0° и +50°. Получаем значение Const в первом случае +0,108, во втором случае +0,110 и в третьем +0,107. Это опять указывает на пригодность формулы. Берем Const = 0,108. Теперь можно составить как диаграмму i, S, так и диаграмму T, S и решать относящиеся к аммиаку задачи. Однако на этом мы останавливаться не будем. Относительно углекислоты и ее паров существуют обширные опыты Амага, приводимые во всех справочниках, над произведениями pv в зависимости от T и p, как уже об этом было сказано раньше. Эти опыты, к сожалению, велись только для $t°$ выше 0°. На фиг. 31 они представлены изотермами в ко-



Фиг. 31.

ординатах p, pv для изотерм от 0 до 60° и давлений от 1 до 150 Atm. Здесь видны нижняя пограничная кривая и линия сухого насыщения, сливающиеся при $t° = 31{,}35°$ и давлении 75,3 *кг/см²* (см. замечания о критических темп-рах). Нижние изотермы от 0 до 31° представляют следовательно кривые жидкости. Прямой FF отделяются наблюденные величины (вправо) от экстраполяций (влево). На основе этих наблюдений и экстраполяций созданы таблицы Молье, также приводимые во всех справочниках. Здесь уместно сказать, что если бы мы имели подобные систематич. наблюдения напр. до $t° = -50°$ и давления 1 Atm и, с другой стороны, имели бы для c_p наблюдения для Atm также в широких пределах, то тогда составление термодинамич. таблиц, т. е. практически важных диаграмм T, S и i, S, могло бы вестись сл. обр.: по изотермам для pv высчитываем объемы для различных $t°$ и давлений, зная объем при 1 Atm и 0° (1 *л* CO_2 при 0° и 760 *мм* рт. ст. весит 1,9769 *г*), далее по теплоемкостям c_p для 1 Atm определяем постепенно изменение энтропии при $p = 1{,}0333$ *кг/см²* для различных $t°$ по равенствам

$$S - S_0 = \int_T^{T+10} \frac{c_p\,dT}{T} \cong c_{p_m}\ln\frac{T+10}{T}.$$

Затем отсюда переходим к линии сухого насыщения по равенству

$$(S_n - S_1)_{T=\text{Const}} = -A\int_1^n \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p dp,$$

при этом определяем $\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$ для различных давлений (при данном $T = \text{Const}$) как $\frac{\Delta v}{\Delta T}$, взяв из таблиц объемов

$$\Delta v = (v_{T+10} - v_T)_p \quad \text{и} \quad \Delta T = 10°.$$

Интегрирование ведем графически. Т. о. получаем изменение энтропии на линии сухого насыщения, т. е. изображение этой линии в S, T диаграмме. Далее по данным для T и p на линии насыщения определяем $\frac{dT}{dp}$ и по ур-ию Клапейрона скрытое тепло и т. о. получаем

ного планового хозяйства СССР возможно снабжение винокуренных з-дов вместо цельной кукурузы грубо дробленой на мельницах, с предварительным удалением зародышей, которые могут быть использованы для получения масла. Барда кукурузного винокурения отличается хорошими кормовыми достоинствами. Винокуренные заводы обычно являются базами откорма мясного скота на барде, что в значительной мере повышает доходность предприятия. В СССР ежегодно перекуривается ок. 200 000 *т* кукурузы с довольно значительными колебаниями в ту или другую сторону по отдельным годам. Удельный вес кукурузного спирта достигал у нас в отдельные годы 40% и не спускался ниже 20% от общей спиртовой продукции, тогда как в довоенное время (1913—1914 гг.) он равнялся только 15%.

Ацетоно-бутиловое производство, основанное на сбраживании крахмала кукурузного зерна, возникло во время войны 1914—18 гг. под влиянием быстро возраставшей потребности в ацетоне для производства бездымного пороха (кордита). Ацетон до 1914 года гл. обр. производился в Австрии, во время войны 1914—18 гг. его производство было налажено в Англии (способ Фернбаха, усовершенствованный Х. Вейцманом). Опыт Англии в производстве ацетона по способу Вейцмана был перенесен в США, где в 1919 году образовалось специальное об-во (Commercial Solvent Corporation) для эксплоатации ферментативного способа получения ацетона из кукурузы. В 1923 г. тем же об-вом был пущен з-д в Пеории (Иллинойс)—самый крупный з-д в мире по производству ацетона и бутилового спирта. Процесс делится на четыре главные стадии: 1) приготовление муки и кашки, 2) развитие культуры брожения, 3) ферментация и 4) дистилляция. В начале целью производства был ацетон, к-рый один шел в дело, а бутиловый спирт, получавшийся в двойном количестве по сравнению с ацетоном, считался отбросом. Кроме того терялось большое количество водорода и углекислоты, вес к-рых в $1^1/_2$ раза больше веса смеси при ферментации. В настоящее время бутиловый спирт имеет широкое применение как первоклассный растворитель нитроцеллюлозных лаков, употребляемых в автомобильной и авиационной отраслях пром-сти. Весь водород и часть углекислоты превращаются в синтетический метанол согласно реакции: $CO_2+3H_2 = CH_3OH+H_2O$, а остающаяся углекислота находит себе применение как «сухой лед». Выход продукции при ацетоно-бутиловом сбраживании кукурузы определяется в среднем в 24% и состоит из ацетона, бутилового спирта и метилового спирта при соотношении 6 : 3 : 1. Первый в СССР кукурузный ацетоно-бутиловый з-д работает в Грозном. Ацетоно-бутиловое производство представляет большой интерес также в связи с расширением технич. применения алкоголя, в частности в качестве горючего для моторов. По калорийности продукты ацетоно-бутилового брожения эквивалентны этиловому спирту, получаемому из того же количества кукурузы. Но по сравнению с этиловым спиртом они имеют существенные преимущества, а именно: 1) смесь продуктов ацетоно-бутилового брожения совершенно непригодна для питьевого употребления из-за неприятного вкуса и запаха и 2) она обладает большей калорийной ценностью, считая на единицу объема. Барда, получаемая при ацетоно-бутиловом производстве, по своей питательности равноценна барде, получаемой при выработке этилового спирта.

2. Кукурузное пивоварение. Кукуруза может замещать в пивоварении ячмень, причем максимум замены, установленный опытом, не превышает 35—40% во избежание ухудшения вкуса и аромата пива. Широкое применение при изготовлении так наз. венского и богемского пива кукуруза находит в ряде стран (Канада, США, Франция, Бельгия и др.). Для пивоварения применяется обезжиренная кукурузная крупа, в к-рой содержание жира не должно превышать 1%. Допускаемый предел содержания жира в кукурузной крупе м. б. повышен при уменьшении % примеси кукурузы к ячменю. Т. к. белковые вещества кукурузы не только не образуют экстракта, но и мешают образованию его из крахмала, то для пивоварения наиболее подходящими сортами кукурузы являются те, к-рые содержат наименьшее количество белковых веществ. Применение кукурузы в пивоварении удешевляет производство, т. к. кукуруза дешевле ячменя. Кроме того пиво, приготовленное с примесью кукурузы, более чисто и светло, чем при пользовании другими примесями. Предпочитаются обыкновенно белые сорта кукурузы.

3. Производство кукурузных «хлопьев» принадлежит к числу производств т. н. готовых завтраков, имеющих очень широкое применение в США в виду большого их удобства, усвояемости и питательности. Состав (в %) и калорийность хлопьев определяются следующими средними данными:

Влажность . .	7,3	Углеводы	78,4
Протеин . . .	10,1	Минерал. вещества . . .	2,4
Жир	1,8	Калорийность, Cal . . .	3 700

Для производства «хлопьев» употребляют белые сорта кукурузы. Кукурузное зерно подвергается обычной предварительной очистке, после чего оно дробится на вальцах. Зародыши отделяются, а дробленое зерно просевается на цилиндрич. бурате с целью удаления шелухи и мелких частиц, идущих в отход (используемый в качестве корма). Предназначенный для дальнейшей обработки продукт варится в течение $2^1/_2$ час. в сиропе, состоящем из отвара солода с прибавлением сахара и соли. Пропитавшаяся в должной мере раствором крупка затем высушивается до содержания влаги 10—12% и после этого идет на вальцы для расплющивания в лепестки (пересушенную крупку во избежание дробления распаривают в течение ок. 30 мин. и после этого пускают на плющильные вальцы). Вальцы работают при давлении до 40 *кг/см²* и во время работы охлаждаются изнутри водой. Диам. вальцов ~ 500 *мм* и длина ~ 600 *мм*. Во избежание прилипания расплющиваемой массы к вальцам они вращаются с разной скоростью (75 и 60 об/м.). Расплющенная в тонкие листы кукурузная крупка поджаривается в жаровне, откуда выходит в виде тонких желтоватого цвета хрустящих лепестков, упаковываемых в картонные коробки разной величины для розничной продажи. Кукурузные «хлопья» вырабатывают также и в Англии, но по несколько упрощенной схеме, дающей больший выход продукции, но более низкого качества. В Москве имеется большой завод по производству хлопьев.

4. Консервирование кукурузы в промышленном масштабе в США развилось в значительную отрасль, по размерам продукции занимающую равное место с томатным произ-

нижнюю пограничную кривую в системе S, T. В этой диаграмме определяем энтальпии на линии сухого насыщения, приняв условно энтальпию жидкости при 0° = 0 и планиметрируя по нижней пограничной кривой по ур-ию

$$i = \int T\,dS + \int Av\,dp$$

(для $\int Av\,dp$ изображаем пограничную кривую в системе p, v и там планиметрируем). Затем строим линии p=Const для перегретого пара, пользуясь тем же ур-ием для энтропии, и по ним, планиметрируя, получаем энтальпии. Далее от нижней пограничной кривой, имея зависимость v от T для жидкости (по тем же изотермам в системе p, pv), находим тем же приемом изобары жидкости в диаграмме S, T, а потом и в диаграмме S, i [14,15]. Для теплоемкости c_p имеются данные Холборна-Хенига, приводимые во всех сапрвочниках, далее отрывочные наблюдения при различных $t°$ и давлениях [Луссана, Дженкина (Jenkin) и др.].

Приложение принципов Т. к теории лучистого тепла. В истории развития Т. было время, когда считали, что Т. бессильна объяснить явления лучистого тепла и выводы ее приводят к «парадоксам». Парадоксом считалась и схема, данная А. Бартоли [13] и приводящая к тому, что должно существовать лучистое давление на материальные тела, если принять постулат Клаузиуса. Величину этого давления не трудно определить по схеме Бартоли. Представим себе излучающее тело в виде сферы малого радиуса r, находящейся внутри сферы очень большого радиуса R с внутренней поверхностью, абсолютно отражающей падающие на нее лучи. Между сферами предполагается пустота, и падение лучей на большую сферу можно считать нормальным в виду малости радиуса внутренней сферы. Пусть энергия испускаемых малой сферой лучей будет I, они отражаются большой сферой и падают опять на малую, где отчасти вновь отражаются, отчасти поглощаются. Предположим, что их энергия в пространстве между сферами есть S, и часть ее AS поглощается малой сферой. Предположим, что существует $t°$-ное равновесие, и вся система не подлежит внешнему воздействию. Тогда $S = I + (1 - A)\,S$, т. е. $I = AS$, так как, если бы этого не было, малая сфера нагревалась бы или охлаждалась, а между тем никакой внешней работы не имеется. Если бы малая сфера была абсолютно «черной», то $A = 1$ (абсолютное поглощение), и тогда $I_1 = S$, где I — энергия испускаемых черной сферой лучей. Отсюда имеем известный закон Кирхгофа: $\frac{I}{A} = I_1$ — отношение испускательной способности к поглощательной для какого-нибудь тела не зависит от его природы и равно испускательной способности черного тела, всегда $I < I_1$, т. к. $A < 1$. Нетрудно видеть, что это соотношение применяется к лучам любой длины волны, т. к. все рассуждение велось независимо от длины волны (как говорят «от окраски»).

Далее можно вывести положение: во всяком замкнутом пространстве, не пропускающем наружу лучистой энергии и находящемся в $t°$-ном равновесии, энергия излучения не зависит от природы находящегося в нем тела (или тел) и равна энергии излучения абсолютно черного тела. Предположим опять две сферы: внутреннюю, малую, «черную» и наружную, большую, отражающую и проведем мысленно сферу радиуса $R - dR$, где R — радиус большой сферы. Пусть количество энергии, падающей на сферу R, будет Q cal на единицу поверхности и в единицу времени. Пусть скорость распространения лучей будет v. Тогда какой-нибудь луч, проходя через воображаемую сферу $R - dR$, достигнет затем сферы R через время $\frac{dR}{v}$, падая на нее нормально. За это время упадет на сферу тепло в количестве $\frac{QdR}{v}$, однако за то же время отразится от сферы также $\frac{QdR}{v}$. Следовательно в пространстве между сферами $R - dR$ и R в объеме с основанием, равным единице поверхности, и высотой dR будет заключаться количество энергии $\frac{Q \cdot 2 \cdot dR}{v}$. Количество энергии (падающей и отраженной) в единице объема будет $\frac{2Q}{v}$ — это называется энергетич. плотностью стоячей (падающей и отраженной) волны в слое, граничащем с поверхностью, при нормальном падении. Количество же $\frac{Q}{v}$ будет плотностью падающей волны. Сожмем теперь сферу R до радиуса $R - dR$, тогда количество энергии $\frac{2Q}{v}$ от каждой единицы объема сжатия должно будет поглотиться малой сферой и быть отведено в наружную среду, если мы предполагаем неизменяемость $t°$-ного равновесия. При этом сжатии была затрачена работа на единицу поверхности сферы R, равная $p\,dR$, где p — лучистое давление, нормальное к поверхности, на единицу поверхности. На единицу же объема работа будет равна p. Предположим, что энергия единицы объема зависит только от $t°$, тогда по первому принципу Т. для изотермич. в данном случае процесса имеем

$$p = E\frac{2Q}{v} = 2u_n,$$

где u_n — плотность (в *кгм*/1 об.) энергии нормально падающей волны в пограничном с поверхностью сферы R слое. Если поверхность не вполне отражающая, а частью поглощающая, частью отражающая, тогда мы рассуждаем так: когда падающий луч проходит длину dR за время $\frac{dR}{v}$, поверхность получает за это время энергию $\frac{QdR}{v}$, но за то же время она отражает $\frac{eQdR}{v}$, где e — отражательная способность поверхности. Следовательно в объеме $1 \times dR$ будет заключаться количество энергии $(1 + e)\frac{QdR}{v}$, и тогда нормальное давление получится $p = E(1 + e)\frac{Q}{v} = (1 + e)\,u_n$ при нормальном падении и отражении.

Эта ф-ла, полученная А. Бартоли чисто термодинамич. путем, проверялась опытно П. Н. Лебедевым, к-рому принадлежит честь впервые опытно доказать существование лучистого давления, затем после него америк. учеными Никольсом и Халлем (Hull). Обнаружилось, что соотношение оправдывается для лучей различных длин волн. Входящие в ф-лу величины определялись: 1) давление на покрытую с одной стороны серебром стеклянную пластинку (на стеклянную и серебряную стороны отдельно) при помощи крутильных весов с исключением влияния воздуха (весы находились в пространстве с давлением в 6 *мм* рт. ст.), 2) величина e, т. е. отражательная способность,—при помощи

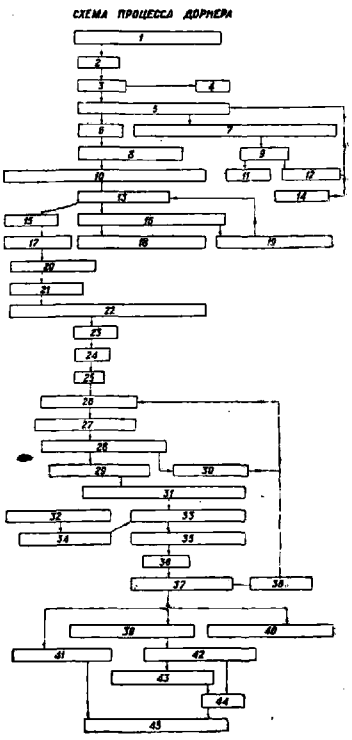
водством. Для консервирования применяются исключительно сладкие сорта кукурузы (Кросби, вечнозеленая Стоуэлла, Золотой Бентам, Жемчужина, Сельский джентльмен). Консервируется сахарная кукуруза в недозрелом виде, в стадии восковой спелости. Консервы из кукурузы производятся двух видов: 1) консервы из целых зерен и 2) консервы из кукурузной кашицы. Для получения консервов хорошего качества необходимо, чтобы применяемая для рассола вода была мягкой и содержала возможно меньше извести и магния, так как большое их содержание затрудняет проникновение рассола в зерна кукурузы. Точно так же соль д. б. чистой от примесей. Отходы кукурузно-консервного производства (обертки, кочерыжки) являются хорошим сочным кормом в свежем виде и превосходным материалом для силосования. Поэтому многие америк. консервные з-ды имеют силосные башни для силосования как получающихся производственных отходов, так и стеблей, свозимых с поля. В СССР производство консервов кукурузы началось в 1930 г.

5. Производство кормов из кукурузы является значительной отраслью промышленности, имеющей большое народнохозяйственное значение. Зерно кукурузы является отличным дешевым углеводистым кормом, но с недостаточным содержанием протеина и минеральных солей, необходимых для образования мускулов и костяка животного. Поэтому для получения надлежащих результатов при скармливании кукурузы, особенно молодым растущим животным, необходима примесь других кормов, богатых протеином и минеральными солями. Этот результат достигается применением комбинированных кормов.

6. Кукурузное масло. См. *Маисовое масло*. Получающийся при производстве кукурузного масла жмых или шрот обычно смешивается с другими отходами основного (кукурузнокрахмального, мукомольно-крупяного, комбикормового и др.) производства для получения наиболее полноценного корма. Нек-рая часть кукурузного жмыха размалывается и поступает в продажу под названием жмыховой муки.

7. Целлюлозно-бумажное производство, основанное на использовании в качестве сырья кукурузных стеблей, возникло в 1927 году (США), хотя возможность получения высококачественной бумаги из кукурузных стеблей была известна уже в 17 веке. Ряд попыток промышленного производства бумаги из кукурузных стеблей однако не имел прочного успеха вследствие конкуренции дешевой древесины. Вопрос о применении кукурузных стеблей для производства бумаги получил положительное решение после открытия Б. Дорнером (Венгрия) способа, оказавшегося рентабельным в заводской практике. Этот способ был усовершенствован инженерной опытной станцией Айовского колледжа (США). Процесс производства дан на схеме (фиг. 2, где *1*—кукурузный стебель в тюках, *2*—резка, *3*—циклон, *4*—пыль, *5*—вращающийся промыватель, *6*—волокно, *7*—пыль и растворимые в холодной воде вещества, *8*—крошильная машина, *9*—фильтр, *10*—выщелачивание противотоком горячей воды, *11*—осадок, *12*—фильтрат, *13*—фильтр Оливера, *14*—выпарка, *15*—волокно, *16*—фильтрат с растворенными веществами, *17* — взвешивание, *18*—выдача готового продукта после выпарки, *19*—чан для обратного приема, *20*—варочный котел, *21*—спускной чан, *22*—промыватель Оливера и обезвоживатель, *23*—волокно, *24*—била, *25*—чан, *26*—ротационное сито, *27*—пульсирующее сито, *28*—обезвоживатель Оливера, *29*—бумажная масса, *30*—чистая вода, *31*—закром для неотбеленной массы, *32*—чан с белильным раствором, *33*—отбельная установка, *34*—белильный раствор, *35*—промыватель Оливера, *36*—сборник, *37*—бумажная машина, *38*—чистая вода, *39*—размельченная бумажная масса, *40*—резка бумажной массы на листы, *41*—сушилка для бумаги, *42*—сушилка для бумажной массы, *43*—упаковка в тюки, *44*—пресс, *45*—склад).

При производстве целлюлозы по способу Б. Дорнера выход целлюлозы колеблется в пределах 33—40% при выработке 70%-ной альфа-целлюлозы, считая на воздушно-сухое вещество. Выход 90%-ной альфа-целлюлозы равен ~33%. Кукурузная целлюлоза—высокого качества и в америк. условиях значительно дешевле древесной. Производившиеся в СССР опыты в лаборатории Института бумажной промышленности и затем заводские варки бумаги из кукурузных стеблей доказали целесообразность налаживания кукурузно-бумажного производства в Союзе ССР (в кукурузных районах). Кукурузные стебли в большинстве являются отбросом при возделывании кукурузы, и промышленное рациональное их использование является большой народнохозяйственной задачей.



Фиг. 2.

8. Производство изоляционных досок из кукурузных стеблей очень схоже с процессом производства картона, чем они в сущности и являются, большей или меньшей плотности и толщины в зависимости от назначения. Кукурузные доски легковесны, нетеплопроводны, незвукопроводны, очень прочны и легко поддаются внешней отделке (штукатурка, покраска). Эти свойства кукурузных досок делают их отличным строительным материалом для самых разнообразных целей. Горят кукурузные доски значительно медленнее древесины и кроме того могут быть пропитываемы огнестойкими веществами. Средний выход досок по данным проф. O. R. Sweeney равняется 77%, считая на сухое вещество стеблей. Если считать, что 1 *га* кукурузы в кукурузных районах СССР дает в среднем ~ 2 *т* стеблей, то это обеспечивает возможность ежегодного получения с каждого *га* посевов кукурузы 1,5 *т* изоляционных досок.

9. Сухая перегонка кукурузных кочерыжек не имеет пока промышленного

фотометра, 3) величина $u_n = \frac{QE}{v}$, т. е. собственно величина Q,—при помощи калориметра, причем заставляли исследуемые лучи падать на вычерненную серебряную стенку калориметра, и определялось его нагревание. Разница между наблюденным и вычисленным по ф-ле давлением у америк. ученых не превышала 1,1%. Если принять во внимание необычайную трудность наблюдений и чрезвычайно малые величины давлений, то можно сказать, что ф-ла абсолютно точно подтверждается опытом. Но ф-ла была выведена в предположении зависимости плотности энергии излучения только от $t°$. Поэтому мы можем принять как опытный факт, что плотность энергии черного излучения в пустоте является ф-ией только $t°$. А т. к. давление (нормальное) на абсолютно отражающую поверхность по ф-ле является ф-ией плотности энергии, то оно является также ф-ией $t°$. В ф-ле Бартоли давление выражено как ф-ия плотности слоя, граничащего с поверхностью. Можно выразить давление как ф-ию так называемой средней плотности энергии в пространстве с равномерным черным излучением в пустоте. Средней плотностью энергии в этом случае называется количество энергии, приходящееся на единицу объема.

Представим себе опять сферу очень малого радиуса, абсолютно черную, внутри другой большого радиуса R с абсолютно отражающей поверхностью. Тогда, как и раньше, можно сказать, что какой-нибудь луч, выходя с поверхности малой сферы, пребудет в пространстве между сферами время $\frac{R}{v}$, если радиусом малой сферы пренебречь. За это время с малой на большую сферу упадет энергии в количестве $\frac{R}{v} Q\, 4\pi R^2$ и отразится столько же. Следовательно количество энергии в рассматриваемом пространстве будет равно

$$\frac{2R}{v} Q \cdot 4\pi R^2 = \frac{8\pi R^3 Q}{v}$$

и средняя плотность будет

$$u = \frac{8\pi R^3 Q}{v \cdot \frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{6Q}{v}.$$

Но давление $p = \frac{2EQ}{v}$ и следовательно $p = \frac{u}{3} E$. Теперь мы можем применить ур-ия Т. к явлениям лучистой энергии. Принцип эквивалентности дает

$$dQ = dU + Ap\, dV = d(uV) + $$
$$+ Ap\, dV = d(uV) + \tfrac{1}{3} u\, dV.$$

При изотермич. процессе имеем $dQ = \frac{4}{3} u\, dV$, т. к. величина u есть ф-ия только $t°$. Для адиабатного процесса имеем

$$d(uV) + \tfrac{1}{3} u\, dV = 0,$$

по разделении на uV получим

$$\frac{d(uV)}{uV} + \frac{1}{3}\frac{dV}{V} = 0$$

и по интегрировании $uV^{\frac{4}{3}} = \text{Const}$ или $pV^{\frac{4}{3}} = \text{Const}$. Т. о., если мы возьмем обычную систему координат V, p, мы видим, что изотерма в явлениях черного излучения изобразится прямой, параллельной оси абсцисс, как у насыщенного пара, адиабата же будет мало отличаться от адиабаты совершенного газа с постоянной теплоемкостью C_v. Представим себе теперь бесконечно малый процесс Карно для равномерного черного излучения в пустоте. Он изобразится в координатах V, p так же, как такой же процесс с насыщенным паром, т. е. параллелограммом с двумя сторонами, параллельными оси абсцисс. Площадь цикла выразится величиной $dp \cdot dV$, где dV—бесконечно малый объем изотермич. расширения, а dp—разность давлений для двух изотерм T и $T - dT$. Соотношение Карно дает

$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}.$$

В этом случае $Q_1 - Q_2 = AL = A\, dp\, dV = \frac{1}{3} du\, dV$,

$$Q_1 = \tfrac{4}{3} u\, dV,\ T_1 - T_2 = dT,\ T_1 = T,$$

следовательно

$$\frac{\frac{1}{3} du\, dV}{\frac{4}{3} u\, dV} = \frac{dT}{T} \quad \text{или} \quad \frac{du}{u} = \frac{4\, dT}{T},$$

откуда по интеграции $u = aT^4$, т. е. средняя энергетич. плотность равномерного черного излучения в пустоте пропорциональна четвертой степени $t°$. Это соотношение называется законом Стефана и было открыто им чисто опытным путем. Затем Больцман вывел его из ур-ия электромагнитной теории света, почему часто называют его законом Стефан-Больцмана [16]. Так. обр. опытным путем доказана справедливость применения принципа Карно к явлениям лучистой энергии. Заметим, что соотношение $\frac{A\, dp\, dV}{dQ} = \frac{dT}{T}$ дает, как известно, соотношение Клапейрона для насыщенного пара. Поэтому можно сказать, что закон Стефана есть теорема Клапейрона для черного излучения.

Но в цикле Карно имеются адиабатные процессы. Адиабатный процесс происходит без участия внешнего тепла. Если мы представим себе какой-нибудь процесс с черным излучением, происходящим напр. в цилиндре, то мы можем вообразить, что дно этого цилиндра абсолютно черное, а стенки абсолютно отражающие. Для адиабатного процесса мы должны будем на время заменить черное дно также абсолютно отражающим. Тогда однако является вопрос, остается ли при этом энергия, в цилиндре заключенная, с теми же свойствами равномерного черного излучения, как и прежде. Согласие теоретич. вывода с опытом дает утвердительный ответ, т. е. мы можем производить адиабатич. процессы с черным излучением, не опасаясь изменения характера излучения.

До сих пор мы рассматривали равномерное черное излучение. Но это излучение состоит из ряда излучений с различными длинами волн. Поэтому среднюю плотность излучения мы должны себе представить как суммарную из плотностей излучений различной длины волн. Назвав поэтому длину волны через λ, мы имеем по определению суммарных величин для какой-нибудь $t°$

$$u = \int_0^\infty u_\lambda\, d\lambda,$$

где $u_\lambda\, d\lambda$—средняя плотность для излучения между λ и $\lambda + d\lambda$. Если мы на абсциссах будем откладывать λ, а на ординатах значения u_λ для какой-нибудь $t°$, то площадь, ограниченная кривой u_λ, двумя ординатами для λ и λ_1 и осью абсцисс, даст энергетич.

применения, однако лабораторные исследования установили, что по выходам уксусной и муравьиной кислот и метилового спирта и по процентному их содержанию в подсмольной воде кукурузные кочерыжки могут служить хорошим материалом для получения указанных выше продуктов. Значительное количество легкокипящих альдегидов, кетонов и эфиров, а также легких масел, которые получаются при перегонке отстойной смолы, обусловливает возможность получения ряда ценных побочных продуктов.

10. Для производства *фурфурола* (см.) на основании исследовательских работ, проведенных в СССР и США, могут быть использованы кукурузные кочерыжки. Выход фурфурола из кукурузных кочерыжек при заводском производстве равен в среднем 10% от веса сырья, что составляет около половины теоретич. выхода. Отброс, составляющий не менее $^3/_5$ веса исходного материала и состоящий из слегка обугленной клетчатки, м. б. использован для получения из него активированного угля (работы А. С. Сипягина).

11. Кукурузный клей получается из пентозанов кукурузной кочерыжки и обладает хорошей клеящей способностью, немногим уступающей таковой мездрового клея. Недостатком кукурузного клея является его легкая растворимость в воде. Основным процессом при получении клея является разваривание кочерыжек под давлением 8—10 *atm* в течение около 20 минут. Вода, диффундируя в клетки тканей кочерыжки, извлекает из них наибольшее количество растворимых в ней пентозанов. После этой операции кочерыжка, ставшая темной и совершенно мягкой, отделяется от жидкой фазы и прессуется. Из 1 000 *кг* воздушно-сухой кочерыжки, содержащей 10% влаги, получается 280 *кг* абс. сухого клея (31,1%). Установившегося метода получения клея из кукурузной кочерыжки еще нет, и все это дело не вышло из исследовательской стадии. Анализ получавшихся образцов клея: 63,0% пентозанов, 15,8% редуцирующих веществ, 3,45% протеина сырого, 1,85% золы.

12. Различные второстепенные виды промышленного использования кукурузных стеблей и кочерыжек довольно многочисленны, но все они незначительны по размерам и в большинстве не имеют установившихся методов производства. Наиболее значительным и установившимся надо считать производство в США из кукурузных кочерыжек курительных трубок, известных под названием миссурийских. Большой интерес представляет возможность получения из кукурузных кочерыжек суррогата каучука типа бакелита. Размельченная кукурузная кочерыжка, обработанная соляной кислотой и фенолом, образует массу, близкую по своим свойствам к каучуку и допускающую отливку в любую форму. Измельченные кукурузные кочерыжки также применяются с успехом при изготовлении линолеума как заменитель пробковой муки. При обработке кочерыжки под давлением разведенными минеральными к-тами получается раствор ксилозы, могущей служить для питания диабетиков. Сироп ксилозы м. б. брожением переведен в уксусную, молочную и янтарную к-ты и спирт. Мелко размолотая кукурузная кочерыжка дает муку, применяемую при изготовлении эвбиолита, в качестве примеси к пище диабетиков и во всех случаях, где применяется древесная мука. При варке кочерыжки с каустич. содой получается масса, к-рая после пропуска ее через шаровую мельницу и просушки дает майцолит—продукт, схожий с вулканизованной фиброй. Майцолит хорошо поддается механич. обработке и употребляется для различных мелких поделок. Он очень крепок и обладает хорошими электроизолирующими свойствами. В производстве свинцовых белил кукурузная кочерыжка заменяет дубильную кору. Обработка кочерыжки азотной к-той дает щавелевую к-ту, причем около 80% азотной к-ты м. б. регенерировано.

Лит.: Батыренко В. и Войтчишин Н., Сорта кукурузы в отношении химич. состава зерна, Харьков, 1927; Бендин В., Культура кукурузы, М., 1912; Казинцев А., О химическом составе местных и др. сортов кукурузы из различных пунктов Сев. Кавказа, Днепропетровск, 1930; Кожухов И., Руководство к аппробации кукурузы, Л., 1930; Меркер-Дельбрюк М., Винокуренное производство, пер. с нем., Тверь, 1907; Мирик Г., Кукуруза, пер. с англ., М., 1913; Монтгомери Е., Возделывание кукурузы, пер. с англ., Прага, 1923; Никитинский Я., Крахмальное производство, М., 1899; Паншин Б., Сахароносные растения технич. значения, Л., 1929; Чекотиллоа А. и Каган Б., Кукуруза, ее значение в реконструкции и рационализации народного хоз-ва СССР, М., 1930; Чекотилло А. и Богаевский Г., Использование кукурузы, М., 1931; Аджер Д., Производство крахмала, глюкозы и побочных продуктов из кукурузы, «Русский мельник», П., 1915, *7*, *8*, *11*; Захаров П., Добывание масла из кукурузы, «Америк. техника», Нью Йорк, 1928, *8*; Исленьтьев П., Применение маисового крахмала в текстильной пром-сти, «Известия текстильной пром-сти и торговли», М., 1927, *13*, *14*; Литкенс Е., Фитин и его производство на Волжском паточно-химич. з-де «Красный профинтерн», «Пищевая пром-сть», М., 1926, *9—10*; его же, Выбор сырья для кукурузно-крахмального производства, там же, М., 1928, *2*; Логинов А., Новый упрощенный способ стерильного винокурения, там же, М., 1929, *4*; Островецер Б., Опыт переработки кукурузы в муку и крупу, «Советское мукомолье и хлебопечение», Л., 1927, *8*; Соляков А., О помоле кукурузы и использовании кукурузного зародыша, там же, М., 1928, *6*; Чайка В., Опыты винокурения из кукурузы Айвори-кинг, «Совхоз», М., 1928, *4*; Шустов А., Кукурузно-крахмальная пром-сть на Кавказе, «Пищевая пром-сть», М., 1924, *10*; Ярошевский М., Чистый и смешанный помол кукурузы, «Советское мукомолье и хлебопечение», М., 1928, *6*; Чекотилло А., К вопросу о выборе сорта кукурузы для промышленной переработки, «Пищевая пром-сть», М., 1925, *4—5*; его же, Обзоры крахмало-паточной промышленности США, там же, М., 1925, *6—7*, *11—12*; 1928, *12*; 1929, *7*; его же, Кукурузная индустрия и ее научно-исследовательские задачи, «Социалистич. реконструкция сельского х-ва», М., 1930, *12*; его же, Производство целлюлозы из кукурузных стеблей, «Бумажная пром-сть», М., 1929, *4—5*; Allen P., Industrial Fermentation, N. Y., 1926; Arnold L., The Utilisation of Agricultural Wastes, Ames Iowa, 1928; Auden H., Starch and Starch Products, L., 1922; Cross C. and Bevan E., Cellulose, N. Y., 1916; Lanc I., Starch, Its Chemistry, Technology and Uses, 1928; Henry W. and Morrison F., Feeds and Feeding, Chicago, 1928; Moffet G., The Manufacture of Cornstalk, N. Y., 1928; Parow R., Handbuch der Stärkefabrikation, B., 1928; Rommel G., Farm Products in Industry, N. Y., 1928; Sherman H., Food Products, N. Y., 1925; Sweeney C., The Commercial Utilization of Cornstalks, Ames Iowa, 1930; Sweeney O. and Arnold L., Cornstalks as an Industrial Raw Material, Ames Iowa, 1930; Sweeney O. and Emley W., Manufacture of Insulating Board from Cornstalk, Wsh., 1930; Schorger A., The Chemistry of Cellulose and Wood, N. Y., 1926; Anon, Manufacture of Anhydrous Coctalling Dextrose, «Chem. Age», L., 1923, *31*; Arnold L., Refined Dextrose and the Sugar Industry, «Fact about Sugar», N. Y., 1926, *21*; Bryant A., Manufacture of Corn Starch, Corn Sirup and Corn Sugar, «Amer. Food Journal», 1927, *12*; Gabriel C. and Grawford, Development of the Butyl-Acetonic Fermentation Industry, «Ind. Erg. Chem.», 1930, November; Hartford C., Making Boards from Cornstalks at Dubuque, «Paper Trade Journal», 1930, October; Hartford C., «Ind. Erg. Chem.», 1930, December; Peterson C. a. Hixon, Chemical Examination of the Tissue of the Cornstalks, ibid., 1929; Rossman J., Corrstalks in Paper Makirg, «Paper Trade Journ.», 1930, December; Roger A., Kamm O., Marvel C., Furfural, «Bul. University of Illinois», *43*; Woodruff J., Synthetic Metanol and Ammonia from Butyl Fermentation Gases

Следовательно в наших целях мы можем взять $f(T\lambda)=\frac{e^{-\frac{a}{T\lambda}}}{T^2\lambda^2}$ и непосредственно убеждаемся, что

$$\int \frac{e^{-\frac{a}{T\lambda}}}{T^2\lambda^2}d\lambda \doteq \frac{T}{a}\lambda^2 f(T\lambda),$$

продифференцировав обратно выражение $\frac{T}{a}\lambda^2 \cdot f(T\lambda)=\frac{1}{aT}e^{-\frac{a}{T\lambda}}$ по λ. Т. о., взяв $f(T\lambda)=\frac{e^{-\frac{a}{T\lambda}}}{T^2\lambda^2}$, получаем постепенное уменьшение показателя при λ. Но мы можем взять и просто $f(T\lambda)=e^{-\frac{a}{T\lambda}}$ и написать $\lambda^{-5}e^{-\frac{a}{T\lambda}}=\frac{\lambda^{-3}e^{-\frac{a}{T\lambda}}}{T^2\lambda^2}T^2$. Тогда имеем

$$\int \lambda^{-5}e^{-\frac{a}{T\lambda}}d\lambda=\int \frac{\lambda^{-3}e^{-\frac{a}{T\lambda}}}{T^2\lambda^2}T^2 d\lambda=$$

$$=\lambda^{-1}\frac{T^3}{a}\frac{e^{-\frac{a}{T\lambda}}}{T^2\lambda^2}+3\frac{T^3}{a}\int \lambda^{-2}\frac{e^{-\frac{a}{T\lambda}}}{T^2\lambda^2}d\lambda$$

и, взяв определенный интеграл в пределах $\infty, 0$, получим

$$\int_0^\infty \lambda^{-5}e^{-\frac{a}{T\lambda}}d\lambda=\int_0^\infty \frac{T}{a}\frac{e^{-\frac{a}{T\lambda}}}{\lambda^3}+\frac{3T^3}{a}\int_0^\infty \lambda^{-2}\frac{e^{-\frac{a}{T\lambda}}}{T^2\lambda^2}d\lambda.$$

Но $\int_0^\infty \frac{e^{-\frac{a}{T\lambda}}}{\lambda^3}=\frac{1}{\infty}-\frac{0}{0}$, для определения $\frac{0}{0}$ положим $\lambda=\frac{c}{q}$, тогда $\frac{e^{-\frac{a}{T\lambda}}}{\lambda^3}=\frac{q^3}{c^3e^{\frac{aq}{cT}}}$, но при $\lambda=0$, $q=\infty$, и известными приемами убеждаемся, что неопределенность есть 0. Следовательно

$$\int_0^\infty \lambda^{-5}e^{-\frac{a}{T\lambda}}d\lambda=\frac{3T^3}{a}\int_0^\infty \lambda^{-2}\frac{e^{-\frac{a}{T\lambda}}}{T^2\lambda^2}d\lambda.$$

Производя дальнейшее интегрирование по частям, мы последовательно будем иметь количества, стоящие вне интеграла, равными нулю, и останется лишь количество

$$\frac{6T^5}{a^3}\int_0^\infty \frac{e^{-\frac{a}{T\lambda}}}{T^2\lambda^2}d\lambda=\frac{6T^4}{a^4}$$

или просто aT^4. Т. о. убеждаемся непосредственно, что $e^{-\frac{a}{T\lambda}}$ есть одна из ф-ий, удовлетворяющая соотношению Стефана. Но если $e^{-\frac{a}{T\lambda}}$ удовлетворяет этому уравнению, то и сумма $b\left(e^{-\frac{a}{T\lambda}}+e^{-\frac{2a}{T\lambda}}+\ldots\right)=\frac{b}{e^{\frac{a}{T\lambda}}-1}$ тоже ему очевидно удовлетворяет, и следовательно можно положить $f(T\lambda)=\frac{b}{e^{\frac{a}{T\lambda}}-1}$, так. обр. $u_\lambda=\frac{1}{\lambda^5}\cdot\frac{b}{e^{\frac{a}{T\lambda}}-1}$.

Это и есть известная ф-ла М. Планка для распределения спектральной энергии, выведенная им при помощи рассмотрения системы резонаторов и введения понятия о квантах.

Здесь однако, как видно, дело идет просто о нахождении ф-ии, удовлетворяющей соотношению Стефана, с одной стороны, и опытам по распределению спектральной энергии,—с другой. Проверка в последнем соотношении необходима, т. к. можно, как сказано, подобрать ряд ф-ий, удовлетворяющих соотношению Стефана. Напр., идя по указанному выше пути, мы можем наложить на искомую ф-ию условие

$$f_1(\lambda)=\lambda^3 f(\lambda)$$

и получаем ур-ие

$$f(\lambda)=3\lambda^3 f(\lambda)+\lambda^3 f'(\lambda),$$

отсюда

$$f(\lambda)=\frac{e^{-\frac{1}{\lambda^2}}}{\lambda^3},$$

или

$$f(T\lambda)=\frac{e^{-\frac{a_1}{T^2\lambda^2}}}{T^2\lambda^2}.$$

Далее, как и в первом случае, берем

$$f(T\lambda)=e^{-\frac{a_1}{T^2\lambda^2}},$$

а затем сумму таких ф-ий, т. е.

$$f(T\lambda)=\frac{b_1}{e^{\frac{a_1}{T^2\lambda^2}}-1},$$

что дает

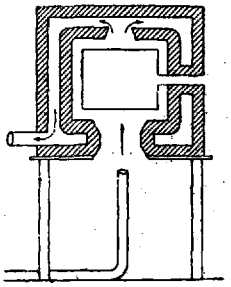
$$u_\lambda=\frac{1}{\lambda^5}\cdot\frac{b_1}{e^{\frac{a_1}{T^2\lambda^2}}-1}.$$

Затем можно комбинировать оба выражения в сумму, т. е. положить

$$u_\lambda=\frac{1}{\lambda^5}\left(\frac{b}{e^{\frac{a}{T\lambda}}-1}+\frac{b_1}{e^{\frac{a_1}{T^2\lambda^2}}-1}\right);$$

Далее можно взять $f(T\lambda)=be^{-\frac{a}{T\lambda}}+b_1e^{-\frac{a_1}{T\lambda}}+\ldots$ и т. п. Так же можно отыскать и иного вида ф-ии. Не нужно разумеется усложнять дело, и с этой точки зрения ф-ла М. Планка как наиболее простая заслуживает предпочтения.

Обратимся теперь к опытам. Прежде всего в опыте нужно воспроизвести «черное» излучение. Мы видели, что всякое замкнутое пространство, не пропускающее наружу лучистой энергии и находящееся в температурном равновесии, имеет «черное» излучение. Поэтому представим себе сферич. или другой какой-либо формы пространство, окруженное непроницаемой оболочкой и поддерживаемое каким-либо источником тепла при постоянной T. Если теперь мы устроим узкий канал в этой замкнутой системе, идущий изнутри в наружную среду, то при условии ненарушения темп-рного равновесия получим «черное» излучение данной $t°$. На фиг. 32 показано одно из простейших «черных» тел: железный ящик в шамотной печи с узким каналом наружу. Вместо металлич. ящика для высоких $t°$ берут пустой угольный цилиндр, также окруженный непроницаемой

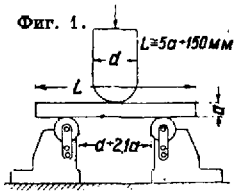


Фиг. 32.

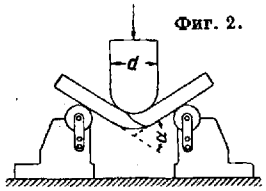
«Ind. Eng. Chem.», 1927, Octob.; Wehber H., Cellulose from Cornstalks, там же, 1929, 3; Davidson J. and Gollins E., Harvesting Cornstalks for Industrial Uses. «Bul. Iowa State Col.», 1930, Nov. **А. Чекотилло.**

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЫ, испытания, выявляющие способность металлов и металлосплавов подвергаться определенным деформациям (упругим и пластическим) или иным внешним воздействиям, подобным тем, которые материал должен испытывать при обработке и в условиях дальнейшей службы в виде изделий. Т. п. являются упрощенным методом определения качества материалов; в отличие от механических испытаний (см. *Испытание материалов*) Т. п. обычно не сопровождаются определением усилия, затрачиваемого на ту или иную деформацию. Быстрота манипуляции при Т. п., возможность пользоваться несложными приборами и наглядность получаемых результатов позволяют широко применять Т. п. в производстве для массового контроля качества материала и целых деталей. Т. п. применяются для проверки ковкости, упругости, ломкости при различных $t°$, свариваемости, обрабатываемости инструментом. Т. п. подразделяются на следующие категории: испытание загибом; испытание закручиванием; испытание расплющиванием; испытание выдавливанием; испытание на развертывание; испытание на двойной кровельный замок; испытание на раздачу, обжатие и бортование труб.

Фиг. 1.



Фиг. 2.

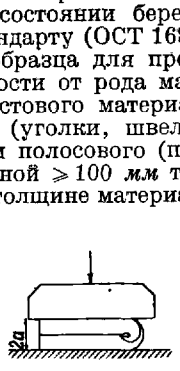


Испытания производятся как с холодным, так и с нагретым до разной $t°$ металлом. Т. п. особо важны в сталелитейном деле, когда суждение о качестве металла необходимо иметь в самом процессе получения и требуется быстрый и наглядный метод испытания.

I. Гибочные пробы. 1) Испытанием на загиб определяется способность материала давать больший или меньший угол изгиба без появления трещин. Проба на загиб в холодном или нагретом состоянии берется согласно общесоюзному стандарту (ОСТ 1683), причем размеры и форма образца для пробы устанавливаются в зависимости от рода материала, а именно: 1) для листового материала всех размеров, фассонного (уголки, швеллеры и т. п.) всех размеров и полосового (прямоугольного сечения) шириной $\geqslant 100$ *мм* толщина образца a д. б. равна толщине материала

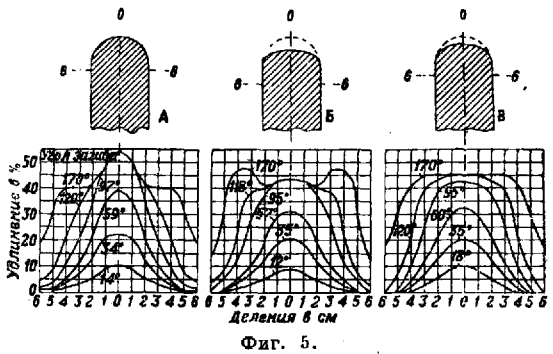


Фиг. 3.



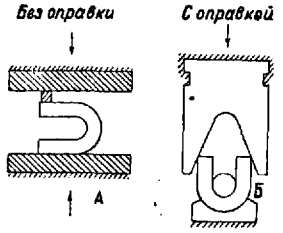
Фиг. 4.

(т. е. сохраняется поверхностный слой), ширина образца $b = 2a$, но не менее 10 *мм*, длина образца $L \cong 5a + 150$ *мм*; 2) для полосового металла (прямоугольного сечения) шириной <100 *мм* и круткового (круглого, квадратного и т. д.) поперечное сечение образца д. б. равно поперечному сечению материала, а длина образца $L \cong 5a + 150$ *мм*, где a—толщина образца. Для поковок, отливок и труб размеры образцов оговариваются в соответствующих технич. условиях. Проба на загиб материалов толщиной >30 *мм* производится лишь в случаях, особо оговоренных в соответствующих технич. условиях на поставку материалов, причем д. б. детально оговорена методика испытаний. Полосы (заготовки) для изготовления образцов



Фиг. 5.

берутся как правило от краев листов и от концов полос или прутков и м. б. вырезаны любым способом (также и автогенным) при условии, что линия разреза должна находиться от края готового образца на расстоянии, не меньшем толщины материала, и во всяком случае не ближе 10 *мм*. В средней трети образца не допускается никаких меток и марок, нанесенных зубилом, штампом, кернером и т. п. инструментом, а также отпечатков (наминов) от ударов молотком. Образцы должны вырезаться в холодном состоянии при помощи пилы, фрезы, резца или сверла. Острые ребра образца д. б. опилены, но не более чем на 2 *мм*. Выпрямление образцов производится лишь в случаях крайней необходимости и непременно в холодном состоянии при помощи плавного давления. Проба состоит в загибе образца закругленным штемпелем толщиной d между двух роликовых опор (фиг. 1), причем различают следующие три вида загиба. 1) Загиб до определенного угла α (фиг. 2). 2) Загиб вокруг оправки до параллельности сторон (фиг. 3); в этом случае толщина оправки d должна соответствовать указаниям технических условий, а длина должна превышать ширину образца; расстояние между опорными роликами берется равным $d + 2{,}1a$ с округлением до 1 *мм* в бо́льшую сторону. 3) Загиб вплотную, т. е. до соприкосновения сторон образца (фиг. 4) с образованием естественной в этом случае петли в месте загиба. Тот или иной вид загиба д. б. оговорен в технич. условиях. Для производства пробы на загиб употребляются прессы, специальные машины, тиски с закругленными губками и т. п., причем обязательным условием при производстве пробы является плавность нарастания усилия на образец. Для загиба вплотную, после предварительного загиба образца согласно фиг. 3, дальнейший загиб производится также плавно нарастающим



Фиг. 6.

оболочкой и отапливаемый электрич. током [17]. Энергия излучения измеряется болометром. Инструмент этот, как известно, основан на принципе изменения сопротивления в электрич. токе при изменении $t°$. Поэтому, если очень тонкую металлич. зачерненную полоску или ряд таких полосок, находящихся в электрич. цепи, подвергнуть действию лучистого тепла и тем изменить $t°$, сейчас же изменяется сопротивление, а по нему можно судить и об относительной величине энергии, воспринятой болометром, если «освещать» его лучами различной $t°$. Если иметь в цепи две полоски (или два ряда полосок) и одну «освещать», а другую дополнительным током нагревать на столько же и т. о. восстанавливать электрич. равновесие, то можно получить и абсолютную величину энергии, воспринятой болометром (компенсационный болометр) [18]. На основании закона Стефана можно предварительно проверить «черноту» избранного устройства для черного тела. Если нагревать черное тело до различных $t°$ и определять болометром относительные энергии излучения, то энергии д. б. пропорциональны T^4. При всех подобных опытах с хорошо конструированными «черными» телами закон Стефана оправдывался. Тем самым получается подтверждение и закона Кирхгофа. Далее получается распределение спектральной энергии, если всю энергию разложить по длинам волн и определять относительные величины энергий

$$\left(\frac{\Delta u}{\Delta \lambda} = u_\lambda\right)$$

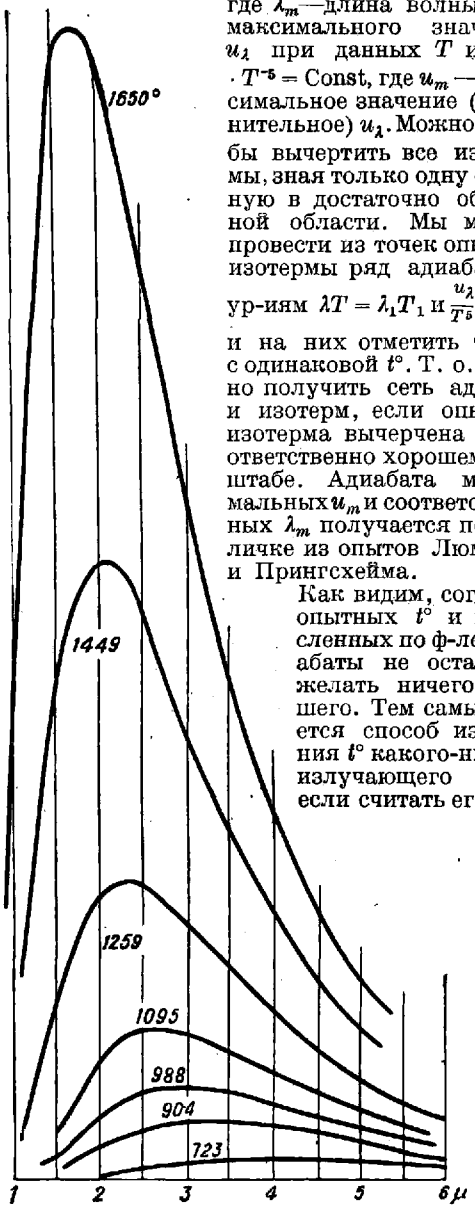
при помощи спектроболометра [19].

Тем же путем Люммер (Lummer) и Прингсхейм (Pringsheim) получили целым рядом опытов распределение энергии в спектре «черного» тела



Фиг. 33.

и для сравнения также в спектре полированной платины. Здесь даны изображения полученных изотерм в системе λ, u_λ, где для u_λ даются лишь сравнительные величины (фиг. 33, 34). Для «черного» спектра получается полное подтверждение законов Вина, т. е. $\lambda_m T = \text{Const}$, где λ_m — длина волны для максимального значения u_λ при данных T и $u_m \cdot T^{-5} = \text{Const}$, где u_m — максимальное значение (сравнительное) u_λ. Можно было бы вычертить все изотермы, зная только одну опытную в достаточно обширной области. Мы можем провести из точек опытной изотермы ряд адиабат по ур-иям $\lambda T = \lambda_1 T_1$ и $\frac{u_\lambda}{T^5} = \frac{u_{\lambda_1}}{T_1^5}$ и на них отметить точки с одинаковой $t°$. Т. о. можно получить сеть адиабат и изотерм, если опытная изотерма вычерчена в соответственно хорошем масштабе. Адиабата максимальных u_m и соответственных λ_m получается по табличке из опытов Люммера и Прингсхейма.



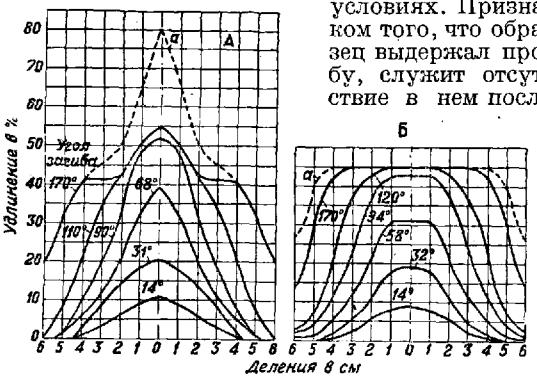
Фиг. 34.

Как видим, согласие опытных $t°$ и вычисленных по ф-ле адиабаты не оставляет желать ничего лучшего. Тем самым дается способ измерения $t°$ какого-нибудь излучающего тела, если считать его черным. Определяется спектроболометром кривая значений u_λ для испытуемого тела и по ней u_m. Для сравнения масштабов определяем

Значение величин A, B и T.

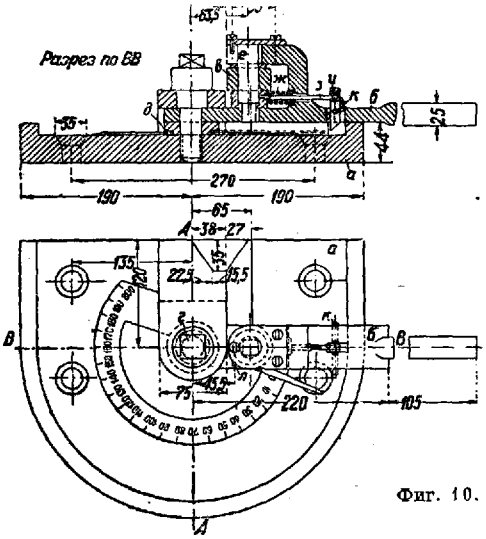
T	λ_m	u_m	$A=\lambda_m T$	$B=u_m T^{-5}$	$T=\sqrt[5]{u_m/B_m}$
1 646	1,73	270,6	2 928	$2\,246\cdot10^{-17}$	1 653,5
1 460,4	2,04	145,0	2 979	$2\,184\cdot10^{-17}$	1 460,0
1 259,0	2,35	68,8	2 959	$2\,176\cdot10^{-17}$	1 257,5
1 094,5	2,71	34,0	2 936	$2\,164\cdot10^{-17}$	1 092,3
988,5	2,96	21,5	2 956	$2\,166\cdot10^{-17}$	996,5
908,5	3,28	13,66	2 980	$2\,208\cdot10^{-17}$	910,1
723	4,08	4,28	2 950	$2\,166\cdot10^{-17}$	721,5
621,2	4,53	2,026	2 814	$2\,190\cdot10^{-17}$	621,3
			$A_m=2\,940$	$B_m=2\,188\cdot10^{-17}$	

усилием между параллельными плоскостями, длина к-рых д. б. не менее сложенного образца. Проба загибом производится как в холодном, так и в нагретом состоянии. Степень нагрева д. б. указана в соответствующих технич. условиях. Признаком того, что образец выдержал пробу, служит отсутствие в нем после



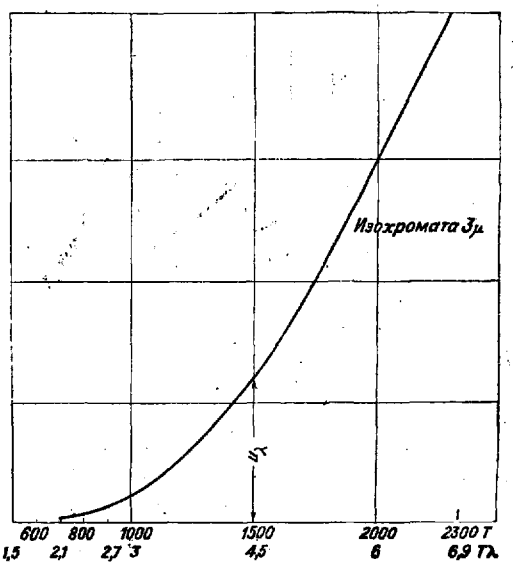
Фиг. 7.

загиба трещин, надрывов, расслоений или излома. В целях уничтожения местных чрезмерных перенапряжений М. Мозером [1] предложено изменить особым образом форму штемпеля. На фиг. 5 приведены графики распределения удлинений в различных точках поверхностного слоя образцов при разного рода штемпелях (А, Б, В) и различных углах загиба. Фиг. 5, В дает форму штемпеля для загиба по окружности без перенапряжений. Подгиб концов образца до их соприкосновения производят без оправки (фиг. 6, А) или с круглой оправкой (фиг. 6, Б) во избежание перенапряжения в вершине. На фиг. 7, А, Б показано распределение удлинений при обоих указанных на фиг. 6 способах испытаний; пунктирные кривые *а* указывают удлинения при соприкосновении концов. Такая проба особенно рекомендуется при испытании сварочных работ. Аналогичным образом производят пробу на незакаливаемость. Она служит для определения способности металла принимать заданный по размерам и форме загиб после резкого изменения $t°$. Форма, размеры и приспособления те же, что и в предыдущем случае. Образец перед пробой на загиб нагревается до темного вишневокрасного каления (650—700°) и охлаждается в воде $t°$ 20—30°. Признаком доброкачественности материала служит отсутствие на образце после загиба каких-либо трещин, расслоений, надрывов или излома. Проба загибом на свариваемость служит для определения способности металла принимать заданный по размерам и форме загиб по месту сварки (горновой—кузнечной). Образцы, взятые по способу, указанному в предыдущем случае, разрубают или разрезают поперек, по середине его длины, на две части. Концы разреза осаживают и сваривают внахлестку горновой сваркой (фиг. 8). Трубы на загиб испытываются для характеристики способности материала принимать заданный по размерам и форме загиб; эти Т. п. распространяются на трубы с внешним диаметром не свыше 115 *мм*. Образец берется длиной, равной десятикратному диаметру трубы, но не менее 200 *мм*. Проба заполняется сухим песком или заливается канифолью и загибается на 90° вокруг оправки, радиус закругления которой R указывается в технич. условиях (фиг. 9). Размер допустимой при загибе овальности также обусловливается технич. условиями. Проба на загиб образцов стального литья. Для характеристики чистоты, однородности и пластичности стального литья полезно применять пробу на загиб стального бруса, отливаемого вместе с деталями. На фиг. 10 представлен чертеж прибора инж. Ю. А. Томина и Н. И. Пухальского для технического испытания на перегиб брусков. Прибор состоит из плиты *а* с укрепленным на ней градуированным на 200° сектором. Рычаг *б* огибает пробный образец роликом *в* вокруг колонки *г*, при этом стрелка *д* отмечает угол загиба. Ось ролика *е* может перемещаться в пазах рычага в радиальном (относительно оси колонки) направлении примерно на 3 *мм*. В нерабочем состоянии ролик пружинкой *жс* поджимается к внутреннему краю паза. Пробный образец вставляется в прибор между круглой головкой колонки *г* и роликом *в*. При вращении рукоятки испытуемый образец, сопротивляясь загибу, оттягивает ролик *в* вправо, сжимая пружинку *жс*. Стерженек пружины *з* шарнирно связан с зацепкой *и*, поворачивающейся на оси *к*. При оттягивании пружины вправо нижний конец зацепки *и* отходит влево и захватывает свободно сидящую на циферблате стрелку, увлекая ее за собой. В момент излома образца давление, оказываемое им на рамку и пружинку, исчезает, и пружинка уводит ролик влево, освобождая одновременно зацепкой и стрелку на циферблате. Стрелка остается на месте, фиксируя истинный угол загиба в момент разрушения образца, хотя рычаг с образцом по инерции еще несколько продвинутся дальше. При вращении рычага в обратную сторону стрелка



Фиг. 10.

параллельно показания инструмента для конструированного «черного» тела при известной T_1 и по ним u_{m_1}. Далее по равенству $\frac{u_m}{T^5} = \frac{u_{m_1}}{T_1^5}$ определяется T. Но так как тела в природе вообще не могут быть названы абсолютно черными, то необходимо для сравнения иметь спектр заведомо нечерного тела, например сильно отражающего металла, каким является полированная платина (фиг. 34). Здесь уже будут несколько иные законности. Максимальные значения λ_m удовлетворяют соотношению $\lambda_m T = \text{Const}$, но значения u_m удовлетворяют скорее соотношению $\frac{u_m}{T^6} = \text{Const}$. Пользуясь этим, теми же приемами определяют $t°$ тела, если бы оно обладало свойствами платины. Таким путем получают пределы, между к-рыми лежит $t°$ тела, напр. для свечи (т. н. нормальной) получены числа 1 960 и 1 750. Но кроме изотерм, к-рые, как было уже сказано, м. б. получены из одной только опытной изотермы, мы можем получить в системе T, u_λ изохроматы, т. е. кривые u_λ в ф-ии T для черного излучения одной и той же длины волны. Взяв напр. опытную изотерму в 1 650°, мы получим изохромату для $\lambda = 3\mu$ из соотношений $\lambda \cdot 1650 = 3\mu \cdot T$ и $\frac{u_{3\mu}}{T^5} = \frac{u_\lambda}{1650^5}$. По первому равенству, взяв определенную T, получим λ, т. е. точку на изотерме 1 650°, где адиабата из точки 3μ, T пересекает эту изотерму. По этой длине λ узнаем на опытной изотерме в 1 650° соответственное u_λ и по второму равенству узнаем $u_{3\mu}$ искомой точки. Задаваясь различными T и узнавая различные u_λ, строим изохромату. На фиг. 35 показана изохромата 3μ. Подобные



Фиг. 35.

изохроматы могут также служить для определения $t°$ тела. Если исследовать спектроболометром небольшую область излучения данного тела между $\lambda = 2{,}5\,\mu$ и $\lambda = 3{,}5\,\mu$ (или более узкую), то можно определить $u_{3\mu}$, далее для сравнения масштабов то же сделать для «черного» тела известной T и затем по изохромате определить T для тела.

По существу как изотермы, так и изохроматы представляют собой ф-лу распределения спектральной энергии только в виде графика, и всякая аналитич. ф-ла должна с известной точностью передавать его. В частности ф-ла Планка, как известно, довольно хорошо подходит к опытам Люммера и Прингсхейма [18]. Собственно каждая изохромата дает в известном масштабе графически вид ф-ий $f(T\lambda)$ в соотношении $u_\lambda = \lambda^{-5} f(T\lambda)$. Действительно возьмем изохромату $3\,\mu$ и вместо абсцисс T подставим абсциссы $T\lambda$, т. е. $900° \cdot 0{,}003 = 2{,}7$; $1\,000° \cdot 0{,}003 = 3$ и т. д. Тогда различные ординаты будут равны $f(T\lambda)$, т. е. в известном масштабе представляют $f(T\lambda)$ в зависимости от $T\lambda$. Т. о. любая изохромата м. б. в этой системе получена простым изменением ординат для $3\,\mu$ в отношении

$$\frac{(3\mu)^5}{(n\mu)^5} = \left(\frac{3}{n}\right)^5,$$

и каждая кривая дает одну и ту же ф-ию, только в разных масштабах; и как из одной опытной изотермы мы получим другие изотермы и изохроматы, так и из одной изохроматы получаем разные изохроматы и изотермы применением термодинамич. соотношений. Поэтому формулу М. Планка нужно проверить только для одной изохроматы. Мы возьмем согласно Люммеру и Прингсхейму в ф-ле М. Планка $a = 14{,}6$ *мм* · °К и затем определим b, вставив u_λ для 1 400° и для 1 460°, взятые по изохромате, в ф-лу. Среднее из полученных значений дает $\lg\left(\frac{b}{0{,}003^5}\right) = 3{,}1824$. Затем вычисляем u_λ для 900°, 1 260°, 1 650°, 2 000°, 2 500° и сравниваем с данными изохроматы:

T	Изохр.	М. Планка
900	6,78	6,85
1 260	32,6	32,7
1 650	83,6	84,13
2 000	149,9	146,1
2 500	255,6	253,5

До 1 650° согласие не оставляет желать ничего лучшего, дальше идут расхождения, но небольшие. Легко видеть, что если бы мы взяли ф-лу в виде

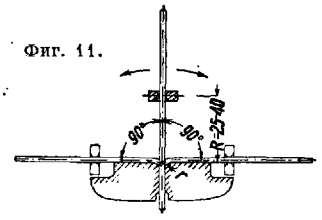
$$u_\lambda = be^{-\frac{a}{T\lambda}} + be^{-\frac{a_1}{T\lambda}} + b_2 e^{-\frac{a_2}{T\lambda}} + \ldots,$$

то, подбирая последовательно коэф-ты b и a, мы могли бы удовлетворить изохромате на любом протяжении, аналогично тому, как это делает Каммерлинг-Оннес для ур-ия газов. Но такие ф-лы, отличаясь сложностью, не могут иметь практич. значения, поэтому, как было уже сказано, нужно отдать предпочтение ф-ле М. Планка по ее сравнительной простоте, пока не имеется непосредственных опытов при высоких $t°$ (выше 2 500°) или при 1 650° для более длинных волн. Мы видели, что ф-ла получается без каких-либо гипотез и совершенно не зависит от понятия о квантах. Поэтому с термодинамич. стороны все вопросы о квантитативном испускании и непрерывном поглощении лучистой энергии являются излишними.

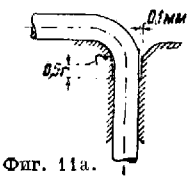
Но с формулой М. Планка связана теория де-Бройля, объединяющая корпускульную и волновую теории света. Она выходит из следующих элементарных соображений. Какое-либо колебание всегда состоит из простых гармонич. колебаний, и последнее характеризуется соотношением

$$S = A \sin 2\pi(nt + \psi),$$

захватывается другой зацепкой *л* и возвращается в исходное положение. Проба на загиб с перегибом применяется для суждения о способности материала выдерживать повторный загиб и разгиб и применяется для круглой проволоки (и прутков) диам. $\leqslant 10$ *мм*, для проволоки (и прутков) фасонного сечения площадью $\leqslant 120$ *мм*^{2}, для полосового и листового материала толщиной $\leqslant 5$ *мм*. Образец берется длиной около 150 *мм*, причем в испытуемом сечении д. б. сохранен поверхностный слой. Испытание заключается в загибе и разгибе образца в плоскости, перпендикулярной к линии взаимного касания губок прибора, в к-ром образец зажимается в вертикальном положении. Загиб образца производится попеременно в правую и левую сторону на 90° со скоростью не более 60 полных перегибов в мин. Число перегибов обусловливается качеством материала по технич. условиям. Поворачивание проволоки в месте закрепления не допускается, иначе теряется сравнимость показаний отдельных испытаний. За один перегиб считается загиб на 90° и разгиб на 90° (т. е. возвращение образца в исходное положение). Радиус закругления *r* зажимных губок прибора (фиг. 11) выбирается по технич. условиям на поставку материалов из числа следующих — 2, 4, 6, 8 и 10 *мм*. Рекомендуемая форма губок показана на фиг. 11а. Производится испытание только в холодном состоянии. После заданного числа перегибов образец считается удовлетворительным, если на нем не обнаружено расслоений, отслаиваний, надрывов, трещин или излома как самого материала, так и его покровного слоя (оцинковка, полуда и т. п.). Для массового испытания проволоки применяются специальные приборы с регистрирующими число перегибов устройствами. На фигуре 12 представлен станок Амслера с пружинящим зажимом *а* для поддержания тонкой проволоки в натянутом состоянии во время перегибов, *б*—неподвижная рама, укрепляемая болтами к столу, *в*—счетчик перегибов, *г*—поворотная щечка зажима, *д*—сменные губки, *е*—рукоятка. Проба на двухсторонний загиб чрезвычайно полезна для определения ломкости проволок и тонких листов как результат обработки их различными к-тами. Этот вид ломкости обусловливается воспринятием металлом водорода. Правильный отжиг несколько улучшает свойства загрязненного водородом металла, напр. в электролитич. железе. Поэтому целесообразно испытание на перегиб проводить как над материалом в состоянии поставки, так и после его отжига.



Фиг. 11.

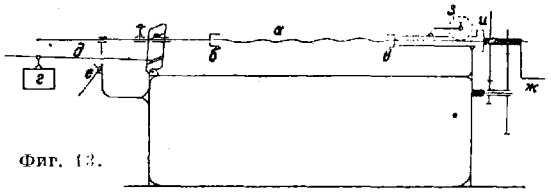


Фиг. 11а.



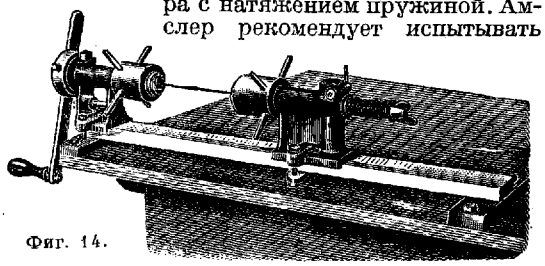
Фиг. 12.

II. Пробы закручиванием. Проба на скручивание служит для определения способности металла принимать заданное кручение. Однородность материала определяется равномерным распределением скручиваний по всей длине образца. Качественной мерой является число оборотов (360°) до разрушения образца. По ОСТ 1696 эта проба принимается для проволок до 6 *мм*. Проба производится при помощи особых приборов, обеспечивающих возможность натяжения образца постоянным усилием, вызывающим в нем растягивающие напряжения: при временном сопротивлении разрыву $\leqslant 40$ *кг/мм*^{2} напряжение 0,5 *кг/мм*^{2}; при 40 — 80 *кг/мм*^{2} — 1 *кг/мм*^{2}; при $\geqslant 80$ *кг/мм*^{2} — 2 *кг/мм*^{2}; возможность удлинения и укорочения образца во время производства пробы; возможность отсчета как целых, так и долей оборотов; возможность зажима образцов без повреждений. Скорость скручивания образца д. б. ок. 30 оборотов проволоки в мин. Для получения сравнимых характеристик проволок разных диаметров рекомендуется определять число закручиваний, отнесенное к длине, равной 100 *d*, где *d*—диам. проволоки. На фиг. 13



Фиг. 13.

представлена схема наиболее распространенного прибора для Т. п. на перекручивание. Образец проволоки *а* зажимается в головках *б* и *в* посредством клиньев с насечками. Натяжение осуществляется передвижным грузом *г* на рычаге *д*. Кулачковый рычаг *е* позволяет выключать груз *г* при установке образца в невращающейся головке *б*. Вращение головки *в* производится рукояткой *ж*, к-рая м. б. переставлена на зубчатую передачу для уменьшения числа оборотов. Диск *з* регистрирует числа оборотов, а *и* показывает доли оборота. На фиг. 14 показан упрощенный прибор Амслера с натяжением пружиной. Амслер рекомендует испытывать материал повторным скручиванием в ту и другую сторону на 180°. На фиг. 23 показан характерный излом после повторного перекручивания. Проба на навивание относится к этого рода испытаниям и служит для определения способности металла принимать заданное навивание в холодном состоянии. Проба заключается в наматывании испытуемой проволоки плотно прилегающими витками по винтовой линии на цилиндрич. оправку определенного


Фиг. 14.

где S — отклонение от среднего положения колеблющейся частицы, n—число колебаний в ск., t—время, ψ—некоторое начальное постоянное. Выражение $\varphi = 2\pi(nt + \psi)$ называется фазой волны. Если скорость распространения волны есть v, то для какого-нибудь расстояния x от начальной точки фаза очевидно будет

$$\varphi_x = 2\pi\left[n\left(t - \frac{x}{v}\right) + \psi\right].$$

Предположим, что имеем еще другую волну с числом колебаний $n + dn$ и скоростью распространения

$$v + \frac{\partial v}{\partial n} dn,$$

и найдем точку x, где фазы обеих волн будут одинаковы. Тогда мы имеем соотношение $\varphi_x = \varphi_x + \frac{\partial \varphi_x}{\partial n} dn$, т. е. $\frac{\partial \varphi_x}{\partial n} = 0$ или

$$2\pi t - 2\pi x \cdot \frac{d\left(\frac{n}{v}\right)}{dn} + 2\pi \frac{d\psi}{dn} = 0.$$

Отсюда

$$x = \frac{1}{\frac{d\left(\frac{n}{v}\right)}{dn}}\left(t + \frac{d\psi}{dn}\right).$$

Соотношение показывает, что точка x будет двигаться со скоростью

$$w = \frac{1}{\frac{d\left(\frac{n}{v}\right)}{dn}}$$

и будет служить центром двух волн с колебаниями n и $n + dn$. Мы можем представить себе анадогично, что из точки x выходит целый ряд волн с колебаниями от n до $n + \Delta n$ при Δn достаточно малом, и точка x двигается со скоростью w, к-рую можно принять:

$$w = \frac{1}{\frac{d\left(\frac{n}{v}\right)}{dn}}.$$

Эта точка будет энергетич. центром этих волн, т. к. колебания различных волн с малыми разностями фаз в ней будут складываться. Это и будет по де-Бройлю корпускулой.

Теперь представим, что имеем излучение с длинами волн от λ до $\lambda + \Delta\lambda$. Мы можем положить, что в этом излучении имеется целый ряд подвижных энергетических центров. Пусть число их равно N_0, причем N_0—большое число. Различные центры будут иметь различные энергии, к-рые можно принять различающимися хотя и на малые, но конечные величины. Пусть N_1 центров имеют энергию, равную нулю, $N_2 - N_1$—энергию (каждый) $E\Delta\lambda$, $N_3 - N_2$—$2E\Delta\lambda$, $N_4 - N_3$—$3E\Delta\lambda$ и т. д. Энергия всего движения будет

$$E\Delta\lambda(N_2 - N_1) + 2E\Delta\lambda(N_3 - N_2) + 3E\Delta\lambda(N_4 - N_3) + \ldots$$

Но, с другой стороны, по ф-ле М. Планка энергию излучения в этом случае можно принять

$$u_\lambda \Delta\lambda = \lambda^{-5}\Delta\lambda \frac{b}{e^{\frac{a}{T\lambda}} - 1} =$$

$$= \lambda^{-5} \cdot b\left(e^{-\frac{a}{T\lambda}} - e^{-\frac{2a}{T\lambda}} + \ldots\right)\Delta\lambda =$$

$$= \lambda^{-5} \cdot b \cdot \Delta\lambda\left[\left(e^{-\frac{a}{T\lambda}} - e^{-\frac{2a}{T\lambda}}\right) + 2\left(e^{-\frac{2a}{T\lambda}} - e^{-\frac{3a}{T\lambda}}\right) + 3\left(e^{-\frac{3a}{T\lambda}} - e^{-\frac{4a}{T\lambda}}\right) + \ldots\right]$$

и мы можем при сравнении обоих выражений энергии излучения положить

$$N_2 - N_1 = N_0\left(e^{-\frac{a}{T\lambda}} - e^{-\frac{2a}{T\lambda}}\right),$$

$$N_3 - N_2 = N_0\left(e^{-\frac{2a}{T\lambda}} - e^{-\frac{3a}{T\lambda}}\right),$$

. . . . . .

. . . . . .

$$N_0 - N_m = N_0\left(e^{-\frac{a(m-1)}{T\lambda}} - e^{-\frac{am}{T\lambda}}\right),$$

где m—число групп (тоже большое) с одинаковыми энергиями. Теперь, помножив первое равенство на $E\Delta\lambda$, второе на $2E\Delta\lambda$ и т. д., сложив и сравнив при m = большому числу с ф-лой М. Планка, получим $EN_0 = b\lambda^{-5}$. Примем теперь $E = \frac{ak}{\lambda}$, где k—нек-рая величина, тогда $N_0 = \frac{b\lambda^{-4}}{ak}$ и N_0 м. б. большим числом при достаточно малом k, а E будет малой величиной. Далее по равенству $n\lambda = v$ получим $E = \frac{akn}{v}$. Здесь v—величина, зависящая от n, но мы можем подобрать k всегда таким, чтобы $\frac{ak}{v} = h = \text{Const}$ и тогда $E = hn$. Величина E, пропорциональными к-рой являются разности между энергиями различных энергетич. центров, и будет носить название основной световой кванты для числа n колебаний. Т. о. все излучения с колебаниями от n до $n + \Delta n$ (или с длинами волн от λ до $\lambda + \Delta\lambda$) представятся исходящими от целого ряда подвижных энергетич. центров с энергиями, пропорциональными основной световой кванте, и символически можно говорить о движении световых волновых квант.

Но если мы применим к этому случаю обычное ур-ие механики для изменения энергии какой-нибудь движущейся точки с массою m (в общем случае переменной), то имеем, назвав скорость точки через w,

$$w\,dt \cdot d\frac{(mw)}{dt} = f\,dE = fh\,dn,$$

где f—фактор пропорциональности. Отсюда

$$d(mw) = f\frac{hdn}{w} = fh\,dn\frac{d\left(\frac{h}{v}\right)}{dn},$$

т. к. скорость энергетич. центра $w = \frac{1}{\frac{d\left(\frac{n}{v}\right)}{dn}}$, следовательно

$$mw = f\frac{hn}{v} + \text{Const},$$

т. е.

$$m = \frac{fhn}{vw} + \frac{a}{w}.$$

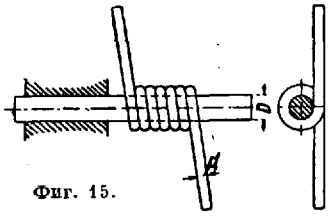
Но при $w = 0$ масса m не м. б. $= \infty$, поэтому $a = 0$ и на том же основании $vw = \text{Const}$, т. е. $m = \frac{hn}{c^2}$, где c—нек-рая постоянная величина. Далее

$$\frac{d\left(\frac{n}{v}\right)}{dn} = \frac{1}{w} = \frac{1}{v} - \frac{n}{v^2}\frac{dv}{dn} = \frac{w}{c^2} + \frac{n}{c^2}\frac{dw}{dn},$$

т. е.

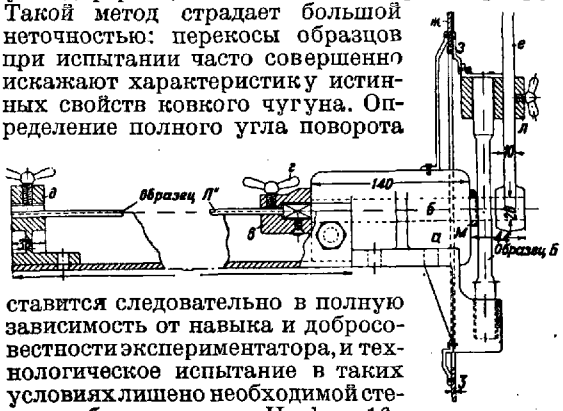
$$\frac{dn}{n} = \frac{w\,dn}{c^2\left(1 - \frac{w^2}{c^2}\right)},$$

в соответствующих технич. условиях диам. D (фиг. 15). В нек-рых случаях проволока навивается на самое себя. Образец сгибается U-образно и зажимается в тиски со свинцовой прокладкой (для проволоки из цветных металлов).



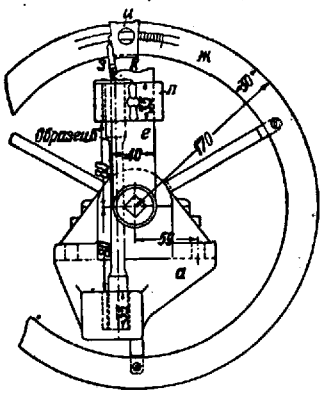
Фиг. 15.

Один конец проволоки навивается вокруг выступающего из тисков другого конца. Число винтов делается 5—10. Для испытания пробных брусков ковкого чугуна на перегиб (круглого сечения типа Б) и перекручивание (плоский тип Л по ОСТ 530) широко распространен способ зажима одного конца образца в тиски и закручивания или перегиба другого коловоротом или газовой трубой, промеряя угол деформации на-глаз или по транспортиру. Такой метод страдает большой неточностью: перекосы образцов при испытании часто совершенно искажают характеристику истинных свойств ковкого чугуна. Определение полного угла поворота



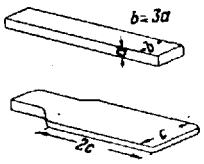
Фиг. 16а.

ставится следовательно в полную зависимость от навыка и добросовестности экспериментатора, и технологическое испытание в таких условиях лишено необходимой степени объективности. На фиг. 16а и 16б представлен прибор инж. П. Г. Пименова, применяемый на некоторых заводах ковкого чугуна, который позволяет испытывать образцы $Б$ или $Л$ в сравнимых условиях. Прибор состоит из чугунного корпуса $а$ (фиг. 16а), в котором пропущен стальной валик $б$, имеющий по обоим концам квадраты; слева на квадрате валика укреплена насадка $в$, в прямоугольном вырезе к-рой винтом $г$ зажимают один конец образца $Л$, другой конец образца закрепляют в неподвижной опоре $д$. При вращении рукоятки $е$, насаженной на правый конец валика, образец скручивается, причем угол скручивания отмечается на циферблате $ж$ стрелкой $з$. Окружность циферблата разделена на 360°. По его кольцу перемещается индекс $и$, ведомый стрелкой $з$ (фиг. 16б) и задерживаемый в любом положении на диске плоской легкой пружинкой $к$. Станина $а$ имеет снизу впадину, куда вставляется один конец образца $Б$, на другой конец к-рого надвигается скользящая по рукоятке стальная головка $л$, в крышку к-рой упирается верхний



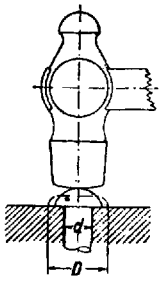
Фиг. 16б.

конец образца. Образец изгибается вокруг стального ролика с полукруглой канавкой, надеваемого на валик между втулкой ручки и упорным кольцом $м$. Изгиб производится на максимальный угол 165°, при каковом положении головка $л$ упирается в выступ кармашка. Практически этот угол изгиба вполне достаточен, т. к. для I класса по ОСТ угол загиба указан в 120°, а в действительности он почти всегда меньше. Для испытания же образцов $Л$ головка $л$ поднимается несколько выше, чтобы при вращении не задевала за выступ кармашка, а стрелка $з$ повертывается вниз. При испытании образцов $Л$ упорное кольцо $м$ ослабляется, а ролик снимается, чтобы создать возможность осевого перемещения валика при сокращении длины образца $Л$ во время перекручивания. Этот прибор позволяет одновременно получать количественные характеристики упругих свойств материала по углу отдачи, соответствующему разности между углом, отмеченным подвижным индексом, и стрелкой рычага в свободном состоянии.

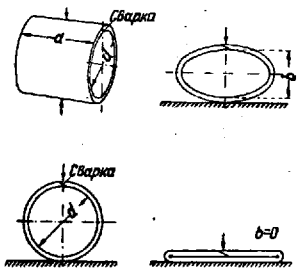


Фиг. 17.

III. Испытание расплющиванием. 1) Проба на расплющивание применяется для характеристики способности металла принимать заданное расплющивание в холодном или горячем состоянии; применяется для прокатного металла полосового, пруткового, листового и для заклепочных головок. Образцы вырезаются в холодном состоянии, острые ребра слегка опиливаются. Прокат испытывается расплющиванием образца ручником, кувалдой или механич. молотком. На фиг. 17 представлены нормальные соотношения размеров образца для расплющивания; ширина расплющивания определяется технич. условиями. Головки заклепок (фиг. 18) расплющиваются при испытании до пределов, заданных отношением D/d, указанным в технологич. условиях. Удары ручника д. б. направлены по оси заклепки. 2) Проба на сплющивание труб (фиг. 19) служит для определения способности металла подвергаться деформациям, имеющим место при сплющивании труб в холодном или горячем состоянии до определенного размера. Длина пробы берется равной внутреннему диам. трубы d. Сплющивание производится ручником до размера b согласно техническим условиям. При сплю-



Фиг. 18.



Фиг. 19.



Фиг. 20.

и по интеграции

$$n = \frac{\text{Const}}{\sqrt{1-\frac{w^2}{c^2}}} = \frac{F}{\sqrt{1-\frac{w^2}{c^2}}},$$

далее

$$m = \frac{hn}{c^2} = \frac{hF}{c^2\sqrt{1-\frac{w^2}{c^2}}}.$$

Обозначим массу покоя через m_0, тогда $m_0 = \frac{hF}{c^2}$, $F = \frac{m_0c^2}{h}$ и следовательно $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{w^2}{c^2}}}$.

Таково выражение массы в механике де-Бройля, таково же оно и в теории относительности. Скорость w только тогда может равняться c, когда $m_0 = 0$, ибо m не может равняться ∞. Но $wv = c^2$, следовательно скорость корпускулы только тогда равняется скорости распространения волн, когда ее масса покоя равна 0. При нек-рой малой массе покоя скорость движения корпускулы будет меньше скорости распространения волн. Отсюда мы заключаем, что постоянная c в соотношении $wv = c^2$ есть скорость света, и корпускулы движутся со скоростью, меньшей, а волны идут со скоростью, большей c. Дальнейшие подробности и применение к теории атомного строения нужно искать в специальной литературе.

Приложение принципов Т. к химическим процессам. Предварительно предположим химич. процесс происходящим внутри газовых масс, следовательно в нек-рой газовой смеси. Для простоты берется ур-ие Мариотта-Гей-Люссака. Пусть γ—уд. в. газа, тогда ур-ие будет (т. к. $\gamma v = 1$) $\frac{p}{\gamma} = RT$, для другого газа при тех же p и T $\frac{p}{\gamma_1} = R_1T$; отсюда $\gamma R = \gamma_1R_1 = \ldots$, следовательно вообще $R = \frac{\gamma_0R_0}{\gamma}$, если γ_0 и R_0 отнести к водороду. Но, назвав мол. вес газа через m, а водорода через m_0, имеем $\frac{m}{m_0} = \frac{\gamma}{\gamma_0}$ и следовательно $R_m = R_0m_0 = R_1m_1 = \ldots$ Количество R_0m_0 можно принять равным 847. Т. о. если мы возьмем количество *кг* равным m, то получим

$$pvm = mRT = pV = 847,$$

где V—объем т. н. моля (*кг*/мол.). Число 847 в *кгм*/1°, а в калориях это будет ~1,985, т. ч. $ApV = 1{,}985\ T$. Если два газа взяты в количествах G_1 и G_2 *кг* при одинаковых T и p, то

$$pv_1G_1 = G_1R_1T,\ pv_2G_2 = G_2R_2T$$

и

$$\frac{v_1G_1}{v_2G_2} = \frac{G_1R_1}{G_2R_2} = \frac{V_1}{V_2}.$$

Если молекулярные веса будут m_1 и m_2, а число молекул n_1 и n_2, то $G_1 = n_1m_1$, $G_2 = n_2m_2$ и следовательно

$$\frac{n_1m_1R_1}{n_2m_2R_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2},$$

и при $V_1 = V_2$ получаем, что в равных объемах при одинаковых p и T число молекул однородного газа одно и то же для всех газов (закон Авогадро)—само по себе очевидное следствие принятого соотношения между молекулярными и уд. весами.

Для смеси однородных газов пользуемся законом парциальных давлений Дальтона, т. ч. если газы занимают один и тот же объем при нек-рой T, то

$$p_1v_1G_1 = G_1R_1T,\ p_2v_2G_2 = G_2R_2T,$$

при этом $v_1G_1 = v_2G_2 = \ldots = V$, и следовательно по сложению равенств $(p_1 + p_2 + \ldots)V = T\Sigma GR$ и по закону Дальтона $p_1 + p_2 + \ldots = P$, т. е.

$$PV = T\Sigma GR = Pv\Sigma G,$$

отсюда

$$\frac{T\Sigma GR}{\Sigma G} = Pv,$$

т. е. R смеси $= \frac{\Sigma GR}{\Sigma G}$. Представим по Цейнеру два газа в пространствах, разделенных перегородкой, с темп-рами T_1 и T_2, давлениями p_1 и p_2, объемами V_1 и V_2 и весами G_1 и G_2, затем перегородка уничтожается, и процессом диффузии (необратимым) оба газа занимают объем $V_1 + V_2$. Процесс шел без участия внешнего тепла и без внешней работы, следовательно для изменения общей внутренней энергии имеем

$$dU = 0 \text{ или } (G_1 + G_2)\,U = G_1U_{10} +$$

$$+ G_1\left(c_1T_1 + \frac{a_1^2}{2}T_1^2\right) + G_2U_{20} + G_2\left(c_2T_2 + \frac{a_1^2}{2}T_2\right) =$$

$$= (G_1 + G_2)\,U_{30} + (G_1 + G_2)\left(c_3T_3 + \frac{a_3^2}{2}T_3^2\right),$$

и отсюда по сравнении постоянных количеств

$$U_{30} = \frac{\Sigma GU_0}{\Sigma G},$$

т. е. постоянное внутренней энергии вычисляется тем же способом, как и R, далее вычисляется по сравнении переменных членов общая $t°$ смешения, но для этого нужно знать c_3 и α_3.

Предположим, что $T_1 = T_2$, тогда для совершенных газов и $T_3 = T_1$, а отсюда $c_3 = \frac{\Sigma GC}{\Sigma G}$ и $a_3 = \frac{\Sigma Ga}{\Sigma G}$, т. е. вообще $c_v = \frac{\Sigma Gc_v}{\Sigma G}$, точно так же $c_p = \frac{\Sigma Gc_p}{\Sigma G}$. Процесс смешения газов, т. е. диффузии, есть процесс необратимый, и потому относительно энтропии смеси можно только тогда что-либо сказать, когда или каким-либо обратимым процессом мы вновь разделим газы или введем предположение б. или м. вероятное. Первый путь—М. Планка—предполагает, что мы можем иметь перегородки: одну—проницаемую для одного газа и непроницаемую для другого и другую—с теми же свойствами относительно другого газа. Тогда легко видеть, что можно устроить разделение газа путем обратимого процесса и в результате получить, что энтропия двух газов, имеющих одну и ту же $t°$ при смешении, равняется сумме энтропий отдельных газов. По поводу этого способа рассуждения можно только сказать, что если бы такие перегородки и существовали для всех газов, то процесс разделения наверно сопровождался бы явлением трения и поэтому был бы необратим, т. е. мы пришли бы к начальному затруднению. Второй путь, Пуанкаре, есть путь гипотезы, полагающий, что при смешении каждый газ диффундирует независимо от другого, и потому увеличение его энтропии происходит независимо от другого. Тогда до смешения мы имеем сумму энтропий, равную $G_1S_1 + G_2S_2$, при диффузии первый увеличивает энтропию на $G_1(S_{12} - S_1)$, где S_{12}—энтропия первого газа, занявшего объем смешения при T, для второго имеем увеличение, равное $G_1(S_{22} - S_2)$, и энтропия смеси равна

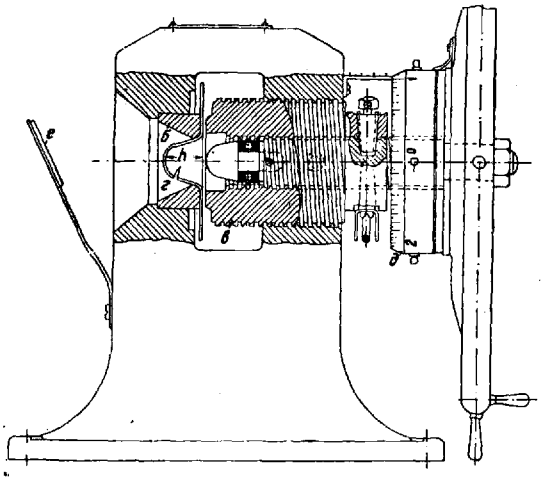
$$G_1S_1 + G_1(S_{12} - S_1) + G_2S_2 + G_2(S_{22} - S_2) =$$
$$= G_1S_{12} + G_2S_{22},$$

т. е. энтропия газов, смешивающихся при T, равна сумме энтропий отдельных газов, вы-

щивании вплотную допустима петля диам. 0,25 S, где S—толщина стенки трубы. 3) П р о б а н а о с а д к у (фиг. 20) применяется для круглого болто-заклепочного материала диаметром $\leqslant 30$ *мм*. Образец обычно берется диаметром, равным диам. исследуемого материала, и высотой, равной двойному диам. Осаживание производится вхолодную молотком или кувалдой при $d \leqslant 15$ *мм* и под прессом при $d > 15$ *мм*. Характеристикой осадки служит величина x (фиг. 20):

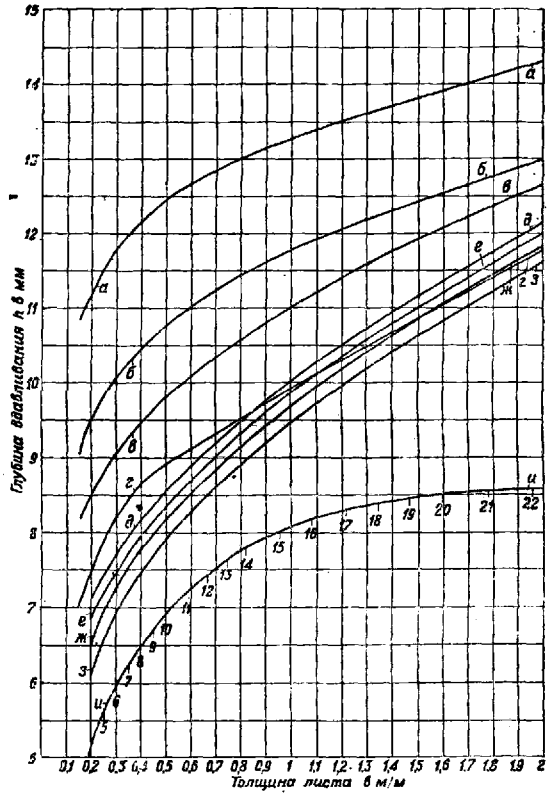
$$x = \frac{\text{высота образца после осадки}}{\text{высота образца до осадки}} = \frac{h_1}{h}.$$

IV. И с п ы т а н и е в ы д а в л и в а н и е м. П р о б а в ы д а в л и в а н и е м применяется



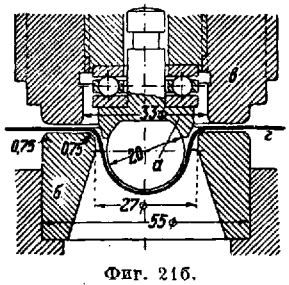
Фиг. 21а.

для характеристики пластичности листового и полосового материала в отношении способности его к выдавливанию (штамповке), вытяжке и образованию фланцев. Применяется гл. обр. в ламповом, гильзовом производствах и электротехнической пром-сти. Классическим прибором для определения этого свойства является прибор Эриксена (фиг. 21а и 21б) для листов до 2 *мм* толщиной. В патроне *а* закреплен стальной тщательно отполированный и закаленный шарик ⌀ 20 *мм*, являющийся рабочим органом. Иногда вместо шарика применяется пуансон со сферич. головкой. Матрица *б* имеет внешний диам. 55 *мм* и отверстие 27 *мм*. Борты деталей, соприкасающиеся с рабочей частью образца, закруглены радиусом 0,75 *мм*. Прижим *в* имеет закаленную упорную поверхность с внешним диам. 55 *мм* и внутренним 33 *мм*. По герм. нормам (DIN A 101) рекомендуется пробы брать шириной минимально 70 *мм*. Удобнее всего брать квадратные листы 70 × ×70 *мм*, дающие наиболее надежные результаты. Образец *г* помещается на матрицу и зажимается прижимом *в*. Перед каждым испытанием полезно шарик слегка смазать вазелином. Между пробой и держателем для всех проб устанавливается зазор в 0,05 *мм* (нулевая точка). После этого вращением рукоятки шарик плавно вдавливают в пробу со скоростью 0,1 *мм/сек*. Глубина измеряется ходом штемпеля от нулевой точки до начала растрескивания. Проба считается разрушенной, как только обнаружится хоть одно место пересекающихся трещин. Отсчет хода производится по лимбу *д* с точностью 0,1 *мм*, а момент разрушения улавливают наблюдением за образцом в зеркале *е*. Характеристикой материала служит глубина вдавливания h до начала появления трещин на образце. Прибор Эриксена одновременно дает предварительный критерий оценки структуры материала по величине зернистости в месте трещин после испытания. Диаграмма фиг. 22 показывает характеристику вдавливаемости для листов различной толщины из наиболее употребительных металлов: *а*—латунь для давильных работ, *б*—медь, *в*—тонкое полосовое чистовальцован-



Фиг. 22.

ное железо, *г*—алюминий, *д*—сименс-мартеновская сталь для глубокой вытяжки, *е*—дважды декапированная черная жесть для штамповки, *жс*—то же, но однажды декапированная, *з*—обыкновенная черная и белая жесть, *и*—цинк; цифры на кризой *и* обозначают №№ по силезскому калибру. Амслер для испытания выдавливанием выпускает дополнительное приспособление (Einbeulapparat) к универсальным разрывным машинам, дающее возможность испытывать листы до 5 *мм* толщиной и рассчитанное на максимальное давление 5 000 *кг*. Проба выдавливанием по Эриксену не является полным подобием процесса штамповки, поэтому установление какой-либо эмпирич. ф-лы, обусловливающей зависимость между основными размерами матрицы, пуансона и испытуемого материала представляется затруднительным.



Фиг. 21б.

численных в предположении, что каждый газ диффундирует независимо от другого. Гипотеза о независимости диффузии аналогична закону Дальтона относительно парциальных давлений.

Рассмотрим теперь явления химич. реакций в газообразной среде. Химическая реакция м. б. обратима, и наряду с процессом соединения может итти и процесс распада. Это обозначается по Вант-Гоффу стрелками—знак химического равновесия, например

$$2H_2+O_2 \rightleftarrows 2H_2O, \quad 2Cl_2+2H_2O \rightleftarrows 4ClH+O_2$$

и в общем

$$n_1' \cdot M_1' + n_2' M_2' + \ldots \rightleftarrows n_1'' M_1'' + n_2'' M_2'' + \ldots$$

Вследствие обратимости мы можем применить основные термодинамич. соотношения к химич. реакциям. Возьмем ф-ию F, имеем $dF = d(TS-U) = S\,dT + AP\,dV$. Реакция может итти изотермически, т. к. в случае образования или поглощения тепла можем внешней средой воздействовать соответствующим образом. В этом случае $dF = AP\,dV$. Рассмотрим сначала простейшую реакцию—сгорание водорода в кислороде. Пусть β_1—мол. вес водорода, β_2—кислорода, β_3—паров воды, n_1, n_2, n_3—числа молекул, x—доля $кг$, относящаяся к гремучему газу, и $(1-x)$—то же для паров воды. Тогда имеем:

$$xn_1\beta_1\ кг\ H_2 = \gamma_1,$$
$$xn_2\beta_2\ кг\ O_2 = \gamma_2,$$
$$(1-x)\,n_3\beta_3\ кг\ H_2O = \gamma_3$$

и по формуле соединения $n_1\beta_1 + n_2\beta_2 = n_3\beta_3$. Кроме того имеем $n_1\beta_1 x\, p_1v_1 = RTn_1\beta_1 x$ или $n_1\beta_1 x p_1 v_1 = R_mTn_1x$ и далее

$$n_2\beta_2 x p_2 v_2 = R_mTn_2x,$$
$$n_3\beta_3(1-x)\,p_3v_3 = R_mTn_3(1-x)$$

и так как

$$n_1\beta_1 x v_1 = V = n_2\beta_2 x v_2 = n_3\beta_3(1-x)\,v_3,$$

то по сложении и по закону Дальтона получим

$$PV = R_mT[n_1x + n_2x + n_3(1-x)],$$

откуда видим, что можем иметь $T = \text{Const}$ и $V = \text{Const}$ или $T = \text{Const}$ и $P = \text{Const}$, так как вместо трех параметров имеем 4, т. е. P, V, T, x. Тогда

$$F = TS - U = F(S_1\gamma_1 + S_2\gamma_2 + S_3\gamma_3) - \{[U_{0_1} + f_1(T)]\gamma_1 + [U_{0_2} + f_2(T)]\gamma_2 + [U_{0_3} + f_3(T)]\gamma_3\},$$

где соответственно буквой S названа энтропия, U_0—постоянное внутренней энергии и $f(T)$—зависимость ее от T. При $T = \text{Const}$,

$$dF = T\Sigma\left(\gamma\frac{\partial S}{\partial v}\,dv + S\,d\gamma\right) - \Sigma U\,d\gamma.$$

Каждое из

$$S = \ln\left(T^{c_{v_0}} v^{AR} e^{f(T)}\right) + \text{Const} = \ln\left(T^{c_{v_0}}\left(\frac{V}{\gamma}\right)^{AR} e^{f(T)}\right) + \text{Const}$$

и следовательно

$$\frac{\partial S}{\partial v}\,dv = AR\frac{dv}{v} = \frac{AR\,dV}{V} - \frac{AR\,d\gamma}{\gamma}.$$

Т. о.

$$\Sigma\left(\gamma\frac{\partial S}{\partial v}\,dv + S\,d\gamma\right) = \Sigma(S-AR)\,d\gamma + \frac{dV}{V}\Sigma ARy$$

и

$$dF = T\Sigma(S-AR)\,d\gamma - \Sigma U\,d\gamma + T\frac{dV}{V}\Sigma ARy,$$

при этом

$$d\gamma_1 = n_1\beta_1\,dx,\ d\gamma_2 = n_2\beta_2\,dx \text{ и } d\gamma_3 = -n_3\beta_3\,dx.$$

Тогда

$$\Sigma(S-AR)\,d\gamma = (S_1n_1\beta_1 + S_2n_2\beta_2 - S_3n_3\beta_3)\,dx - AR_m(n_1+n_2-n_3)\,dx,$$

так как

$$AR_1\beta_1 = AR_2\beta_2 = AR_3\beta_3 = AR_m,$$

далее по правилу смешения $T\Sigma ARy = VP$ и следовательно

$$dF = T[S_1n_1\beta_1 + S_2n_2\beta_2 - S_3n_3\beta_3 - AR_m(n_1+n_2-n_3)]\,dx + AP\,dV - \Sigma U\,d\gamma = \Sigma Ap\gamma\,dV = AP\,dV.$$

Отсюда

$$T[S_1n_1\beta_1 + S_2n_2\beta_2 - S_3n_3\beta_3 - AR_m(n_1+n_2+n_3)] = \frac{1}{dx}\Sigma U d\gamma = [U_{0_1} + f_1(T)]\,n_1\beta_1 + [U_{0_2} + f_2(T)]\,n_2\beta_2 + [U_{0_3} + f_3(T)]\,n_3\beta_3.$$

Правая часть равенства даст разность внутренних энергий гремучего газа и паров воды, если бы произошел полный переход гремучего газа в пары воды. Примем $V = \text{Const}$, тогда это будет по первому принципу полным теплом реакции. Обозначим его через $Qn_3\beta_3$, тогда:

$$S_1n_1\beta_1 + S_2n_2\beta_2 - S_3n_3\beta_3 - AR_m(n_1+n_2-n_3) = \frac{Qn_3\beta_3}{T}.$$

В каждом из S имеем количество $v^{AR} = \left(\frac{V}{\gamma}\right)^{AR}$.

Назовем концентрацией вес какого-нибудь компонента на единицу объема и обозначим ее C, тогда

$$\frac{V}{\gamma} = \frac{1}{C} = C^{-1};\quad \left(\frac{V}{\gamma}\right)^{AR} = C^{-AR},$$

а в $S_1n_1\beta_1$ под знаком ln будет $C_1^{-ARn_1\beta_1} = C_1^{-AR_{mn_1}}$ и следовательно в общем выражении под знаком ln будет

$$\left(\frac{C_1^{-n_1}C_2^{-n_2}}{C_3^{-n_3}}\right)^{AR_m}.$$

Остальные члены в равенстве между Q и энтропиями будут ф-иями $t°$ или постоянными, и следовательно мы получим, что

$$\frac{C_1^{-n}C_2^{-n_2}}{C_3^{-n_3}}$$

или

$$\frac{C_1^{n_1}C_2^{n_2}}{C_3^{n_3}}$$

в изотермич. реакции, являясь ф-ией $t°$, будет величиной постоянной.

Нетрудно видеть, что мы будем иметь то же самое при скольких угодно компонентах реакций. Это есть закон концентраций Гульдберга и Ваге, т. ч. если n_1 молекул одного газа A_1 с n_2 молекул другого A_2, с n_3—третьего A_3 и т. д. дают соединение в n_1' молекул A_1', n_2' мол. A_2' и т. д., то при изотермической реакции [6]

$$\frac{C_1^{n_1}C_2^{n_2}\ldots}{C_1'^{n_1'}C_2'^{n_2'}\ldots} = K = \text{Const}.$$

Зависимость K от $t°$ м. б. разумеется выведена из основного соотношения, но удобно выразить эту зависимость в диференциальной форме. Возьмем производную по T от обеих частей равенства, приняв во внимание, что вообще

$$c_v = c_{v_0} + \psi(T),\ dU = c_{v_0}\,dt + \psi(T)\,dt,$$

$$dS = \frac{c_{v_0}\,dt}{T} + \frac{\psi(T)}{T}\,dt + \frac{ARdv}{v},$$

получим по правилу смешения

$$\frac{d\ln K}{dT} = \frac{c_{v_4} - c_{v_3}}{T} n_3\beta_3 + \frac{[\psi_4(T) - \psi_3(T)]}{T} n_3\beta_3 + \frac{Qn_3\beta_3}{T^2} - \frac{n_3\beta_3}{T}\frac{dQ}{dT},$$

где знак 4 относится к гремучему газу, а 3—к водяным парам. Но $dQ = d(U_4 - U_3)$,

$$\frac{1}{T}\frac{dQ}{T} = \left(\frac{c_{v_4} - c_{v_3}}{T} + \frac{\psi_4(T) - \psi_3(T)}{T}\right) n_3\beta_3.$$

Отсюда

$$\frac{d\ln K}{dt} = \frac{Qn_3\beta_3}{T^2} = \frac{Q_1}{T^2},$$

где Q_1—все тепло при полном соединении и $V = \text{Const}$. Это соотношение принадлежит Вант-Гоффу и в этой форме удобно применимо для скольких угодно компонентов реакций.

В применении к реакции гремучий газ $\rightleftarrows$ водяные пары оба соотношения дают возможность вычислять степень диссоциации. Здесь $K = \frac{C_1^2 C_2}{C_3^2}$, и можно выразить концентрации через величину x. Действительно в этом случае имеем

$$V = \frac{RT}{P}(2 + x)$$

и следовательно

$$C_1 = \frac{2P\beta_1 x}{R_m T(2+x)}, \quad C_2 = \frac{P\beta_2 x}{R_m T(2+x)},$$

$$C_3 = \frac{2P\beta_3(1-x)}{R_m T(2+x)},$$

$$K = \frac{Px^3}{R_m T(2+x)(1-x)^2} \cdot \frac{\beta_1^2\beta_2}{\beta_3^2} = \frac{K_1\beta_1^2\beta_2}{\beta_3^2}.$$

Взяв ln и откидывая $\ln\frac{\beta_1^2\beta_2}{\beta_3^2}$ как постоянное, имеем

$$\frac{d}{dt}\ln K_1 = \frac{d}{dt}\ln\frac{Px^3}{R_m T(2+x)(1-x^2)} = \frac{Q_1}{RR_m T^2}.$$

По Нернсту (здесь на 2 моля H_2O)

$$Q = 113\,820 + 2{,}65\,T - 4{,}41\cdot 10^{-4}T^2 + 1{,}252\cdot 10^{-6}T^3 - 9{,}12\cdot 10^{-10}T^4 + 4{,}36\cdot 10^{-17}T^6.$$

После подстановки и соответственной интеграции, перехода на десятичные логарифмы и подстановки постоянного интеграции $J = -1{,}08$ (Нернст) получаем

$$\lg K_1 = -\frac{21\,800}{T} + 1{,}335\lg T - 0{,}965\cdot 10^{-4}T + 0{,}137\cdot 10^{-4}T^2 - 0{,}665\cdot 10^{-10}\cdot T^3 + 0{,}191\cdot 10^{-17}T^5 + J$$

и отсюда узнаем x, т. е. степень диссоциации в зависимости от T и P. Соответственно приводим из Нернста:

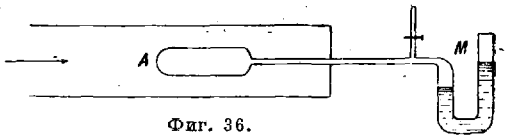
T	100x	
	1 Atm	100 Atm
2 500	4,21	0,927
3 500	30,9	7,79

Также для углекислого газа по формуле $2CO_2 \rightleftarrows 2CO + O_2$:

T	100x	
	1 Atm	100 Atm
2 500	17,6	4,09
3 500	83,2	39,8

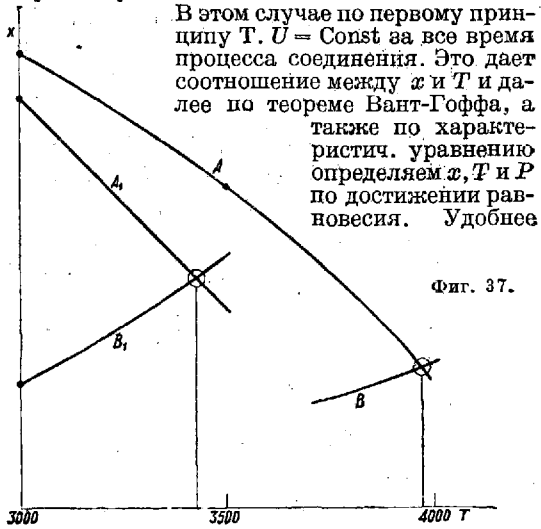
Таблички показывают, что распад углекислоты значительно больше при тех же условиях, чем распад паров воды. Повышение давления уменьшает распад, также уменьшает и избыток кислорода по соотношению Гульдберга и Ваагe. Но по тому же соотношению всегда совместно с парами воды имеется и гремучий газ, только при $t°$ невысоких он имеется в ничтожных количествах, например при 1 000° и 1 Atm 100x = 0,000026. Нужно заметить, что приведенные соотношения относятся, как уже сказано, к т. н. химич. равновесию, т. е. мы можем их наблюдать при процессах медленных. Поэтому напр. для наблюдения зависимости диссоциации водяных паров от T и P нужны особые методы; дающие уверенность, что мы имеем дело с установившимся равновесием при данных T и P.

Одним из таких методов в известной области T служит метод полупроницаемых стенок. Платина, иридий и палладий обладают при высоких T свойством пропускать водород и не пропускать других газов. Схему использования



Фиг. 36.

этого свойства дает фиг. 36. Здесь в электрич. печи при известной $t°$ текут медленно пары воды и встречают сосуд A (напр. из иридия), из к-рого предварительно удален воздух и на конце к-рого имеется манометр M. Водород, находящийся в смеси паров воды и гремучего газа, проникает в сосуд и по манометру узнают его парциальное давление и далее определяют процентное отношение. Разумеется в этом способе определяется диссоциация лишь при $p = 1\,Atm$. О других способах см. у Нернста [6]. Можно рассмотреть процесс сгорания водорода в кислороде при постоянном внешнем объеме и при отсутствии влияния внешнего тепла. В этом случае по первому принципу Т. $U = \text{Const}$ за все время процесса соединения. Это дает соотношение между x и T и далее по теореме Вант-Гоффа, а также по характеристич. уравнению определяем x, T и P по достижении равновесия. Удобнее

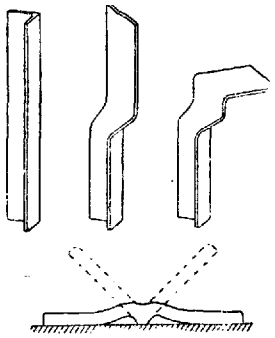


Фиг. 37.

решать вопрос при помощи двух графиков. Один (A) представляет зависимость между x и T из условия $U = \text{Const}$, другой (B)—ту же зависимость из соотношения Вант-Гоффа совместно с характеристич. ур-ием (фиг. 37) и показывает схему решения. Рассмотрим теперь процесс $P = \text{Const}$, $T = \text{Const}$. Возьмем ф-ию Φ, тогда $d\Phi = S\,dT - AV\,dP = 0$ и следовательно $d\Phi = 0 = T\,dS - d_i$. Но это равенство может

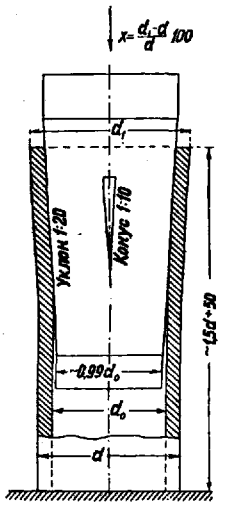
Получаемые пробой цифровые значения имеют исключительно сравнительное значение.

V. Проба на развертывание служит для определения способности фасонного материала подвергаться развертыванию и применяется гл. обр. для обнаружения порочных мест в угловом железе. Проба состоит в разворачивании ударами ручника или молота угла фасонного материала в плоскость с последующим загибом в холодном или нагретом состоянии (фиг. 23). Образцом может служить любой длины отрезок.

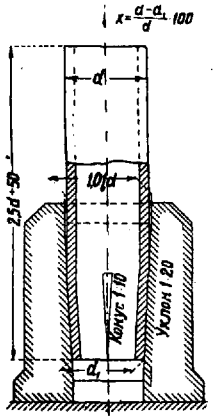


Фиг. 23.

VI. Проба на двойной кровельный замок. Эта проба применяется для определения способности листового металла принимать заданную по размерам и форме деформацию и применяется для листов толщиною менее 0,8 *мм*. Проба состоит в соединении двух кусков листа вплотную двойным замком с последующим загибом по линии, перпендикулярной к линии замка, на угол, определенный в соответствующих технич. условиях, но не больше 45°, и разгибом в плоскость. Загиб



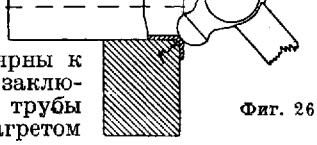
Фиг. 24.



Фиг. 25.

и разгиб в холодном состоянии производятся при помощи киянки на деревянной подкладке.

VII. Пробы на раздачу, обжатие и бортование труб. 1) Проба на раздачу производится с куском трубы, имеющим размеры, указанные на фиг. 24. Плоскости отреза д. б. перпендикулярны к оси трубы. Проба заключается в раздаче трубы в холодном или нагретом

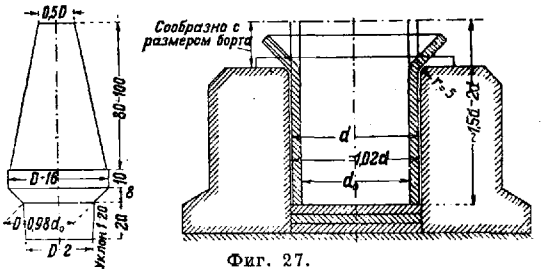


Фиг. 26.

виде при помощи вколачивания в нее ударами молотка или нажатием под прессом конич. оправки. Величина раздачи x в процентах, определяемая при невынутой оправке, равняется

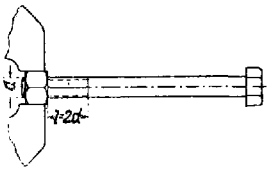
$$x = \frac{d_1 - d}{d} \cdot 100.$$

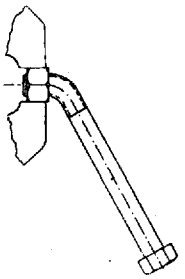
Для обеспечения испытания оправку смазывают. 2) Проба на обжатие производится аналогичным образом, но здесь сама труба



Фиг. 27.

загоняется в конич. оправку (фиг. 25). Сверху для центрирования действующего усилия вставляется в трубу металлич. пробка. 3) Проба на бортование характеризует способность материала к деформированию, соответствующему отгибанию стенок труб на 90°, и применяется исключительно для труб с внутренним диам. от 30 *мм* и выше. Проба производится в холодном и горячем состоянии. Эскизы процесса бортования и форма молотка и оправки указаны на фиг. 26. Ширина H борта и радиус закругления r указываются в технич. условиях; перед бортованием производят отгиб борта на 45° посредством особой конич. оправки (фиг. 27).





Фиг. 28.

К Т. п. относят иногда разного рода испытания специального назначения, характеризующие какое-либо особое свойство материала в детали, напр. сбрасывание якорей на металлическую плиту, загиб болтов для проверки вязкости в месте нарезок (фиг. 28), проба на обрабатываемость сверлением чугунных деталей. Эти пробы носят специфич. характер, твердому нормированию еще не подвергнуты, а неопределенность характеризуемых ими свойств материала ставит под сомнение целесообразность их применения.

Лит.: Сборник технич. условий на материалы и изделия из них, изготовляемые для нужд НКПС, под ред. А. Макшейфеля, М., 1926; Полный свод технич. условий, принятых во флоте, под ред. В. Виктер, Л., 1925; Одинг И., Современные методы испытания материалов, Л., 1927; Вавруциньок О., Руководство по испытанию материалов, пер. с нем., книга 1, вып. 3, М., 1927; Лоренц В., Руководство по испытанию и приемке строительных материалов, М.—Л., 1929; ОСТ 1682—1697; Пименов П., О методах испытания ковкого чугуна, «Сел.-хоз. машина», 1931, 6; Томин Ю., Контроль производства стали в малых конвертерах, «Литейное дело», 1931, *11—12*, стр. 13—17; Werkstoff-Handbuch Stahl und Eisen, Düsseldorf, 1927; Kummer H., Untersuchungen an den Blechprüfapparat von Erichsen, «Maschinenbau», 1926, p. 657; Moser M., Errichtungen einer stetigen Krümmung bei der technologischen Biegeprobe, «St. u. E.», 1932, H. 17, p. 409—411.

П. Пименов.

ТЕХНОЛОГИЯ МЕТАЛЛОВ, комплекс дисциплин, изучающих практич. применение научных данных физики, химии и механики в области получения, обработки и применения металлов. Систематический ход процессов Т. м. схематически м. б. представлен табл. 1. Как можно заключить из этой схемы всего технологич. процесса, только часть металла полу-

быть написано в следующем виде:

$$T\,dS - di = T\,dS - dU - Ad(PV) =$$
$$= T\,dS - dU - AP\,dV = 0,$$

т. к. $P = \text{Const}$. Т. о. мы приходим опять к тому же равенству, что и прежде, т. е.

$$dF = AP\,dV \quad \text{при} \quad T = \text{Const}.$$

В результате мы опять получим соотношение

$$T\Sigma(S - AR)\,d\gamma - \Sigma U\,d\gamma = 0,$$

из к-рого можно вывести соотношение Гульдберга-Вааге, если применить понятие концентрации к меняющемуся объему. Но разность внутренних энергий здесь уже не будет полным теплом реакции. По первому принципу полным теплом будет разность энтальпий ($dQ = di - AV\,dP$). Мы имеем однако прежнее соотношение (взяв для примера опять реакцию $2H_2O \rightleftarrows 2H_2 + O_2$).

$$T(S_1n_1\beta_1 + S_2n_2\beta_2 - S_3n_3\beta_3) = (U_4 - U_3)n_3\beta_3 +$$
$$+ AR_mT(n_1 + n_2 - n_3).$$

Здесь в предположении $P = \text{Const}$

$$AR_mT(n_1 + n_2) = APV_4$$

тогда, когда $x = 1$, и $AR_mTn_3 = APV_3$, когда $x = 0$. Отсюда видно, что правая часть написанного равенства есть разность энтальпий между смесью с очень малым содержанием H_2O и парами воды с очень малым содержанием гремучего газа, а это и будет равняться теплу Q_1' при полном (в идеале) соединении для $P = \text{Const}$. Тогда равенство можно написать

$$T(S_4 - S_3) = Q_1'; \quad S_4 - S_3 = \frac{Q_1'}{T}$$

и, взяв производную по T и приняв во внимание, что

$$\frac{d}{dt}\frac{Q_1'}{T} = \frac{d}{dt}\frac{Q_1}{T}$$

(т. к. $\frac{Q'}{T}$ и $\frac{Q}{T}$ разнятся на постоянное), имеем опять соотношение Вант-Гоффа, только во второй части будет не все тепло реакции, а разность внутренних энергий смеси с $x = 0$ и $x = 1$ (в пределе). Т. о., если мы имеем задачу о равновесии при $P = \text{Const}$ и $T = \text{Const}$ гремучего газа и паров воды с условием отсутствия влияния внешнего тепла, то по первому принципу имеем $i = \text{Const}$ и далее опять соотношение Вант-Гоффа вместе с характеристич. ур-ием.

Способ решения указан на той же фиг. 37 кривыми A_1 и B_1. Первая дает зависимость между x и T при $i = \text{Const}$, т. е.

$$U_4 + AR_mT \cdot 3 = xU_4' + (1 - x)U_3' + AR_mT_1(2 + x).$$

Но

$$U_4 = U_{0_4} + f_4(T), \quad U_3 = U_{0_3} + f_3(T),$$

поэтому

$$U_{0_4} + f_4(T) + AR_mT \cdot 3 = x[U_{0_4} + f_4(T_1) - U_{0_3} -$$
$$- f_3(T_1) + AR_mT_1] + U_{0_3} + f_3(T_1) + AR_mT_1 \cdot 2$$

или

$$U_{0_4} - U_{0_3} + f_4(T) + 3AR_mT = x[U_{0_4} - U_{0_3} +$$
$$+ f_4(T_1) - f_3(T_1) + AR_mT_1] + f_3(T_1) + 2AR_mT_1.$$

Разность постоянных внутренних энергий есть постоянная в выражении тепла реакции (при $V = \text{Const}$) в зависимости от T; $f_3(T)$ и $f_4(T)$ определяются по теплоемкостям; T—начальная температура, T_1—произвольная. Отсюда определится зависимость между x и T для $i = \text{Const}$. Она представлена схематически кривой A_1, а кривую B_1 находим указанными выше соотношениями (Вант-Гоффа и характеристич. ур-ия), дающими зависимость x от P и T (здесь $P = 1\ Atm$). Пересечение дает T равновесия. Она ниже, чем для $V = \text{Const}$, и соответственно диссоциация больше.

От газов непосредственно можно перейти к теории слабых растворов при помощи введения понятия об осмотич. давлении. Из элементарного факта диффузии растворимого в растворителе можно по Вант-Гоффу вывести следующее заключение [6]. Предположим, что над раствором имеется поршень, пропускающий растворитель и не пропускающий растворимое, и нальем над этим поршнем растворитель (напр. воду). Если мы будем давить на поршень, опуская его вниз, то часть воды перейдет вверх и раствор сгустится, если, наоборот, мы будем поднимать поршень, то вода перейдет вниз и раствор будет слабее, т. к. растворимое частью перейдет в вошедший растворитель. Мы можем следовательно принять, что на поршень производится давление растворимым, стремящимся занять соответствующее пространство во всем растворителе. Это давление называется осмотическим давлением и аналогично давлению, оказываемому газом на поршень цилиндра, в котором газ работает. Давление это фактически измерялось (о способах см. у Нернста [6]) и например для 4%-ного раствора сахара в воде при 13,7° оно равняется 2,74 Atm. Дальнейшими опытами обнаружено, что осмотическое давление пропорционально при данном T концентрации C, а при данном C пропорционально T. Так как $C = \frac{\nu}{v}$, то первое соотношение есть $pv = \text{Const}$, т. е. закон Мариотта, а второе—закон Гей-Люссака, и все вместе, если отнести к *кг*-мол., дает $PV = R_mT$, т. е. осмотическое давление равно тому, которое получилось бы, если бы после удаления растворителя *кг*-мол. данного вещества в газообразной форме (или фазе) при данной $t°$ занимала объем V. Но так же, как для газов, закон Мариотта-Гей-Люссака тем точнее, чем при данной $t°$ меньше P, и для осмотич. давления данные соотношения точны для слабых растворов. Растворимое может находиться не только в жидкой, но и парообразной форме, а к насыщенному пару закон Мариотта-Гей-Люссака *применим лишь при слабых давлениях*. Поэтому и возникла теория слабых растворов. Но что касается растворения газов в жидкостях, то известно опытное соотношение Генри, гласящее, что газы растворяются пропорционально их давлению. Отсюда непосредственно следует, что осмотич. давление в этом случае равно давлению газа. Далее имеем также, что осмотич. давление следует закону парциальных давлений Дальтона. Мы можем на основании сказанного применить соотношения для газовых реакций к теории растворов.

Для примера рассмотрим нек-рые элементарные случаи. Всякий насыщенный пар можно считать находящимся в равновесии с своей жидкостью. Для p небольших можно положить для 1 (*кг*-мол.) пара $pV = R_mT$ и концентрацию $= C = \frac{1}{V} = \frac{p}{R_mT}$.

Соотношение Вант-Гоффа дает

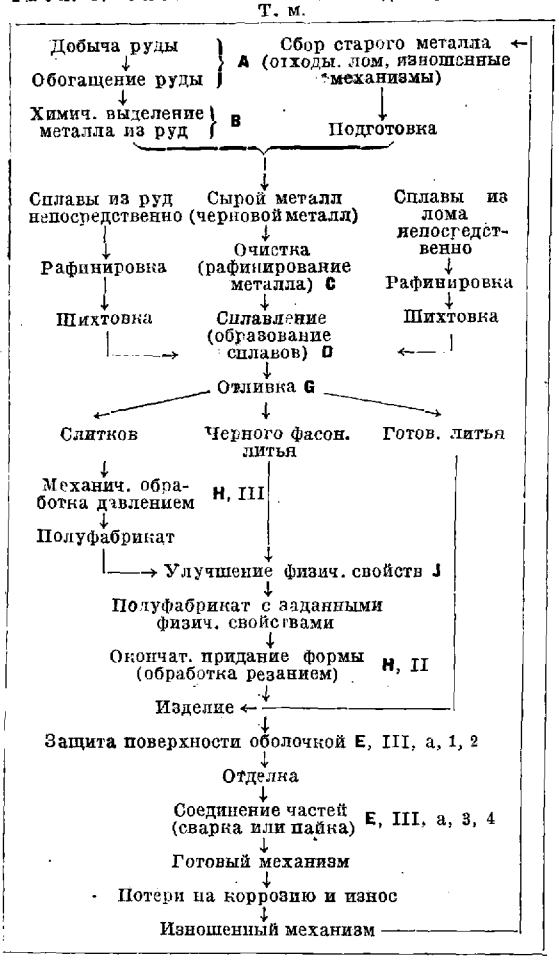
$$\frac{d}{dl}\ln\frac{C}{1} = \frac{d}{dT}\ln\frac{p}{R_mT} = \frac{\varrho}{AR_mT^2}$$

и отсюда

$$\frac{d}{dT}\ln p = \frac{\varrho + ApV}{AR_mT^2} = \frac{r}{AR_mT^2},$$

где r—все тепло парообразования 1 моля.

Табл. 1.—Схематический ход процессов Т. м.



чается из руды, значительная же часть совершает круговорот и либо распыляется и теряется (см. *Коррозия*) либо поступает обратно в переработку в виде отходов и устаревших или изношенных изделий (см. *Лом металлический*, *Скрап*). По мере насыщения страны металлич. изделиями необходимо обратить особое внимание на этот путь переработки сырья и не терять его безвозвратно в виде неиспользованных, подвергнувшихся коррозии отбросов. В табл. 2 систематизированы процессы Т. м. с указанием смежных дисциплин и приведены главные физико-химич. основы соответствующих процессов, на которых базируется практика таковых, а также основное оборудование. В этой таблице в самом сжатом виде показаны только главные пути, по к-рым развивается Т. м. Подробности об отдельных процессах—см. соответствующие статьи Т. Э. Как видно из раздела **J**, научной базой всей Т. м. является широко развившаяся за последнее время на основе последних исследований строения атома физическая химия.

Процессы Т. м. тесно связаны с конструктивным проектированием механизмов и изделий. Решения задачи изготовления механизма как с точки зрения конструкции, так и с точки зрения технологич. процесса м. б. самые разнообразные. Наиболее удачно бывает разрешена задача, когда сочетается удачная конструкция с удобным технологич. процессом. Задача конструктора—дать при наименьшей стоимости максимум прочности (в том или ином смысле) в изделии, а задача решения технологического процесса—при наименьшей затрате материалов и энергии найти наиболее простое и дешевое исполнение конструкции, отвечающей своему назначению. В этой части Т. м. пользуются гл. обр. процессами, обозначенными в табл. 2 под лит. **G**, **H** (II и III) и **J**, тогда как для изготовления самого материала (на основе данных под лит. **J**)—процессами **A**, **B**, **C**, **D**, **F**. Развитие Т. м. идет параллельно с развитием пром-сти; эти факторы находятся во взаимодействии; в связи с этим и к конструкциям и к материалам предъявляются все новые требования, создаются новые сложные конструкции, изобретаются сплавы со специфич. свойствами. Первоначально конструкции обладали большим уд. в. (напр. хорошая стационарная паровая машина в 100 HP имела вес 5÷10 *т*, т. е. ~ 100 *кг*/HP, в настоящее же время от двигателей в нек-рых случаях требуется вес машины на 1 HP менее 1 *кг*). Главными материалами были дерево, бронза, чугун, технологич. процессом—литье или вырезка деталей горячим или холодным способом из целого куска (слитка). Улучшение шло по линии применения более надежных литейных сплавов (сталь, улучшение качеств бронз), улучшения процессов ковки (см. *Кузнечное производство*), применения прокатки. С течением времени явилась необходимость в массовом изготовлении одинаковых изделий (например снаряды, автомобили, гвозди, винты и т. д.) и в изготовлении очень крупных изделий (турбогенераторы, мостовые фермы и т. д.). Эти задания Т. м. решает постановкой массового производства деталей и целых изделий (штамповка, автоматич. станки) и комбинированием сравнительно несложных элементов (например прокатанных листов или даже крупных отливок) в очень крупные агрегаты. В связи с этим стремятся получить, во-первых, более прочный материал (легированные железо и сталь, специальные сплавы), а, во-вторых, пользуясь новыми видами соединений частей конструкций, применять методы, обозначенные под лит. **E**, причем малостойкие на воздухе сплавы защищать от разрушения разными методами, указанными под лит. **E**, III. Удачную иллюстрацию применения современных технологических процессов представляет собой изготовление например корпуса цеппелина или большого аэроплана. Облегчение веса получено вследствие применения очень легких сплавов (дуралюмина с уд. сопротивлением* ок. 16 и электрона с уд. сопротивлением около 19) в виде сваренных решетчатых ферм; кроме того многие детали изготовляются из стальных листов, которым придается холодной штамповкой наиболее прочная форма (плоскости делаются из волнистого жесткого листа часто толщиной 0,2—0,3 *мм*), из легких и сверхлегких металлов (дуралюмина, электрона), отлитых под давлением в закрытые металлич формы, и т. п. Работающие и сильно изнашивающиеся части крупных машин делаются составными (например лопатки турбогенератора и т. п.). Так. обр. в настоящее время в Т. м.

* Уд. сопротивление $Z_E = \frac{K_Z}{\text{уд. в.}}$; для стали $Z_E = \frac{100\ кг/мм^2}{7{,}8} \cong 13$, для дуралюмина $Z_E = \frac{41}{2{,}8} \cong 15{,}4$, для электрона $Z_E = \frac{35}{1{,}83} \cong 19$.

Табл. 2.—Систематика процессов технологии металлов.

Подразделение процессов	Теоретические обоснования		Практич. применение и типы аппаратуры и оборудования	
	общие	частные	общие случаи	частные случаи
Исходный путь	Геология Минералогия Рудное дело Рудные запасы	Соображения о формах залегания руд в земной коре Сопоставление важнейших залежей Сопоставление металлов по период. системе	Взятие проб	
А.— Добыча и обогащение Вспомогательные операции	Характеристика металлич. веществ Значение физических свойств и химич. состава руды для выбора метода ее переработки	Соображения об образовании смешанных и сложных кристаллов натуральн. руд— сульфиды, окислы, силикаты и т. д. Строение важнейш. руд	Добыча руд открытыми и подземными разработками	Добыча железн. руд (Урал, Кривой Рог), марганцевых руд (Чиатуры), полиметаллич. руд (Кузнецкий р-н) и т. д.
1. Отсеивание	Теория падения тел в струе воздуха		Отсеивающие устройства	
2. Электростатич. обогащение	Теория электростатич. разделения веществ		Установки Котрелля и Хеффа	
3. Электроосмос			Электроосмотич. установки	
4. Дробление	Теория различных дробящих усилий		Дробилки, грохоты. Сортировка после дробления	
5. Обогащение мокрым путем	Теория падения тел в воде	Соображения об уд. в.	Сита, промывные машины и т. п.	Золотопромывные устройства (см. *Золото*)
6. Флотация	Теория взаимодействия молекулярных сил поверхностных натяжений жидкостей, твердых частиц и газов	Соображения о смачиваемости минералов водой, маслом и др. жидкостями	Флотационные устройства Элмора, Грёндаля и т. д.	Флотация сульфидных руд и др.
7. Магнитное разделение	Теория действия магнитного поля на вещества с различной магнитной проницаемостью	Магнитная проницаемость различных минералов	Магнитный сепаратор	Обогащение магнитных руд
В.— Получение металлов химич. путем	Теория фаз и агрегатного состояния Общие законы химич. статики и кинетики (рассматриваются только кристаллич. вещества)	Обзор химич. соединений, перерабатываемых в металлургич. производствах Сравнение существующих окислов, сульфидов и др. соединений металлов. Их образование и определение	Средства для фазового разделения	
I. Выделение металлов химич. путем: А. Из кислых растворов металлов	Законы равновесия гомогенных и гетерогенных систем Химия водных растворов металлич. солей	Соображения о растворимости и гидратации	Аппараты для осаждения, растворения, отстаивания, выщелачивания	Осаждение цементного Ag. Цианирование (Au) Растворение в кислотах Обработка руд кислотами
В. Из ртутных растворов (амальгам)			Амальгамационные установки	Амальгамация Au, Ag и др.
II. Выделение металлов электрохимич. путем из кислых растворов	Электрохимия водных растворов Электрохимич. эквиваленты и выходы Напряжения разложения Потенциал растворимости	Соображения об электролитич. потенциале растворимости Сравнение электрохимич. эквивалентов	Установки для электролиза с нерастворимыми анодами	Получение путем электролиза Ag, Cu, Na, Zn, Pb и др.

Этой ф-лой пользуются иногда для определения тепла парообразования при небольших давлениях. Когда жидкость представляет слабый раствор, то давление насыщенного пара может измениться и стать p_1. Предположим, что r (все скрытое тепло) мало изменилось, тогда можно написать

$$\frac{d}{dt}\ln p = \frac{r}{AR_mT^2} \quad \text{и} \quad \frac{d}{dt}\ln p_1 = \frac{r}{AR_mT_1^2},$$

отсюда

$$\ln\frac{p}{p_1} = \frac{r}{AR_m}\left(\frac{1}{T_1}-\frac{1}{T}\right).$$

Это соотношение дает изменение $t°_{кип.}$ раствора в зависимости от изменения давления насыщенного пара. Подобным же образом определяется и изменение давления при замерзании [6]. Соотношение между p и T для насыщенного пара м. б. написано

$$\frac{d}{dt}\ln\frac{p}{T} = \frac{\varrho}{AR_mT^2}$$

и также для небольшой разницы $t°$ можно написать

$$\ln\frac{p}{T} - \ln\frac{p_1}{T_1} = \frac{\varrho}{AR_m}\left(\frac{1}{T_1}-\frac{1}{T}\right)$$

или

$$\ln C - \ln C_1 = \frac{\varrho}{AR_m}\left(\frac{1}{T_1}-\frac{1}{T}\right).$$

Соотношение м. б. непосредственно применено к растворам и дает возможность определить тепло растворения по различным концентрациям насыщенного раствора в зависимости от T.

Так как твердые тела также испаряются, то распад твердого тела подлежит тем же соотношениям. Пусть при испарении твердое тело распадается на ряд тел с числом молекул n_1, n_2, ... и парциальные давления будут $p_1, p_2, \ldots$ Соотношение Вант-Гоффа напишется:

$$\frac{d}{dt}\ln\frac{p_1^{n_1}p_2^{n_2}\ldots}{(R_mT)^{n_1+n_2+\cdots}} = \frac{Q_1}{AR_mT^2},$$

где Q_1—тепло испарения. Если общее давление—P, то имеем

$$p_1 = \frac{Pn_1}{n_1+n_2}$$

и т. д., следовательно

$$\sum n\left[\ln\frac{P}{T} - \ln\frac{P_1}{T_1}\right] = \frac{Q_1}{AR_m}\left(\frac{1}{T_1}-\frac{1}{T}\right).$$

Растворение газов также характеризуется соотношением Вант-Гоффа

$$\frac{Q}{AR_mT^2} = \frac{d\ln K}{dT};$$

по Бунзену можно взять $K = \frac{\alpha T}{273}$, где α—коэф. поглощения. Диссоциация в растворе исследуется при помощи того же соотношения. Само соотношение Вант-Гоффа, как мы видели, вышло из применения ф-ии F к химич. процессам. Но по известному свойству ф-ии F имеем

$$\frac{U}{T^2} = \frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{F}{T}\right)$$

или же

$$\frac{U-U_1}{T^2} = \frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{F-F_1}{T^2}\right).$$

Назовем разность $F_1 - F$ через $\mathfrak{A}$, тогда $U - U_1 = Q$,

$$\frac{Q}{T^2} = -\frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{\mathfrak{A}}{T}\right)$$

и, сравнивая с ф-лой Вант-Гоффа

$$\frac{d}{dT}\ln K = \frac{Q}{AR_mT^2},$$

получим

$$AR_m\ln K = -\frac{\mathfrak{A}}{T} + a,$$

т. е. $AR_mT\ln K = -\mathfrak{A} + Ta$. Величиной $\mathfrak{A}$ измеряется химич. сродство, т. ч. реакция идет в сторону наибольшей $\mathfrak{A}$. Поэтому в частности представим себе газ, находящийся в двух фазах: 1) в жидком или твердом растворе и 2) в газообразном виде над этим раствором. Концентрации пусть будут C и C_1. Тогда, как уже имели выше, получим (принимая во внимание, что $K = \frac{1}{C}$ и $K_1 = \frac{1}{C_1}$)

$$AR_mT\ln C = \mathfrak{A} - Ta$$

и

$$AR_mT\ln C_1 = \mathfrak{A}_1 - Ta_1;$$

при равновесии имеем $\mathfrak{A} = \mathfrak{A}_1$ по сказанному (иначе было бы или испарение или поглощение). Поэтому

$$AR_mT\ln C + B = AR_mT\ln C_1 + B_1$$

или

$$\frac{C}{C_1} = e^{\frac{B_1-B}{AR_mT}}.$$

Применение этого соотношения—см. *Окклюзия*.

Мы видели, что теорема Нернста связана с ф-ией F. Но разностью ф-ий F для соединения и реагентов, как мы видели, измеряется химич. сродство. Теорема Нернста в этом случае м. б. формулирована

$$\frac{\partial}{\partial T}(F_1 - F)_{T=0} = 0.$$

Тогда определение величины $\mathfrak{A}$ м. б. произведено по определению тепла реакции при $V = \text{Const}$. Пусть имеется

$$Q = U_0 - U_{0_1} + \alpha T + \beta T^2 + \gamma T^3 + \ldots,$$

тогда

$$-\frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{\mathfrak{A}}{T}\right) = \frac{B}{T^2} + \frac{\alpha}{T} + \beta + \gamma T^2 + \ldots,$$

где $B = U_0 - U_{01}$.

Отсюда $\mathfrak{A} = B - \alpha T\ln T - \beta T^2 - \frac{\gamma}{2}T^3 + \ldots + Ta$;

но $\frac{\partial\mathfrak{A}}{\partial T} = 0$ при $T = 0$ по теореме Нернста, и следовательно $\alpha = 0$, т. к. иначе имели бы $-\alpha\cdot\infty = -\infty$ и $\alpha = 0$, т. е. $\mathfrak{A} = B - \beta T^2 - \frac{\gamma}{2}T^3 + \ldots$

Если β, γ и т. д.—незначительные величины, то $\mathfrak{A} = U_0 - U_{01}$ и мы получаем положение Бертело, что каждая химическая реакция идет в ту сторону, где имеется наибольшее развитие тепла. Это положение справедливо лишь при независимости U от $t°$. Наоборот, если напр. величиной β пренебрегать нельзя, то можно найти такую T, при к-рой $\mathfrak{A} = 0$, из равенства

$$\mathfrak{A} = B - \beta T^2$$

и от этой T в одну сторону будет один вид химич. равновесия, в другую—другой; $t°_{пл.}$, по одну сторону к-рой тело в жидком состоянии находится в равновесии с парами его, а по другую сторону—в твердом состоянии, будет одним из примеров такой T. Так как вообще $\frac{\partial U}{\partial T} = c_v$, то, приняв $c_v = \gamma T$, имеем $U = U_0 + \gamma\frac{T^2}{2}$ и следовательно

$$U_1 - U_2 = U - U_{0_2} + \frac{\gamma_1-\gamma_2}{2}T^2 = U_{0_1} - U_{0_2} + \beta T^2 = Q.$$

Для $t°_{пл.}$ имеем

$$T^2 = \frac{B}{\beta} = \frac{U_{0_1}-U_{0_2}}{\beta} = \frac{Q}{\beta} - T^2,$$

т. е.

$$T = \frac{Q}{C_{v_1}-C_{v_2}},$$

где Q—тепло при переходе из жидкого в твердое состояние (или наоборот). Разумеется это соотношение справедливо лишь там, где можно

Подразделение процессов	Теоретические обоснования		Практич. применение и типы аппаратуры и оборудования	
	общие	частные	общие случаи	частные случаи
III. Получение металлов путем химич. реакций из расплавленных сплавов	Термохимия Теория электропечей Соображения о преимуществе работы с металлом в расплавленном состоянии	Теплопроизводительная способность применяемого топлива Равновесие $CO_2 \rightarrow CO + O$; $C + H_2O \rightleftarrows CO + H_2$ Сопоставление огнеупорных веществ и их важнейших свойств	1. Получение высоких $t°$ сжиганием топлива: а) твердое, жидкое, газообр. топливо б) топки в) воздуходувки 2. Получение высоких $t°$ электрич путем 3. Огнеупорные материалы 4. Измерения $t°$	
А. Получение новых состояний металлов путем высокого нагрева 1) Разложение на сплав и газообразные соединения	Термохимия и температурные условия диссоциации в сплаве и парах	Соображения об условиях давления и нагрева разлагаемых металлич. соединений	Плавильные печи: 1. Ванные 2. Пламенные 3. Обжигательные 4. Конвертеры 5. Электроплавильные 6. Приспособления для термитных реакций	Возгонка мышьяка из шпейзы Получение Hg из реагирующих масс
2) Разделение несмешивающихся сплавов	Теория распада на металл, шлаки и штейн Объяснение сущности образования штейна, шпейзы и др.	Соображения о взаимной растворимости металлич., окисных, сульфидных, мышьяковистых и пр. сплавов		Переплавка обожженных руд Cu, Pb и т. п. на металл, штейн, веркблей и шлак Отделение неметаллич. веществ от металла переплавкой
3) Разделение на сплавы и кристаллы	Теория равновесия между сплавами и кристаллами	Соображение о темп-ре затвердевания исследуемых веществ		Выплавка Pb из твердых реагирующих масс Процесс зейгерования Pb и т. п.
В. Перевод в металлич. или иное состояние химич. соединений	Теория химич. превращения в 3-фазных и более высоких системах Знание действия термитных реакций Вычисления термохимич. данных для них	Последовательн. сродства расплавленных металлов к O, S, Cl, Fe, C и т. д. при разных температурных условиях Точка плавления реагирующих веществ и баланс тепла термитных реакций	Приспособления для термитных реакций	
1) Путем реакций между окислами металла и восстановителем	Теория восстановительных процессов	Диаграммы равновесия: Me + O + N, Me + O + C, Me + Me + O в жидком состоянии	Доменные печи Плавильные печи для выплавки цветных металлов Аппаратура для алюмино-термич. (термитной) плавки	Выплавка Fe, Pb, Zn, Cu, Sb и т. д. из их окислов Восстановление окисей металлов при помощи Na, Ca, Al, Mg, Cu Получение ферросплавов и специальных сталей из смеси окислов и C или из C-Fe и метал. окисл. Термитные реакции
2) Путем реакций между сульфидами металлов и окислами	Теория окислительной плавки на штейн	Диаграмма равновесия Me + O + S в жидком состоянии		Переплавка сульфидов с окислами
3) Путем реакций между сульфидами и другими обессеривающими веществами (кроме O)	Теория превращений металлич. сульфидов при помощи реакций с другими металлами	Диаграмма равновесия Me + Me + S в жидком состоянии		Выделение Pb из PbS железом
4) Путем реакций между металлогалоидами и третьим металлом	Теория превращения металлогалоидов с другими металлами	Диаграммы равновесия Me + Me + Cl; Me + Me + F, и т. д.		Получение металлов из их галоидных солей прибавлением др. металлов

принять $c_v = \gamma T$. Мы видим теперь, что главное значение теоремы Нернста лежит в области химии, т. к. при ее помощи можно по тепловым данным вычислить величину $\mathfrak{A}$—меру химич. сродства и, наоборот, если эту величину можно найти непосредственно из наблюдений над химическим равновесием, можно судить о тепле реакции в том случае гл. обр., где тепло это мало зависит от T [6, 20].

Этим кратким эскизом можно закончить статью. Мы вышли из положения о невместительности Т. в рамках механики Ньютона и можно в заключение привести один из принципиальных вопросов, решение которого также не дает механика. Это вопрос о perpetuum mobile. С технич. стороны его можно заменить вопросом: можно ли создать машину, в к-рой кпд с механич. стороны был бы равен 1? Он решается указанием на вредные сопротивления (трения) в механизмах. Работа вредных сопротивлений обращается в тепло, к-рое и рассеивается. Отсюда мы видим, что объяснение невозможности т. н. perpetuum mobile 1-го рода может дать только Т. Вопрос о perpetuum mobile 2-го рода следует за первым: но возможно ли это тепло, уходящее вследствие вредных сопротивлений в машине, вновь обратить в работу [6]? Он решается отрицательно уже тем, что процесс этот по постулату Клаузиуса необратим. Можно также поставить аналогичный вопрос о тепловой машине с кпд, равным 1. Вопрос решается принципом Карно, дающим кпд идеальной машины—машины Карно—в зависимости от $t°$. При этом здесь невозможность получить кпд, равный 1, зависит вовсе не от вредных потерь тепла, а от самой сущности работы калорич. машины между двумя данными $t°$. Т. о. на оба вопроса отвечает только Т. и они м. б. объединены в одно положение: ни с механической ни с термич. стороны мы не можем создать машину с полезностью, равной 1.

Лит.: [1] Lagrange J., Mécanique analitique, t. 1—2, 3 éd., P., 1853—55; [2] Kirchhof G., Mechanik in gesammelte Abhandlung, Lpz., 1882; [3] Haas A., Materiewellen u. Quantenmechanik, B., 1928; [4] Mayer R., Die Mechanik d. Wärme, 2 Aufl., Stg., 1874; [5] Osborn, «Mechanical Engineering», 1930; [6] Nernst W., Theoret. Chemie, 15 Aufl., Stg., 1926; [7] Jellinek K., Lehrbuch d. physikal. Chemie, B. 1, 1928; [8] Hollborn u. Schultze, «Ann. d. Phys. u. Chemie», Lpz., 1915, p. 47; Hollborn u. Otto L., ibid., 1925, p. 33; [9] Roebuck, «Proc. Am. Acad.», 1925, p. 60, 537; [10] Bridgemann O., «Physical. Review», 1929, v. 34, p. 527—533; [11] «Annalen d. Phys. u. Chemie», 1919, p. 59; [12] Beattie J., «Physical Review», 1929, v. 34, p. 1615, 1930, v. 35, p. 643; [13] Мерцалов Н., Краткий курс по термодинамике, отдел основной, М.—Л., 1927; «Exners Repertorium der Physik», B. 21, W.; [14] Мерцалов Н., О внутренней энергии жидкости, «ВИ», 1927, 1; [15] Heck K., «Mechanical Engineering», 1930, p. 133; [16] Boltzmann, «Ann. d. Phys. u. Chemie», Lpz., 1884, B. 22, p. 291 u. f.; [17] Lummer u. Pringsheim, «Berichte d. deutschen Physik Gesellschaft», Lpz., 1903, p. 56; [18] «Ann. d. Phys. u. Chemie», Lpz., 1899, p. 417, 1900, p. 159; [19] «Verhandl. d. Deutsch. Phys. Gesellschaft», Lpz., 1899, p. 91, 1900, p. 215, 1901, p. 36; [20] Nernst W., Die theor. u. experim. Grundlagen des neuen Wärmesatzes, 1924; [21] Trautz u. Steyer, «Forschung», B. 2, B., 1931, 2.—Блох Э., Кинетическая теория газов, пер. с франц., М.—Л., 1925; Брандт А., Основания термодинамики, 4 изд., ч. 1—2, М.—П., 1923; Младзеевский А., Термодинамика и теория фаз, М., 1922; Тимирязев А., Кинетическая теория материи, М.—П., 1927; Хвольсон О., Курс физики, т. 3, Берлин, 1923; Яшнов А., Основа термодинамики в применении к тепловым двигателям, ч. 1—2, М.—Л., 1926; Нстржембский А., Технич. термодинамика, М., 1926; Мерцалов Н., О теореме Нернста, «ВИ», 1930; Carnot S., Réflexions sur la puissance motrice du feu, P., 1924 (2 p., 1878); Mayer R., Bemerkung über die Kräfte der unbelebten Natur, Liebigs Annalen, Heidelberg, 1842, v. 42, p. 1; Joule, Proceedings of Royal Society, L., 1837—43; Clausius, «Pogg. Annalens», Lpz., 1850, B. 81, p. 168, 1851, B. 83, p. 118, 1854, B. 93, p. 481, 1857, B. 100, p. 353, 1858, B. 105, p. 239; Thomson W. (Lord Kelvin), Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 1851, v. 20, p. 281, 289; Kirchhof G., Vorlesungen über d. Theorie d. Wärme, Lpz., 1894; Helmholtz H., Vorlesungen über d. Theorie d. Wärme, Lpz., 1903; Winkelmann, Handb. d. Physik, B. 3, Die Wärme, 2 Aufl., Lpz., 1906; Plank M., Vorlesungen über Thermodynamik, 6 Aufl., Lpz., 1921; Boltzmann L., Vorlesungen über Gastheorie, T. 1—2, 2 Aufl., Lpz., 1908; Knoblauch, «Forschung», B., 1932, *1—2*; Hausen, ibid., 1931, *9*; Plank M., Die Wärmestrahlung, 5 Aufl., Lpz., 1923; Poincaré H., Thermodynamique, 2 éd., P., 1923; Haas A., Atom. theorie, 2 Aufl., B., 1929; de Broglie L., Untersuchungen über Quantentheorie, Lpz., 1927; Batschinsky A., Ein thermodynamischer Trugschluss, Ztschr. f. Ph., B., 1929; Lenner G., Technische Thermodynamique, B. 1—2, Lpz., 1906.

Н. Мерцалов.

ТЕРМОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, искусственные строительные материалы, к-рые, обладая малым коэф-том теплопроводности, служат для ограждения внутренности помещений и зданий от потерь тепла (излучение). К числу их относятся: все виды фибролитов, гипсолитовые плиты, соломит и камышит, сфагнит, торфолеум и торфофанера, инсорит, морозин, шевелин, асбозурит, пробковые плиты и др.

Фибролит—прессованные плиты, состоящие из органич. длинноволокнистых заполнителей, сцементированных вяжущим веществом. В качестве заполнителя применяют древесную шерсть, часто в сочетании с древесными стружками, кострой и т. п. Вяжущим веществом служит или магнезиальный цемент или известково-трепельный (известково-диатомитовый) раствор. По роду и сорту вяжущего вещества различают магнезиальный и силикатный фибролит. Материалами для изготовления магнезиального фибролита служат каустич. магнезит, раствор хлористого магния и заполнитель (например древесная шерсть). Различают два способа приготовления: мокрый и сухой. По мокрому способу изготовления фибролита в растворомешалку наливают половину необходимого объема раствора $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ консистенции 13—16° Bé, а затем всыпают необходимое количество каустич. магнезита и тщательно перемешивают. К полученному магнезиальному молоку добавляют органич. волокнистый заполнитель, предварительно смоченный в антисептич. целях раствором $FeSO_4$ консистенции 8° Bé. Заполнитель сначала зеленеет от реакции $Mg(OH)_2$ на $FeSO_4$ [образование $Fe(OH)_2$], а затем желтеет и буреет от окисления кислородом воздуха $Fe(OH)_2$ в $Fe(OH)_3$. Прессование замешанной массы выполняется в формах на станках. Выдерживание отпрессованных плит в камерах для схватывания производится при $t°$ 40—60° в течение 16—20 ч. Плиты от форм освобождаются только по окончании схватывания. Сушка и твердение фибролита совершаются в сушильных камерах при $t°$ 75—90° в течение ~64 ч. с целью удаления влаги и ускорения процесса твердения. Другой способ приготовления фибролита—т. н. сухой способ (недавно примененный)—состоит в предварительном пропитывании заполнителя растворами нек-рых солей (хлористый магний), затем опылении порошком каустич. магнезита, перемешивании, прессовании, выдерживании в камерах для схватывания и в сушилках для высушивания и твердения. Третий способ изготовления магнезиального фибролита на растворе $MgSO_4$ отличается от предыдущего лишь отсутствием увлажнения заполнителя раствором $FeSO_4$, к-рое отпадает, т. к. увлажнение совершается раствором $MgSO_4$. Делают обычно эти плиты размером 1,5×0,5 *м* и толщиной 7 *см*.

Подразделение процессов	Теоретические обоснования		Практич. применение и типы аппаратуры и оборудования	
	общие	частные	общие случаи	частные случаи
IV. Получение металлов путем электрохимич. процессов из расплавленных сплавов	Теория электролиза расплава Соотношения между напряжением разложения и химич. сродством	Обзор электрохимич. эквивал., как в **B**, II Соображения о $t°$ пл. применяемых расплавленных электролитов, их напряжении разложения, электропроводности	Электролизно-плавильные печи. Печи с Hg-катодом. Печи с расплавленным Pb-катодом	Получение Al и Al-Si Получение Mg Получение Ce и его сплавов Получение Ca, Sr, Ba, Be Получение Pb, Na, K, Si
V. Получение металлов путем химич. процессов *при нагревании* металлич. соединений в твердом состоянии	Особенности работы при высоких $t°$, теория горения *Преимущества работы с металлами в твердом состоянии*	См. **B**, III	Получение высоких $t°$, см. **B**, III	
A. Перевод в металлич. или другое состояние только нагревом	Термохимия и зависимость изменений равновесия от термич. условий при диссоциации металлич. соединений на кристаллы и пар	Соображения о зависимости диссоциации разлагаемых метал. лич. соединений (окислов, сульфидов, карбонатов, гидратов и т. д.) от $t°$ и p	Разнообразные типы печей, классифицируемые по назначению, по форме и по роду обслуживания	Разложение $Ni(CO)_4$ Частичное обессеривание $FeS_2 \rightarrow FeS + S$ Разложение $ZnCO_3$, $CaCO_3$
B. Перевод в металлич. или другое состояние химич. реакциями	Теория обратимых химич. реакций между твердыми и газообразными веществами Термохимич. основы экзотермич. реакций	Последовательность сродства металлов к O, S, Cl, F, C и т. д. при нагреве и изменениях их		
1) Путем реакций между окислами металла и восстановителем	Теория восстановления смесей окислов Теория взаимных превращений твердых металлов и их соединений (обратимые реакции)	Диаграммы равновесия: Me + O + H, Me + O + + C, Me + Me + O в твердом состоянии Последовательность сродства C и H к Me и O		Получение Zn из ZnO Восстановление окислов металлами Na, Ca, Mg, Al, Co и т. д. Восстановление $CuSO_4$, $BaSO_4$ Нагрев науглероженного железа с его окислами
2) Путем реакций между сульфидами и кислородом	Теория образования окисла металла и сульфата из сульфида в тройной системе Me + O + S	Диаграмма равновесия: Me + O + S (а также As и Sb) в твердом состоянии Теплота реакций при процессах обжига		Обжиг Cu_2S, PbS, ZnS, HgS, Ag_2S, MnS_2, Sb_2S_3 $CuFeS_2$; (Ni-Fe-Cu)S
3) Путем реакций между сульфидами, окислами и Cl (хлорирующий обжиг)	Теория хлорирующего обжига	Диаграммы равновесия: Me + O + Cl, Me + S + Cl в твердом состоянии Теплота реакций		Хлорирующий обжиг Cu_2S, Ag_2S, V_2O_3
C. — Рафинирование металлов	См. **B**	См. **B**		
I. Рафинирование металлов химич. путем в кислых растворах	См. **B**, I	См. **B**, I	См. **B**, I	Химич. очистка благородных металлов
II. Электрохимич. рафинирование металлов в кислых растворах	Электрохимия анодного растворения и катодного выделения Электрохимич. эквиваленты и расход тока	Соображения о потенциале растворимости металлов Сопоставление электрохимич. эквивалентов	Электролиз и его применение с растворимым анодом	Электрохимич. рафинировка Cu, Ni Электролит. разделение благородных металлов
III. Огненное рафинирование расплавленных металлов				
A. Разложение на составные части простым нагревом	См. **B**, III	См. **B**, III	Получение высоких $t°$, см. **B**, III	

Подразделение процессов	Теоретические обоснования		Практич. применение и типы аппаратуры и оборудования	
	общие	частные	общие случаи	частные случаи
1) Разложение на сплав и пар	Теория дистилляции смеси	Давление паров чистых металлов As, Zn, Cd, Hg и их сплавов	Дистилляционные устройства для получения дистиллата Улавливание дымов и их переработка	Дистилляция Zn » Cd » Hg Выделение As
2) Разложение двух несмешивающихся расплавов	См. **B**, III, A, 2	См. **B**, III, A, 2		Выделение Zn из соединений Pb Выделение Pb из соединений Cu
3) Выделение кристаллич. составных частей из расплава	См. **B**, III, A, 3	См. **B**, III, A, 3		Выделение Cu, Ag, Bi, Zn из соединений Pb
B. Разложение химич. путем	См. **B**, III	Ряд химич. сродства жидких металлов к O, S, Cl, F, C и теплота реакций		
1) Восстановление	Теория восстановительных процессов		См. **B**, III	
2) Окисление атмосферным воздухом и др. газами	Теория последовательного окисления металлич. смесей Теория реагирования между расплавами металла и шлака	Равновесие между металлич. и окисленным расплавом Диаграммы состояния шлаков Соображения о $t°_{пл.}$ шлаков и других важных их свойствах		Бессемерование и т. д. стали Рафинирующие переплавки Cu, Ni, Ag и т. п. Удаление Zn из Pb парами воды
3) Окисление разными солями и химикалиями	Теория обмена между сплавами и их солями в расплавленном состоянии	Соображения о равновесном состоянии металлов с их солями Ряд химич. сродства металлов и металлоидов		Очищение металлов переплавкой с добавками Процесс Харриса
IV. Рафинирование электрохимическим путем	См. **B**, IV	См. **B**, IV	См. **B**, IV	Получение Al из Al-Cu-Si
V. Рафинирование нагревом в твердом состоянии	См. **B**, V	См. **B**, V	См. **B**, V	Рафинировка стали Пудлингование Ковкий чугун
D.—Синтез сплавов Сплавление	См. **B**	См. **B**		
I. Образование химич. соединений в водных растворах (выделение сплавов химич. путем)	См. **B**, I	См. **B**, I	См. **B**, I	Получение сплавов введением одного металла в раствор другого, например осаждение цементированным железом
II. Электрохимич. осаждение сплавов из кислотных растворов	см. **B**, II и **C**, II Законы, связующие состав и потенциал растворения сплавов	Сопоставление ряда электролитич. потенциалов растворения сплавов	См. **B**, II и **C**, II	Прямое получение сплавов, см. **B**, II
III. Получение сплавов в расплавленном состоянии	Кинетика металлич. систем в расплавленном состоянии Сродство металлов между собой Термохимия	$t°_{пл.}$ и $t°_{кип.}$ металлов	Получение высоких $t°$ в печи, см. **B**, III Предохранительный покров (шлака)	
A. Прямой синтез металлов (включая метод соприкосновения)		Соображения о растворимости, скорости растворения и диффузии металлов одного в другой	Применение предварительных сплавов, ферросплавов, сплавов Cu Шихтовка	Амальгамация благородных металлов

Силикатный (известково-трепельный) фибролит приготовляют с теми же заполнителями, что и магнезиальный фибролит, но для связывания применяют не магнезиальный цемент, а известково-вяжущее вещество. Древесную шерсть, перемешанную со стружками, поливают известково-трепельным раствором, тщательно перемешивают и прессуют. Прессование не отличается от прессования магнезиального фибролита, только щиты для форм делают из железа. Запаривание имеет целью ускорить химич. реакцию между CaO и активным SiO_2 трепела и образование гидросиликата извести $CaO \cdot SiO_2 \cdot 2^1/_2H_2O$ при повышенных $t°$ и давлении. Для запаривания применяют котлы, аналогичные употребляемым при производстве силикатного кирпича. Давление пара в котле держат 8 *atm*. Продолжительность запарки ~ 10 ч. Пропаренные плиты освобождают от форм и подвергают высушиванию в сушилках в течение 48 ч. при $t°$ 100—110°. Технические свойства фибролитов приведены ниже в таблице.

Технические свойства фибролитов.

Фибролит	*1	*2	*3	*4
Магнезиальный	300—350—400	0,065—0,11—0,13	3,5—5—8*5 2,5—4—5	8—11*5 5—7
Силикатный	100—150—500	0,13—0,15—0,18	7,5—10	10

*1 Объемный вес, *кг/м*³. *2 Коэф. теплопроводности. *3 Сопротивление на сжатие, *кг/см*². *4 Сопротивление на изгиб, *кг/см*². *5 Первые цифры относятся к образцам испытанным перпендикулярно к направлению прессования, а вторые цифры—к образцам, испытанным параллельно направлению прессования.

Фибролиты применяют для наружных стен как утеплители утоненных стен, как заполнители каркасных систем, как элемент сборной конструкции для перегородок, для кровельных покрытий. Развитие производства фибролитов в виду их ценных технич. свойств на базе соответствующего сырья должно принять большие размеры.

Гипсолитовые плиты. Материалом для их приготовления служат: в качестве вяжущего вещества штукатурный, полуводный гипс, алебастр $CaSO_4 \cdot {}^1/_2H_2O$ и в качестве заполнителя камыш, шлак, торф-сфагнум, опилки, песок, гравий, бумага, картон и т. п. Различают типы гипсолитовых плит. а) Алебастровые плиты представляют собой слой гипса с 5—10% заполнителя (шлак или опилки) толщиной 7—10 *мм*, покрытый с одной или двух сторон бумагой или картоном. Такой листовой алебастр обладает объемным весом 1 300—1 400 *кг/м*³ и временным сопротивлением на изгиб до 65 *кг/см*². б) Алебастр с заполнениями—плиты из алебастра (штукатурного гипса) с соответствующими заполнителями. Приготовляют их путем затворения алебастра водой, введения принятого заполнителя, быстрой разливки по формам и высушивания при $t°$ 25—40° в течение 36—48 ч. Алебастра берется 40—60%, заполнителя 60—40% и воды не менее 60%. Технич. свойства полученного продукта находятся в зависимости от примененного заполнителя, причем принимают: коэф-т теплопроводности 0,20, сопротивляемость на сжатие не менее 30 *кг/см*² и на изгиб—не менее 15 *кг/см*². Объемный вес 700—1 200 *кг/м*³ в зависимости от наполнителя (шлак, торф, песок и опилки). в) Алебастровые армированные плиты, из к-рых наиболее известны алебастро-камышевые, или «диферент», содержащие в качестве арматуры сплетенные щиты из камыша (маты). «Диферент» с содержанием 50% камыша имеет объемный вес 700 *кг/м*³ и сопротивляемость на изгиб 24 *кг/см*². Применяют гипсолитовые плиты для устройства переборок, утепления теплых полов, потолков, плоских и наклонных крыш, для обшивки деревянных конструкций под штукатурку в качестве конструктивного материала. Размеры гипсолитовых плит и досок: длина 1,0—1,5—2,0—3,0 *м*, ширина 0,30—0,40—0,80 *м*, толщина 3—6—8—10 *см*.

Соломит и камышит представляют собой плиты из отпрессованных и прошитых проволокой пучков соломы или камыша. Прессование производят на винтовых или механизированных горизонтальных или вертикальных прессах, для увязывания проволоку употребляют диам. 1,8 *мм*. Соломит и камышит изготовляют в виде щитов размером 2,2×0,75 *м*, толщиной 12,5 *см* при прессовании в 2,5—3,3 *кг/см*². На щит соломита идет свежей сухой соломы 43 *кг* (годовалой 37 *кг*), проволоки на увязку 0,45 *кг* и на прошивку 0,14 *кг*. На 1 *м*² камышита толщиной 6,5 *см* расходуется 18 *кг* камыша и проволоки 0,75 *кг*. Технич. свойства: соломита—об. вес 180—220 *кг/м*³, коэф. теплопроводности 0,04—0,05, сопротивление на сжатие ~ 12 *кг/см*², сопротивление на изгиб 8,8 *кг/см*²; камышита—объемный вес 220—270 *кг/м*³, коэф. теплопроводности 0,04—0,06, сопротивление на сжатие и изгиб тождественны с показателями для соломита. Прочность зависит от степени прессования. Применяют соломит и камышит в качестве термоизоляционного заполнителя для каркасных систем жилых и промышленных зданий, складов, сараев, бараков, для перегородок, перекрытий, кровель и т. п. М. б. применен для внутренних стен, черных полов как конструктивный материал. Громадные сырьевые ресурсы соломы и весьма большие заросли камыша указывают на необходимость более быстрого развития указанных производств.

Сфагнит—плиты из мало разложившегося торфа. Готовится он путем измельчения в естественном влажном состоянии указанного торфа, и в дальнейшем — путем перемешивания, прогрева паром, пропитывания смолистыми веществами, формования и высушивания. В сфагнитовых плитах содержание влаги доводится от 90 до 15%; объемный вес ~200 *кг/м*³, коэф. теплопроводности 0,032, малая влагоемкость, ничтожная гигроскопичность. К отрицательным свойствам сфагнита относятся поражаемость домовыми грибками и неогнестойкость. Имеет в строительстве те же применения, что и торфолеум.

Торфолеум представляет собой торфяные плиты, спрессованные без добавления вяжущих веществ и подвергаемые специальной сушке при $t°$ 170—180° в течение 12 часов. Плиты торфолеума имеют размер 1,0×0,5 *м*, толщину 2—6 *см*, коэфициент теплопроводности 0,03 — 0,05, сопротивляемость на сжатие 4—5 *кг/см*², влагоемкость до 180%, малая гиг-

Подразделение процессов	Теоретические обоснования		Практич. применение и типы аппаратуры и оборудования	
	общие	частные	общие случаи	частные случаи
B. Чисто химич. превращения	См. B, III, B		См. B, III	
1) Превращения в металлич. системах	Теория статики и кинетики в многолегированных системах	Соображения о взаимном сродстве металлов между собой		$FeSi + Mg \rightarrow MgSi + Fe$ $FeMn + Cu \rightarrow CuMn + Fe$
2) Превращения в полуметаллич. системах	Теория, см. B, III, B	См. B, III, B		Образов. амальгам из сернистых руд
3) Термитные и аналогичные им реакции.	Теория, см. B, III, B	См. B, III, B		Получение сплавов Al из Al и металлич. солей, сплавов Pb (со свинцовым катодом)
IV. Электрохимич. процессы	Теория, см. B, IV	См. B, IV	См. B, IV	Получение амальгамы Ba и др. См. B, II, C
V. Процессы при высоких $t°$ в твердом состоянии A. Прямой синтез (сухое спекание)	Теория реакций твердых веществ между собой и газами Отделение твердой фазы от жидкой на основании учения о состояниях сплавов Влияние $t°$ и p		Печи и приборы для спекания	Получение сплавов трудноплавких металлов, как то: Mo, W и т. п.
B. Цементация	Теория процессов диффузии в кристаллич. состоянии	Соображения о скоростях диффузии твердых металлов одного в другой	Печи для цементации	
E.—Покрытие и наплавление	Теория Значение и коэф. прилипания металлов Травление	Соображения о средствах травки	Приспособления для травки	
I. Путем химич. реакций в кислотных растворах	Теория получения покрытия из кислотных растворов Преимущества и недостатки сравнительно с горячими способами			Позолота, омеднение, посеребрение, никелировка, хромирование, кобальтирование
II. Путем электрохимич. процессов в кислотных растворах (гальванопластика)	См. D, II	См. D, II	Гальванопластич. установки и аппаратура	
III. Путем процессов с расплавленным металлом A. Прямой синтез	См. D, III, A	См. D, III, A		
1) Покрытие погружением	Теория сродства металлов между собой	Структура оболочки Соображения об устойчивости оболочки и возможности гальванич. воздействия между металлами	Цинковальни, лудильни и их оборудование	Оцинковка, лужение, освинцование, покрытие латунью
2) Обрызгивание			Машины для обрызгивания и подсобные аппараты	Лужение, освинцование, омеднение покрытие латунью и алюмин.
3) Пайка	Теория Значение химич. сродства между припоем и подкладкой Определение и разграничение сварки от пайки	Структура слоя пайки Соображения о $t°_{пл.}$ припоя Соображения о средствах пайки	Паяльный инструмент	Пайка благородных металлов Твердые припои для Fe, Cu и аналогичных металлов и сплавов Мягкие припои для белых металлов Флюсы для белых и других сплавов

Подразделение процессов	Теоретические обоснования		Практич. применение и типы аппаратуры и оборудования	
	общие	частные	общие случаи	частные случаи
4) Сварка	Требования, предъявляемые к процессу сварки	Соображения о структуре сваренного шва	Аппаратура и машины для газовой и электр. сварки	Твердая, мягкая сварка Флюсы
B. Покрытие, сопровождаемое химич. реакциями				Напр. покрытие Al медью из расплава соли меди
1) Покрытие расплавленным металлом				Безуспешно до сего времени
2) Пайка			Напайка массы металла	Мало применяется
3) Сварка			Термитная сварка	В большом ходу для стали
IV. Путем электрохимич. процессов с расплавленными металлами				Мало развито
V. Путем нагревания металлов в твердом или пластическом состоянии 1) Плакировка	Теоретич. данные Реакции между подкладкой и оболочкой	Соображения о $t°_{пл.}$ металла и сплава	Способ плакировки	Позолота, серебрение, хромировка, покрытие Mo, W
2) Сварка под молотом			Аппаратура и машины для сварки в пластич. состоянии	Сварка Al, Fe (горновая)
3) Обработка металлов парами и газами		Соображения о скорости диффузии газов в твердые металлы		Шерардизация, цементация, силицирование, алитрирование, нитрирование
F.— Выделение металлов из сплавов	См. C	См. C		
I. Химич. выделение в водных растворах	См. C, I	См. B, I	см. B, I	Разделение благородных металлов при помощи к-т
II. Электрохимич. разделение в водных растворах	См. C, II	См. C, II	Аппараты для электролитич. осаждения металлов	Разложение сплавов Cu, Ag или Pt с анодным растворением
III. Химич. выделение из расплавленных сплавов	См. B, III	См. B, III	См. B, III	
A. Прямое выделение 1) Расплавлением и испарением	См. C, III, A, 1	См. C, III, A, 1		Разделение Cd - Zn
2) В двух разделяющихся слоях сплава	См. C, III, A, 2	См. C, III, A, 2		Разделение Pb-Zn, Bi - Zn. Pb - Cu
3) Разделение на основании ликвации	См. C, III, A, 3	Равновесное состояние амальгамы Диаграммы равновесия Pb-Ag, Pb-Bi, Pb-Zn и др.		Выделение высокоплавких металлов из белых металлов Разложение амальгам

роскопичность; об. вес 200—400 *кг/м³*. Применяется для термоизоляции кирпичных, каменных и деревянных стен или заполнений каркасных систем, для утепления чердаков, холодильников и т. п.

Торфофанера представляет собой слой плиточного торфа-сфагнума, оклеенного с двух сторон по горячему способу фанерными покрышками. В настоящее время торфофанера выпускается окаймленная деревянной рамкой, которая предохраняет торф от загрязнения и высыпания, что придает ей большую прочность в конструктивном отношении. Размер торфофанеры 1×1 *м* при толщине 3—7,5 *см*. На 1 *м³* торфофанеры идет: 1,68 *м³* торфа-сырца, 0,16 *м²* фанеры 3-*мм* или 5-*мм*, 2,5 *кг* альбумина. Коэффициент теплопроводности 0,045, об. вес 200—240 *кг/м³* при толщине плиты в 4 *см*, ~ 300 *кг/м³* при толщине в 3 *см*. Торфофанера применяется как термоизолятор и утеплитель в каркасных конструкциях стен, в перекрытиях, перегородках, а также как утеплитель бетонных, кирпичных и каменных стен.

Инсорит—плиты, получаемые из соломы путем переработки ее на папп-машинах по способу картоноделательного производства. а) Строительный соломенный картон листами размером 4—5 *м²* и толщиной 12 *мм*. Сопротивляемость на сжатие 80 *кг/см²*, на растяжение 40 *кг/см²*. Применяется для термоизоляции и утепления стен, потолков, переборок, заполнения щитов стандартного строительства, обшивных каркасных систем. б) Строительный войлок изготовляется, так же как и строительный картон, из соломы, но технологич. процесс производства этого войлока проходит по более упрощенной схеме. Поступает на рынок в виде рулонной ленты шириной в 60—90 *см*. Строительный войлок имеет коэф. теплопроводности 0,039. Применяют для утепления кирпичных и деревянных стен, потолков, переборок, а также водопроводных труб, труб центрального отопления и т. п.

Морозин представляет собой плиты, изготовляемые прессованием соответственно обработанной льняной костры. Для изготовления 1 *м³* морозина требуется 2,5 *м³* костры и подмети льна и 12—18 *кг* NaOH. Коэф. теплопроводности морозина 0,043—0,052; довольно устойчив против гниения. Применяют морозин для утепления каменных, кирпичных и деревянных стен, перекрытий, для термоизоляции (вместо пробки) холодильников, изотермич. вагонов. Базой для его развития должны явиться посевы льна-долгунца.

Шевелин представляет собой стеганые матрасики в виде длинных полотнищ, полученных из отбросов льняного производства. Сырьем служат пакля, низкие номера кудели, непрядовые короткие льняные волокна. Очищенное от костры волокно из паклеочистительных машин поступает на кардочесальные машины. Обычно холст готовится длиной 3 *м*, шириной 1,5—2,0 *м* и толщиной 12,5 *мм*. Этот холст сшивают на особых пошивочных столах с непромокаемой бумагой. Стеганые полотнища готовят кусками в 25 *м* длиною. Коэф. теплопроводности 0,038—0,05. Применяют шевелин для термоизоляции изотермич. вагонов, для утепления утоненных стен, перекрытий, переборок и т. п.

Асбозурит представляет собой порошок, состоящий из смеси трепела с асбестом. Для изготовления берут 70—75% порошка трепела и 30—25% асбеста V и VI сортов и тщательно перемешивают в дезинтеграторе. При употреблении затворяют на воде и в виде массы набрасывают при помощи лопатки на поверхность. Применяется для термич. изоляции паропроводов сухопарников, паровых котлов и т. п., но при $t°$ не свыше 220°. Его коэф. теплопроводности 0,09 при $t°$ 50° и 0,16 при $t°$ 220°. Пробковые плиты представляют собой спрессованную и пропитанную вяжущим веществом измельченную пробковую кору. В качестве вяжущего вещества служит гипс или специальное вяжущее пробковое вещество. Выделывают пробковые плиты размером от 0,33 *см* × × 1 *м* до 0,50 *см* × 1 *м* при толщине 1—16 *см*. Об. вес их 50—200 *кг/м³*, коэф. теплопроводности 0,042—0,05. Применяют их для термической изоляции изотермических вагонов, холодильников и т. п.

Лит.: Байков А., Исследование над каустич. магнезитом, 1913; Каустич. магнезит, «Научно-исслед. ин-т норм и стандартов строит. пром-сти», М.—Л., 1931, серия 57; Фибролитовые плиты, там же, 1931, серия 56; Розов В., Фибролиты, «СП», 1929, 4—5; Лапшин П., Основные данные по производству фибролитовых плит на магнезите, М.—Л., 1932; Гогин Ф., Соломит и камышит, Москва, 1931; Вологодский Б., Новые строительные материалы и их применение, М.—Л., 1932; Богданов Н. и Петров В., Новые строительные материалы, М.—Л., 1932; Дюрнбаум Н., Торфоизоляционные плиты, «СП», 1929, 9; Андреевский В., Торфофанера, там же; «СП»; «Строительные материалы», М.

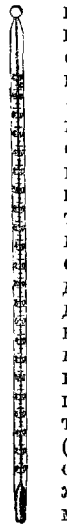
В. Тарарин.

ТЕРМОМЕТРИЯ, измерение теплового состояния тел, т. е. температуры. Под словом термометр понимают прибор, предназначенный для измерения не очень высоких $t°$, причем условной границей их принимается 600° (см. *Пирометрия*). Для устройства термометров пользуются различными свойствами тел, являющимися однозначными функциями их $t°$. Главнейшие, получившие распространение в технике и в лабораторной практике, типы термометров следующие. 1) Основанные на тепловом расширении жидкостей или твердых тел, происходящем при постоянном давлении. Сюда относятся жидкостные термометры, наполненные ртутью, спиртом и другими жидкостями, и биметаллич. термометры. 2) Термометры давления, основанные на изменении давления газа или жидкости внутри замкнутой оболочки при изменении ее $t°$. 3) Электрич. термометры двух родов: а) основанные на изменении эдс термопары и б) основанные на изменении электрич. сопротивления проволоки чистого металла с $t°$.

Каждый жидкостный термометр заключает в себе три части. 1) Резервуар («шарик»), имеющий чаще всего цилиндрическую или шарообразную форму, вместе с припаянным к нему капилляром, т. е. весьма узкой, просветом в несколько десятых *мм* (и даже менее 0,1 *мм*), трубкой, изготовленной из стекла или прозрачного кварца, как и самый резервуар. 2) Наполняющую резервуар и капилляр жидкость, т. н. термометрическую жидкость. Чаще всего это ртуть. 3) Шкалу с делениями на градусы и их доли или их кратные. Шкала м. б. нанесена на отдельной непрозрачной стеклянной металлической или бумажной полоске, непосредственно прилегающей к капилляру и заключенной в одну общую с капилляром оболочку из стекла или кварца (термометр «со вложенной шкалой»). Она м. б. также нанесена на самом капилляре, к-рый в этом случае изготовляется

Подразделение процессов	Теоретические обоснования		Практич. применение и типы аппаратов и оборудования	
	общие	частные	общие случаи	частные случаи
B. Химич. разделение 1) Сплавление в чисто-металлич. системах (выделение металлов металлами)	Теория равновесия и выделения в многофазных системах См. **C**, III, B, 1	Сообразование с соответствующими диаграммами равновесия многофазных систем	См. **C**, III, A, B	Разделение Ag-Pb при помощи Zn; выделение Sn и Sb из их сплавов с Bi и Pb при помощи Fe. (FeMn) + Cu → → (CuMn) + Fe
2) Выделение при помощи газов или паров	См. **C**, III, B, 2	См. **C**, III, B, 2		Разложение сплавов частичным окислением
3) Выделение расплавленными солями или другими химикалями	См. **C**, III, B, 3	См. **C**, III, B, 3		Переработка старого металла с реагентами $Zn + SnCl_2 = Sn + ZnCl_2$; $Pb + SnCl_2 = Sn + PbCl_2$
IV. Электрохимич. выделение из расплавов	См. **C**, IV	См. **C**, IV	См. **C**, IV	Мало применяется
V. Разделение в горячем состоянии в твердом виде	См. **C**, V	См. **C**, V		
A. Прямое выделение, частью испарением	Теория распадения сплавов на кристаллич. и газообразные фазы	Соображения о диссоциации в зависимости от p и $t°$ соответствующих кристаллич. сплавов	См. **B**, III, A, 1	Разложение амальгам Отделение Zn от Ag Удаление Cd из сплавов
B. Химич. выделение при помощи паров или газов	Теория равновесия между кристаллич. сплавами и неметаллич. парами	Соображения о равновесии и сродстве между твердыми металлами и парами металлоидов		Продувка Cu-Zn, Cu-Sn
G. — Придание формы металлу в жидком состоянии	Знание свойств металлов	Соображения о правильной конструкции отливок		
A. Формовка			Подготовка земли и формовка Машинное формовочное оборудование	
B. Расплавление	Теория смешиваемости жидких металлов Термохимия металлич. систем Значение растворимости газов в разливаемых металлах	Соображения: о смешиваемости жидких металлов, о $t°_{пл.}$, скрытой теплоте плавления и смешения металлов, о растворимости газов в чистых и легированных металлах	Плавильные печи, тигли; защитные устройства	Литье из чугуна, стали и никеля Монель-литье Медное литье Бронзовое » Латунное » Литье белых металлов Алюминиевое литье Магниевое литье Литье под давлением Sn, Zn, Pb, Al и т. д. и их сплавов
C. Разливка	Теория застывания расплава, образования центров кристаллизации и скорости кристаллизации Значение изменения объемов при кристаллизации Образование усадочных раковин, сегрегация и ликвация Значение $t°$-ного интервала застывания	Соображения о диаграмме застывания литейного сплава, о плотности и расширении, усадке и ликвации литейных сплавов и металлов	Литейные для отливки в формовку, в коккиль и под давлением или в вакууме Машинные литейные установки	
D. Очистка			Обрубочн. машины. Очистка песком. Травление	
E. Выдавка нитей		Соображения о давлении истечения металлов и сплавов	Приборы для выдавки металлич. нитей	Выдавка W нитей и т. д.

в виде весьма толстостенной трубки (п а л о ч н ы й т е р м о м е т р, фиг. 1). Иногда шкала термометров первой категории не бывает заключена в общую с капилляром оболочку. Так напр., устроены комнатные термометры. Изменение $t°$ резервуара термометра и связанное с этим изменение объема термометрич. жидкости и сосуда вызывает движение ее столбика в капилляре, причем вследствие ничтожного просвета его даже незначительному изменению объема жидкости соответствует заметное смещение ее мениска. Измерение температуры сводится к отсчету его положения на шкале. Простота устройства явилась причиной весьма широкого распространения жидкостных термометров. Ртутные стеклянные термометры применяются преимущественно в области от —39° ($t°_{отв.}$ ртути) до +357° ($t°_{кип.}$ ее при 1 *atm*). У термометров для $t°$ до +280° в верхней части капилляра обычно делается вакуум; для более высоких $t°$ во избежание ее дистилляции над ртутью создают давление до $^1/_2$ *atm*. Чтобы сделать ртутный термометр пригодным для измерения $t°$ выше 357°, верхнюю часть капилляра, к-рая имеет сильно раздутую форму, наполняют инертным газом (напр. азотом), сжатым под давлением от 7 до 50 *atm*. Тогда ртуть остается жидкой значительно выше своей нормальной $t°_{кип.}$, и термометр делается годен для $t°$ до 400, 500, 600°. Граница применимости здесь определяется свойствами термометрич. стекла, гл. обр. точкой его размягчения. Одно из хороших иенских стекол «Supremax-Glas» применимо до 650°. Плавленый кварц годится до 750°. Ртутные термометры для $t°$ выше 360° требуют особенно тщательного изготовления, в противном случае термометр делается негодным уже после непродолжительного употребления вследствие загрязнения канала капилляра или ртути.



Фиг. 1.

Не всякий сорт стекла пригоден для изготовления термометров. Термометрич. стекло должно не только обладать достаточно высокой точкой размягчения, но даже и в области более низких $t°$ (0—100°) должно еще отличаться достаточным постоянством, чтобы была обеспечена в известных пределах неизменность показаний термометра. Если систематически наблюдать в течение недель и месяцев показание свежеизготовленного термометра в тающем льде, то обнаруживается постоянное медленное повышение показаний термометра, т. н. в е к о в о е п о д н я т и е н у л я. Оно происходит вследствие незначительного сжатия резервуара термометра, благодаря чему часть ртути переходит в капилляр. Это сжатие, имеющее место несмотря на то, что термометр находится постоянно при мало меняющейся комнатной $t°$, в конце-концов прекращается. Если термометр в течение короткого времени выдержать при более высокой $t°$, напр. при 100°, и затем быстро охладить до нуля, то окажется, что н у л е в а я т о ч к а т е р м о м е т р а лежит ниже, чем наблюденная до нагревания: н у л ь т е р м о м е т р а испытал нек-рое понижение, к-рое называют д е п р е с с и е й н у л я. Оно происходит от того, что резервуар термометра, расширившийся после нагревания, не сразу принимает свой первоначальный объем. Если термометр оставить при комнатной $t°$, депрессия постепенно исчезает. В этих двух явлениях и выражается т е р м и ч е с к о е п о с л е д е й с т в и е в стекле. Величина депрессии и векового поднятия нуля является мерилом качества термометрич. стекла: годны лишь сорта стекол, обладающие незначительной депрессией—порядка нескольких сотых долей градуса. Обширные работы по изысканию термометрических стекол были произведены герм. фирмой Шотт в Иене. Естественно, что немногие из огромного числа испробованных сортов были найдены пригодными; особенно удачным оказалось стекло под фабричным номером 16^{III}, получившее всемирное распространение. Оно идет преимущественно на изготовление термометров до 360°. Весьма близкое по составу и качеству к иенскому 16^{III} стекло изготовлено в 1925 г. и в СССР. Из других стекол можно упомянуть англ. «Kew-Glass» и франц. «verre dur». Этого рода стекла иногда еще называют «нормальными» стеклами. Чтобы ускорить протекание явлений термич. последействия в стекле, термометр подвергают процессу и с к у с с т в е н н о г о с т а р е н и я. Этот процесс состоит в выдерживании термометра известное время при $t°$ выше тех $t°$, для к-рых термометр предназначен. Так, высокоградусные термометры выдерживают при $t°$, близких к $t°$ размягчения стекла. Подвергнутый этому процессу термометр при употреблении обнаруживает только незначительные изменения показаний, связанные с незначительной для нормальных стекол депрессией. Процесс искусственного старения вызывает значительное поднятие нуля, достигающее до 20° и более для высокоградусных термометров, поэтому рекомендуется его производить до наполнения термометра ртутью.

Существует большое количество ртутных стеклянных термометров, напр. термометры химич. от 0 до 360° с делениями на 1°, термометры



Фиг. 2.

нормальные лабораторные с делениями на 0,1° и на 0,2°, термометры «с укороченной шкалой» (фиг. 2), снабженные раздутиями капилляра, малого размера, для измерений в небольшом интервале $t°$. Довольно твердо установились типы ртутных термометров для специальных целей. Сюда относятся глубинные опрокидывающиеся термометры, калориметрические и бекмановские (см. *Бекмана термометр*), служащие для измерений небольших разностей $t°$ с делениями на сотые доли градуса, максимальные термометры, в частности максимальные медицинские термометры, наконец высокоградусные термометры, наполненные азотом под давлением.

Для *градуировки* (см.) ртутных стеклянных термометров их сравнивают с н о р м а л ь н ы м т е р м о м е т р о м, т. е. таким, ошибки показаний к-рого известны, незначительны и к-рый отличается достаточным постоянством.

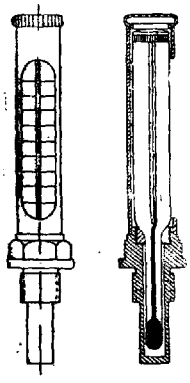
Подразделение процессов	Теоретические обоснования		Практич. применение и типы аппаратов и оборудования	
	общие	частные	общие случаи	частные случаи
H.—Придание формы металлу в твердом состоянии	Значение механических свойств Раздавливаемость и пластичность металлов			
I. Изготовление порошков			Машинные установки	Порошки Al, Cu, Fe и т. д.
II. Обработка режущими инструментами: сверление, обточка, строгание, фрезеровка	Обрабатываемость режущими инструментами Теория резания Методы испытаний	Цифровые данные по обработке режущими инструментами Соображения о наивыгоднейших формах инструментов и параметрах резания	Станки для обработки металлов	Механическая обработка деталей из всяких металлов
III. Деформирование	Теория деформации, ее влияние на свойства Упрочнение Горячая и холодная обработка давлением	Цифровые данные о деформации, давлении истечения, степени упрочнения в некоторых металлах и сплавах	1. Нагревательные печи с индивидуальным или методич. подогревом 2. Специальные механизмы: молоты, прессы и т. п.	
A. Ковка, штамповка, процесс Маннесмана	Теория ковки Испытание течения металла Значение t°	Структура кованого изделия	а) Молоты б) Ковочные механизмы в) Стан Маннесмана	Изготовление отдельных частей из стали, железа, латуни и легких сплавов
B. Прокатка (листов, фасонная)	Теория прокатки Учение о течении металла	Структура прокатного металла	Прокатные станы Калибровка для сортового и листового металла	Изготовление листового крупного профильного сортового черного и цветного металла и металлич. катаных труб
C. Волочение	Теория протяжки Исследование протягиваемости	Структура протянутого металла	Волочильные станы для проволок, труб, штанг и т. п.	Изготовление круглой и фасонной проволоки, волоченых труб и штанг из черных и цветных металлов
D. Выдавливание	Теория истечения Испытания истечения металла		Прессы Дика	Изготовление труб и мелкого сложного профильного цветного металла Вольфрамовые нити
E. Изгиб	Теория изгиба Распределение напряжений Изучение изгиба		Гибочные машины (бульдозеры) Машины для проволочных изделий	
F. Изменение структуры деформацией	Теория изменения структуры в зависимости от деформации			Улучшение качеств проковкой, волочением и т. д.
G. Изменение физич. и механич. свойств от деформации	Законы влияния деформации на свойства металла			
I.—Улучшение физических и механич. свойств термич. обработкой	Теория термич. обработки Условия и связь с диаграммами состояния	Диаграммы равновесия и состояний обрабатываемых сплавов	Печи для термообработки Охладительные устройства Закалочные устройства Отпускные ванны	

Вышеуказанные явления термич. последействия делают необходимым поверку термометров. Поверку нормальных термометров, служащих для градуировки, всего целесообразнее производить в центральных лабораториях, обладающих соответствующим специальным оборудованием. В термометрах для измерения низких $t°$ термометрической жидкостью служат подкрашенный алкоголь (до −70°), толуол, петролейный эфир. Для $t°$ от −100° до −200° применяют пентан. Эти жидкости в большей или меньшей степени смачивают стекло, и поэтому необходимо достаточное выдерживание термометра при измеряемой $t°$, чтобы дать жидкости стечь со стенок капилляра. Для изготовления максимального ртутного термометра применяют искусственное сужение капиллярного канала, не препятствующее движению ртутного столбика при повышении $t°$ и вызывающее его разрыв и застревание в канале при охлаждении. Такой прием употреблен в медицинских термометрах. Сужение капиллярного канала достигается или посредством впаивания к дну резервуара стеклянного штифта, острие к-рого входит в капилляр, оставляя для прохода ртути кольцевое пространство, или посредством сплющения капиллярной трубки резервуара, вследствие чего капиллярный канал в этом месте разделяется на два узких канальчика. Другой способ состоит в том, что внутрь капиллярного канала над столбиком ртути помещают железный стерженек, движущийся вместе с ртутью при ее подъеме и остающийся на месте при ее спадении (фиг. 3). Аналогичный принцип применяется в спиртовом минимальном термометре, причем вместо железного стерженька берется стеклянный, который остается на месте при подъеме алкоголя и увлекается им при падении $t°$. Сикс соединил оба термометра—максимальный и минимальный—в один.

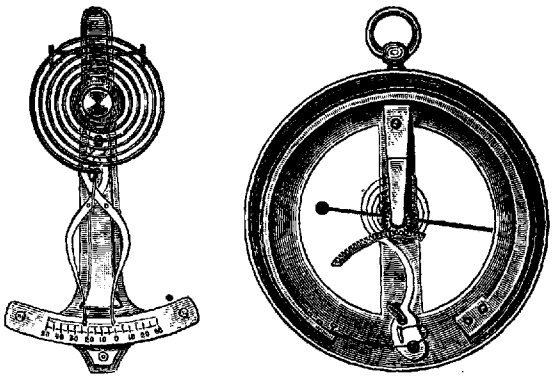


Фиг. 3.

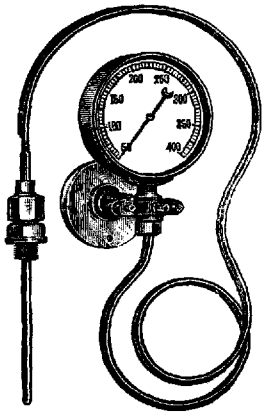
Особо точные термометры палочного типа, служащие для прецизионных работ, имеют шкалу со строго равномерными делениями и капилляр хорошего калибра. Определение поправок этих термометров и приведение их показаний к термодинамич. стоградусной шкале представляют работу метрологич. характера, которая под силу лишь специальным ин-там. Таковым является Всесоюзный ин-т метрологии и стандартизации (быв. Главная палата мер и весов). Ртутные стеклянные термометры, служащие для измерений на производстве, снабжаются для удобства монтажа металлич. оправой. Такие термометры дают правильные показания только при рациональной конструкции оправы и пригодны для измерения температуры жидкостей и насыщенных паров. Вопрос об их применении для измерения температуры перегретых паров в настоящее время нельзя считать окончательно выясненным. Одна из конструкций оправ показана на фиг. 4.

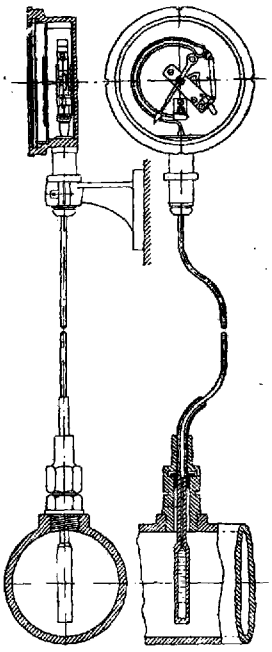

Фиг. 4.

Биметаллический термометр (фиг. 5) основан на разности тепловых расширений двух различных металлов, к-рая вызывает изменение кривизны двух спаянных вместе металлич. стержней или пружин. Если один конец такой системы закрепить, то другой конец при изменении $t°$ совершает перемещение, к-рое посредством рычажного механизма передается указателю, движущемуся по шкале. Для постоянства показаний термометра необходимо, чтобы изменение формы не сопровождалось явлением упругого последействия. Термометр градуируется путем сравнения с нормальным.


Фиг. 5.

Термометры давления (иначе тальпотазиметры) устраиваются двух типов. Первый тип аналогичен ртутному стеклянному термометру и состоит из стального резервуара, наполненного ртутью и соединенного с манометром через узкий стальной капилляр (⌀ не >0,5 *мм*). Изменение внутреннего давления ртути на стенки пружины манометра, вызываемое изменением $t°$ резервуара, отмечается на шкале манометра, к-рая градуируется на градусы (фиг. 6 и 7). Действие другого типа термометра давления, называемого термометром Фурнье, основано на давлении насыщенного пара жидкости, к-рое для данной жидкости является ф-ией только $t°$. Резервуар такого термометра наполняется частично жидкостью с высокой или низкой $t°_{кип.}$ в зависимости от


Фиг. 6.


Фиг. 7.

Подразделение процессов	Теоретические обоснования		Практич. применение и типы аппаратов и оборудования	
	общие	частные	общие случаи	частные случаи
I. Старение	Теория выпадения структурно свободной фазы при атмосферн. $t°$			Старение дюралюмина
II. Закалка	Теория распадения твердого раствора при критических $t°$			Закалка стали
J.— Учение о состоянии металлов и сплавов				
I. Чистые металлы A. Структура литых металлов B. Структура деформированных металлов	Теория строения кристаллов чистых металлов Полиморфизм, аллотропия, $t°$ превращения	Цифровые данные о $t_{пл.}$, $t_{кип.}$, $t°$ превращения (см. *Спр. ТЭ*, т. II)	Основа всей Т. м. и всего металловедения	
II. Двойные сплавы A. Структура литых сплавов B. Структура деформированных сплавов	Теория состояния металлов на основе гетерогенной статики Теория кристаллизации на основе гетерогенной кинетики Теория структуры деформированного сплава	Диаграммы состояния и особые соображения о двойных сплавах		
III. Тройные сплавы	То же	То же о тройных сплавах		
IV. Многократные сплавы	То же	То же о многократных сплавах		

крупное значение имеют: а) прокатка листов (очень тонкие 0,1÷0,5 *мм*); б) применение листовой штамповки (умение хорошо конструировать такие штампованные изделия); в) штамповка с очень малыми припусками, доводка до точных размеров холодной прессовкой—чеканкой; г) изготовление холодной обработкой очень чистых поверхностей (грубо обработанная рабочая поверхность обладает меньшей выносливостью на усталость; холодная обработка с неравномерным снятием стружки по обрабатываемой поверхности должна избегаться); д) отливка под давлением без дальнейшей обработки; е) умение манипулировать с большими массами металла (100 250 *т* в штуке) при нагреве, охлаждении и других технологических процессах; ж) правильная термическая обработка; з) выбор надлежащего сплава для изделия.

Лит.: см. при соответствующих статьях ТЭ. К общему циклу Т. м.—Die metallische Werkstoff, hrsg. v. W. Guertler, B. 1, Lpz., 1929. **Н. Грачев.**

ТИГЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС, тигельное производство, производство тигельной стали, процесс получения стали путем плавки ее в небольших сосудах (горшках), или *тиглях* (см.), изготовленных из особой высокоогнеупорной массы. Т. п. является наиболее древним из всех существующих способов получения стали в жидком (расплавленном) виде, или т. н. литой стали.

Промышленное получение тигельной стали началось в половине 18 века в Англии (Шеффильд), быстро распространилось в других государствах и достигло своего наибольшего развития в начале прошлого века. Однако это производство никогда не имело большого масштаба и ограничивалось получением только наиболее дорогих и ответственных сортов инструментальной стали, оружия, предметов военной обороны, ответственных машинных частей и фасонных отливок. С развитием других более дешевых способов получения литой стали (бессемеровской, томасовской, мартеновской) и особенно с развитием производства электростали Т. п. начинает терять свое значение и в настоящее время постепенно сходит со сцены.

Особенности Т. п. Плавка в тиглях дает возможность получить все виды самой ответственной углеродистой и специальной (легированной) стали за исключением мягких малоуглеродистых сортов. Преимущества Т. п.: 1) отсутствие окислительной атмосферы дымовых газов, воздействующих непосредственно на металл; 2) восстановительное действие углеродистого вещества, входящего в состав массы тигля (графит, кокс); 3) особый состав шлака (низкое содержание окислов железа, высокое содержание SiO_2 и Al_2O_3); 4) возможность получения более полного равновесия между шлаком и металлом; 5) невозможность сильно перегреть и окислить металл. Недостатки Т. п.: 1) малый масштаб производства вследствие малого объема тигля (емкость тигля 25—35 *кг* стали); 2) громоздкость производства; 3) большое число периодически задалживаемых рабочих (подноска тиглей, разливка стали); 4) тяжелые условия работы (посадка и вынимание тиглей); 5) кропотливая работа по сортировке, резке и навеске шихты; 6) низкая производительность труда; 7) отсутствие процессов рафинировки (удаления вредных примесей) и необходимость работы на чистых и однородных шихтовых материалах (дорогая шихта); 8) невозможность свободно управлять процессом варки стали и необходимость работать по заранее установленной строгой и кропотливой рецептуре для получения стали заданного состава; 9) неоднородность состава стали в отдельных тиглях; 10) малая стойкость тиглей (1—2—3 плавки); 11) большой расход топлива; 12) затруднительность получения круп-

области измеряемых $t°$. Пространство над жидкостью заполнено ее насыщенным паром. Резервуар соединен металлич. капиллярной трубкой с пружиной манометра. Капилляр заполняется или той же термометрич. жидкостью, дистиллирующейся в более холодной трубке, или же жидкостью иного состава, играющей роль передатчика давления. При повышении $t°$ резервуара давление насыщенного пара ускоренно возрастает и вызывает смещение стрелки. Преимущество второго типа в том, что внутреннее давление в системе, а следовательно и показание термометра зависит только от двухфазной системы «жидкость—насыщенный пар» и не зависит от распределения $t°$ вдоль соединительной трубки. Иногда термометры 1-го типа снабжаются компенсационным приспособлением, устраняющим указанный недостаток, что однако сопряжено с усложнением конструкции. Термометры давления изготовляются для $t°$ от −30° до +750°. Для наполнения термометров выше 360° применяются ртуть, от +35° до +80°, эфир и т. п. жидкости. Относительно возможных ошибок при измерении $t°$ термометрами давления следует сказать то же, что и в отношении ртутных стеклянных термометров в металлич. оправах.

Об электрических термометрах, основанных на том же принципе, как и термоэлектрич. пирометр, см. *Пирометрия*. Кроме указанных в этой статье железо-константановых и никель-хромовых термопар для измерений в области более низких $t°$ широко применяются, особенно в технике, медно-константановые термопары и реже серебро-константановые. Медно-константановые термопары вполне надежно применимы до 350°, серебро-константановые—до 600°. Высший предел применения м. б. повышен при условии защиты от окислительного действия. Все термопары, за исключением платино-платинородиевых, не обладают свойством взаимозаменяемости, вследствие чего термопары из проволок разного происхождения д. б. отградуированы самостоятельно по постоянным точкам затвердевания чистых металлов или путем сравнения с нормальным прибором; пользование же приводимыми в литературе таблицами зависимости эдс от $t°$ может повлечь за собой значительные ошибки в измерении $t°$. Приблизительные значения эдс для термопар с константаном, содержащим примерно 58% меди и 42% никеля, при температуре холодных концов 0° даны в следующей таблице.

Значения эдс (в mV) для некоторых термопар в зависимости от $t°$.*

$t°$	Медь—константан	Серебро—константан	Железо—константан
100	4,3	4,2	5
300	15,1	14,4	17
500	27,6	26,3	28

* По данным Мюнхенской физ.-техн. лаборатории.

Зависимость эдс E_t от $t°$ в пределах 0—600° для термопар из неблагородных металлов с достаточной для практики точностью м. б. выражена параболич. ф-лой:

$$E_t = a + bt + ct^2.$$

О поправке на $t°$ холодного спая см. *Пирометрия*. Медно-константановая и железо-константановая термопары применимы и для измерения $t°$ ниже 0°, вплоть до −185°. Зависимость эдс от абсолютной темп-ры T в этой области дается интерполяционной ф-лой вида

$$E_T = AT\ln\left(1+\frac{T}{B}\right) + C.$$

Электрич. термометр сопротивления основан на возрастании с $t°$ электрич. сопротивления проволоки из чистого металла. Если эта зависимость известна, то, обратно, измеряя электрич. сопротивление, можно определить $t°$. Металлом, наиболее пригодным для изготовления термометров сопротивления, оказалась платина, к-рая почти исключительно и применяется. В пределах от −40° до +600° сопротивление R платиновой проволоки с весьма большой точностью следует квадратичному закону.

$$R = R_0(1 + at - bt^2).$$

Константы a и b в высокой мере зависят от чистоты платины, поэтому каждый платиновый термометр сопротивления требует особой градуировки. Для градуировки служат 3 точки: две из них $t°_{пл.}$ чистого льда и $t°_{кип.}$ чистой воды, т. е. 0° и 100°, а третья—одна из $t°_{кип.}$ или затвердевания чистых веществ, лежащих выше 100°. Чаще всего для этой цели применяется $t°_{кип.}$ чистой серы (444,55° при норм. давлении). Измеряя сопротивление R при этих трех $t°$, получают 3 ур-ия, необходимые для отыскания коэф-тов R_0, a, b в вышеприведенной интерполяционной формуле. Платиновый термометр сопротивления применяется для точнейших измерений $t°$, так как при помощи этой формулы им точнее всего воспроизводится термодинамическая шкала $t°$ в вышеуказанных весьма широких пределах $t°$. Для $t°$ ниже −40°, вплоть до −193°, применяется уже четырехчленная ф-ла

$$R = R_0[1 + At + Bt^2 + C(t-100)t^3].$$

В технике платиновым термометром сопротивления пользуются преимущественно для измерения $t°$ выше 0°, причем наивысший предел его применимости можно считать 900°.

Для измерения сопротивления применяется при работах с особо точными термометрами компенсационный метод, а при работе с технич. термометрами—метод мостика Витстона и омметра. По принципу *мостика Витстона* (см.) построены изготовляемые в СССР заводом «Пирометр» платиновые термометры сопротивления. Кроме платины для изготовления термометров сопротивления употребляют никель и железо. Они пригодны лишь для $t°$ до 300°. Их распространению препятствует то обстоятельство, что ничтожные примеси весьма значительно влияют на сопротивление, получение же чистых металлов сопряжено с большими трудностями. То же следует сказать о меди. Многие из вышеперечисленных типов термометров м. б. сконструированы в виде термометров «с дальним отсчетом», т. е. таких, к-рые показывают $t°$ среды или тела, расположенных вдали от наблюдателя, напр. печи, сушильной камеры и т. п. Сюда прежде всего относятся сигнальные термометры. Действующим элементом установки является ртутный стеклянный или металлич. термометр. В нижнюю часть резервуара ртутного стеклянного термометра впаивается платиновая проволока; то же самое делается в капилляре против какого-либо заданного штриха (одного или нескольких) шкалы. Если проволоки включить на батарею и звонок, то ртутный столбик при

ных отливок; 13) затруднительность выплавки мягких сортов малоуглеродистой стали вследствие науглероживающего воздействия вещества тигля; 14) как следствие всего вышеперечисленного—высокая стоимость производства тигельной стали.

Состав огнеупорной массы тиглей. Материал, идущий на изготовление тиглей, должен удовлетворять особенно строгим требованиям. Тигель д. б. достаточно огнестоек при высоких темп-рах, достаточно устойчив против химич. воздействия шлака при высоких $t°$ и достаточно прочен в механич. смысле (для выдерживания внутреннего давления металла и внешних усилий, например при вынимании тигля из печи); состав массы большой партии тиглей д. б. одинаков для того, чтобы влияние состава тигля на ход плавки и состав металла не вызывали бы необходимости менять установленную рецептуру шихтовки на отдельные сорта стали. По составу массы тигли можно разбить на графитные и шамотные. Первые являются более дорогими и применяются гл. обр. в Америке. Графитные тигли изготовляют из огнеупорной глины с добавкой 20÷75% графита. Шамотные тигли готовятся из огнеупорной глины, шамота (обожженной глины) или боя старых тиглей («череп») с добавкой графита или кокса. Такой состав представляется значительно более дешевым, особенно если принять во внимание, что тигель выдерживает обычно не больше двух плавок, а на самые ответственные сорта стали предпочитают для каждой плавки брать свежий тигель. Состав огнеупорной массы тиглей различных з-дов приводится в табл. 1.

Табл. 1.—Химический состав тиглей (в %).

Тигли	C	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO+MgO	Влажн. и летуч. вещества
Шамотные *1	—	53,92	40,57	—	5,28	5÷0,23
То же с графитом *2	12,13	50,80	29,78	1,42	1,97	3,57
То же *3	10÷13	49÷51	32÷33	3÷4	сл.	—
То же *4	18,5	50,0	29,0	2,5	—	—
Шамотные с коксом *5	18,6	53,2	25,8	1,0	1,0	—
Графитные *6	25,30	43,08	23,04	2,14	0,71	5,77
То же *7	30,00	13,10	23,00	2,30	0,50	—
То же *8	31,00	39,85	18,80	1,05	0,76	6,00
То же *8	40,43	24,63	27,89	1,78	—	—

*1 Опыты А. Брандта. *2 Завод б. Парвиайнен. *3 Завод Марлье, обыкн. *4 Завод Марлье, высшего качества. *5 Вестфальский з-д. *6 Златоустовский завод. *7 Обуховский завод. *8 Пермский завод.

Табл. 2.—Изменение состава массы тигля (в %).

Проба		C	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	P	S
Тигель новый		22,93	42,42	31,30	0,30	2,41	0,75	0,10	0,019
Тигель после 1-й плавки	Средний состав	20,95	44,90	32,30	0,90	2,45	0,36	0,09	0,04
	Внутренний слой	23,13	44,48	32,36	0,39	0,91	0,45	0,09	0,05
	Наружный слой	3,71	62,70	30,59	1,93	0,60	0,36	0,045	0,043
Тигель после 2-й плавки	Средний состав	13,72	53,06	32,28	1,42	1,00	0,40	0,07	0,02
	Внутренний слой	17,27	48,32	32,19	1,01	1,82	0,35	0,09	0,04
	Наружный слой	1,05	59,76	35,77	1,03	1,00	0,47	0,05	0,049

Толщина стенки тигля 25 *мм*; тигли шамотные с добавкой кокса.

Понятие об изменении состава массы тигля на внутренней и наружной поверхности его после одной и двух плавок дается в табл. 2. Состав шихты для тигельной массы различных заводов приводится в табл. 3.

Для изготовления хороших и стойких тиглей предпочтительно употреблять цейлонский графит пластинчатого строения. Однако такой графит очень дорог. Поэтому он заменяется другими более дешевыми сортами. Нек-рые заводы вместо графита применяют кокс. Тигли из основного материала (магнезита) не получили применения вследствие плохой их огнестойкости, т. е. потери прочности при высоких $t°$, несмотря на их огнеупорность.

Изготовление тиглей. От тщательности изготовления тиглей в значительной степени зависит успех работы и производственные показатели тигельной мастерской. Сырые материалы тщательно сортируют, размалывают, просеивают, смешивают в определенной

Табл. 3.—Состав шихты для тигельной массы.

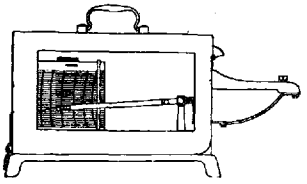
Наименование завода	Марка	Состав массы (в % по весу)						Емкость тигля в кг стали	Влажность массы в %
		графит	кокс	древесн. уголь	череп тигельн.	глина огнеупорная	шамот		
Обуховский	О	25	—	—	28	25	22	36	16
»	П	23	—	—	37	25	15	—	16
Пермский	З	27	—	5,8	—	33,6	33,6	26	25
Златоустовский	И	17,5	—	2	38,5	36,5	5,5	33	29
Ижевский (1907 г.)	І	—	20	—	—	40	40	—	22,5
Путиловский	Б	5,8	0,9	—	12,8	40	40,5	25	—
З-д б. Парвиайнен	—	16	2	—	—	41	41	29,5	—
» » »	—	6	1	—	13	40	40	—	—
» » »	—	22	1	—	—	38	39	—	—
» » »	—	—	5	—	12	41,5	41,5	—	—
Дюйсбургский	—	33	—	—	—	58,7	8,3	—	—
Гессенский	—	33	—	—	—	33	33	—	—
Бирмингемский	—	50	—	—	—	33	17 (песок)	—	—
Франц. департ. Луары	—	21	5,2	—	5,2	31,8	36,8	—	—
Кайфенберг. бр. Белер	—	33	—	—	—	33	33	—	—
Вестфальский	—	—	10	—	—	42	48	—	—
Шведский Эстерби	—	—	0,5	—	—	100 англ. бел. глин.	—	—	—

повышении $t°$ замкнет цепь тока и приведет в действие звонок (фиг. 8). Остальные термометры для дальнего отсчета показывают изменение $t°$ не скачками, как сигнальный, но непрерывно в известной области. Для передачи показания термометра на расстояние в термометрах давления капиллярная трубка удлиняется на желаемую длину, достигающую нескольких десятков *м*. Попытка приспособить для этой цели ртутный стеклянный термометр привела к построению термометров длиной от 1 до 3 *м* при длине шкалы, началок-рой находится не у резервуара, а вблизи верхнего конца термометра, не больше 500 *мм*. Эти хрупкие и громоздкие приборы могут давать достаточно точные показания лишь при тщательном изготовлении и при рациональном устройстве металлич. оправы, в к-рую они помещены. Это редко соблюдается, и термометры такого типа могут давать весьма большие ошибки даже при невысоких $t°$. Особенно удобными для передачи показаний на расстояние являются электрич. термометры, дальность отсчета к-рых почти не ограничена, т. к. указатель $t°$ соединяется с воспринимающим органом прибора электрич. проводами. Точно так же удобно осуществляется автоматич. запись в термометрах давления, электрических и биметаллических. Для этого подвижной орган прибора соединяется с пишущим острием, к-рое чертит кривую на бумаге, навернутой на барабан, приводимый в движение часовым механизмом. Система из барабана и термометра носит название термографа (фиг. 9).

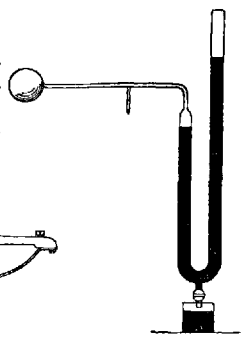


Фиг. 8.

Следует еще упомянуть о газовом термометре, к-рый имел и имеет весьма важное значение для практич. воспроизведения термодинамич. шкалы и применяется при точных исследованиях в этой области. Он весьма громоздок и труден в обращении, требует значительной затраты времени, и поэтому в огромном большинстве случаев при научных исследованиях его заменяют вышеописанным эталонным платиновым термометром сопротивления. По этим же причинам газовый термометр оказался непригодным для технич. измерений. Газовый термометр постоянного объема состоит из наполненного газом баллона (стеклянного, платино-платинородиевого и т. д.), присоединенного к U-образному ртутному манометру (фиг. 10). Баллон вводится в среду, $t°$ к-рой необходимо измерить. Газ приводится постоянно к одному и тому же объему, причем высота ртутного столба, необходимая чтобы уравновесить давление газа, позволяет измерить это последнее и по нему вычислить температуру.



Фиг. 9.



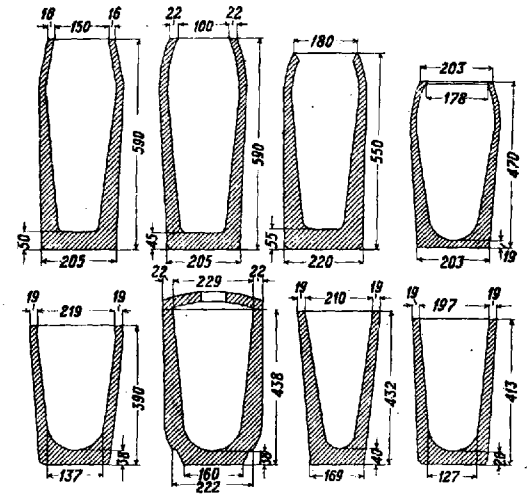
Фиг. 10.

Лит.: Кульбуш Г., Электрич. пирометры, М.—Л., 1932; Кноблаух О. и Геннинг К., Точные измерения температур в технике, пер. с нем., Л., 1931; Кейнат Г., Электрические приборы для измерения температуры, перевод с немецкого, Л., 1931; Henning F., Die Grundlagen, Methoden u. Ergebnisse d. Temperaturmessung, Brschw., 1915; Royds R., The Measurement of Steady a. Fluctuating Temperatures, London, 1921; Scheel u. Ebert, Fernthermometer, Halle a/S., 1925; Suhrmann E., Thermometrie, в книге Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik, Band 3, 1 Hälfte, Braunschweig, 1926.

В. Кондратьев.

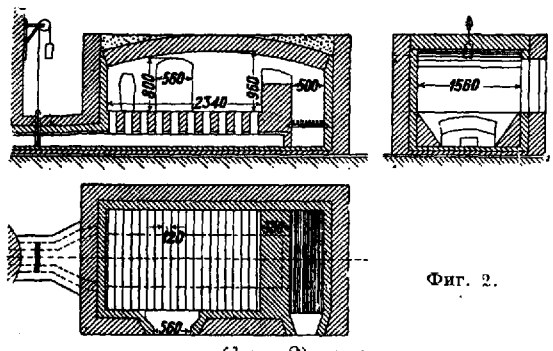
Метеорологические термометры, специальный тип термометров; применяются для измерения в «срочные часы» $t°$ и влажности воздуха и $t°$ на поверхности почвы и на различных глубинах, а также для определения $t°$, какая была между сроками (предельные $t°$). Для измерения $t°$ воздуха метеорологич. термометры обычно помещаются в психрометрич. будку, чтобы устранить резкие влияния на изменяемую $t°$ со стороны случайных местных условий (топография, почва, растительность, солнечное нагревание и пр.), или же пользуются особым прибором—психрометром Ассмана (см. *Гигрометр*). Метеорологич. термометры—чаще ртутные с цилиндрическим или шарообразным термометрич. сосудом или же для холодного сезона—спиртовые. Термометрическая шкала наносится или на самой трубке, содержащей капилляр, или на пластинке молочного стекла, заключенной в стеклянной оправе вместе с капилляром. Разделена шкала через 0,2° или через 0,5°, причем отсчеты ведутся с точностью до 0,1°. В настоящее время применяются две шкалы: Цельсия и Фаренгейта, последняя употребляется в странах, где господствующим языком является английский. В СССР для метеорологич. целей пользуются шкалой Цельсия. Каждый термометр снабжается специальным сертификатом (удостоверением), содержащим поправки, какие необходимо придать к полученному отсчету по прибору, чтобы получить истинное значение $t°$. Эти поправки получаются в Бюро поверок Главной геофизич. обсерватории в Ленинграде или в областных *обсерваториях* (см.). В результате сравнения при различных $t°$ метеорологич. термометра с термометром, принятым за эталон, все измерения температуры становятся сравнимыми между собой. Предельные термометры бывают максимальными и минимальными. Максимальный термометр, устанавливаемый в горизонтальном положении, служит для автоматического определения наибольшей $t°$ за определенный промежуток времени. Это обычный ртутный термометр, но вблизи термометрич. сосуда капилляр имеет сужение, затрудняющее свободный проход ртути. При повышении $t°$ ртуть входит в капилляр, но как только $t°$ начнет понижаться, в месте сужения произойдет разрыв ртутного столбика, и наиболее удаленный от резервуара конец столбика ртути показывает наивысшую $t°$ за данный период времени. После отсчета необходимо ртуть стряхнуть. Минимальный термометр, устанавливаемый также в горизонтальном положении, служит для автоматич. определения самой низкой $t°$ за определенный промежуток времени. Этот термометр спиртовой, причем внутри спиртового столбика помещен стеклянный штифтик с головками на обеих сторонах. При повышении $t°$ спирт свободно проходит мимо штифтика, оставляя его на месте; но при понижении $t°$, когда конец спиртового столбика коснется штифтика, то последний при дальнейшем пони-

пропорции, полученная масса иногда выдерживается (вылеживается) в специальных помещениях в течение нескольких недель для получения большей пластичности при формовке и большей прочности после обжига. Формовка тиглей производится или вручную или на приводных прессах (винтовых или гидравлич.). При тщательной работе ручная прессовка графитных и шамотных тиглей дает иногда даже лучшие результаты, чем формовка на механич. прессах. Размеры и форма тиглей приводятся на фиг. 1. Последующая операция сушки тиглей ведется весьма медленно и особенно осторожно в специальных помещениях с постоянной $t°$ и достаточно влажной атмосферой. Постепенно тигли переносят в более нагретые отделения сушильного помещения, и в конце сушки $t°$ их доводят до 55 —70°. Весь процесс сушки занимает от 3 до 4 месяцев (не менее 90 дней). Вес сухого тигля в среднем можно принять равным 50 % веса его металлической садки. Обжиг шамотных тиглей производится непосредственно перед плавкой в особых обжигательных печах,



Фиг. 1.

или каминах (фиг. 2), откуда тигли пересаживают в плавильные печи без охлаждения. Нагрев тиглей в каминах происходит в течение 5—9 ч. до $t°$ 900—1 200°. Обжиг графитных тиглей производится при $t°$ 1 300—1 400°.



Фиг. 2.

Шихтовые материалы тигельной плавки. Для возможности удобной загрузки в тигли шихтовые материалы должны подаваться в кусках размером не более 20—50 *мм*, длиной до 100 *мм*. С этой целью сырые материалы Т. п. подвергают предварительной операции измельчения, или резке. Иногда применяют круглые заготовки особой формы, отлитые из основной мартеновской стали. В этом случае бывает выгодно придавать заготовкам форму внутренней полости тигля, что дает более выгодное заполнение его объема. В случае работы на заготовке из сварочного железа или же мягкой мартеновской стали их прокатывают в виде полос и режут специальными ножницами на мелкие куски, или т. н. тигельную резку. Чугун, добавочные материалы и ферросплавы разбивают на мелкие куски вручную или на особых небольших копрах. По своему химич. составу шихтовые материалы д. б. очень однородны, не должны содержать вредных элементов (фосфора, серы, мышьяка, олова и т. д.), а также тех случайных примесей, к-рые, вообще говоря, не являются вредными, но которые м. б. нежелательными при производстве тех или иных сортов высококачественной стали. К числу таких примесей относятся никель, медь, хром и т. д. Наличие марганца в тигельной шихте также нежелательно по соображениям лучшей стойкости тиглей. При заметном содержании марганца в шихтовых материалах значительная часть его окисляется во время периода плавления, и образующийся жидкий марганцовистый шлак сильно разъедает шамотные стенки тигля. Поэтому содержание марганца в шихте Т. п. стараются иметь не выше 0,2—0,3%.

В прежнее время для Т. п. обычно пользовались чистой кричной заготовкой. Для этой цели куски кричного железа или стали прокатывали (или проковывали) в полосы, сортировали по содержанию углерода и пускали в плавку в виде нарезанных или надрубленных ломаных кусков. Хорошие результаты получались при работе на т. н. цементной стали с содержанием углерода до 1,0—1,5%. Наиболее дешевым и однородным шихтовым материалом для Т. п. в настоящее время следует считать чистую мартеновскую заготовку, прокатываемую из стальных слитков, специально выплавляемых для этой цели в основных мартеновских печах. Кроме мягкой мартеновской заготовки иногда пользуются основной мартеновской сталью с б. или м. значительным содержанием углерода (до 0,50—1,00%), с низким содержанием вредных примесей, а также с пониженным содержанием марганца. Мартеновскую заготовку для Т. п. предпочтительно получать из чистых чугунов путем их первого передела, без значительных количеств скрапа, т. к. в этом случае получается «первородный» материал, наименее «зараженный» различными посторонними примесями, постепенно концентрирующимися в скрапе и других отходах производства. Хорошую тигельную заготовку давал Аша-Балашевский завод (Юж. Урал). Чугун применяется в Т. п. в очень ограниченных количествах. Он д. б. чист в отношении вредных примесей (серы и фосфора) и должен содержать возможно меньше кремния и марганца. Этим требованиям удовлетворяют в полной мере только нек-рые сорта шведских чугунов. Для применения в Т. п. чугун отливается в виде довольно тонких плит с глубокими перпендикулярными насечками (бороздами), позволяющими легко разбить плиту на отдельные мелкие куски (кубики). Химич. состав наиболее типичных плавильных материалов Т. п. дан в табл. 4. Кроме указанных шихтовых материалов в Т. п.

жении $t°$ под действием поверхностного натяжения спирта будет увлекаться в сторону уменьшения отсчетов и остановится на показании низшей $t°$. После отсчета термометр необходимо повернуть вертикально кверху резервуаром и держать в таком положении, пока штифтик не дойдет до конца столбика спирта. Минимальным термометром можно пользоваться для определения $t°$ воздуха, если на станции не имеется специального спиртового термометра. Для измерения *влажности воздуха* (см.) применяют одновременно систему двух термометров, которые носят название психрометрических (см. *Гигрометр*). При пользовании метеорологическими термометрами для измерения $t°$ почвы на глубине (почвенные термометры) они вставляются в особые оправы и погружаются в трубки, закопанные в почву до определенной глубины.

Лит.: Руководство метеорологич. станциями 2 разр., Л., 1928. **В. Пришлецов.**

ТЕРМОС, сосуд, предназначенный для сохранения низкой или высокой температуры продукта, помещаемого в этот сосуд. Т. проник в Россию из Швеции еще в дореволюционное время, но в силу технич. отсталости того времени не нашел себе применения. Первая попытка московских молочных фирм для перевозки горячего молока была предпринята еще в 1918 г. Широкое распространение нашел Т. в Зап. Европе и США, гл. обр. по линии распространения сосудов небольшой емкости для семейного и индивидуального пользования.

Большое распространение получил термос в Германии во время войны 1914—18 гг., где немецкая армия организовала 5 000 кухонь с термосным хозяйством. В СССР массовое применение термосов началось в 1926—27 гг. при организации крупно механизированных предприятий общественного питания. Первый з-д в СССР, начавший выработку Т. емкостью в 36 *л*,—з-д Вулкан в Ленинграде. Развитие термосного хозяйства характеризуется выпуском продукции Т. по годам: в 1926 г.—100 шт., 1927 г.—1 000 шт., 1928 г.—6 000 шт. и 1929 г.—12 000 шт. В настоящее время Т. изготовляются в СССР рядом з-дов. В системе общественного питания сейчас насчитывается 100 000 шт.

Т. имеют применение: а) в предприятиях общественного питания для перевозки готовой пищи в горячем состоянии в столовые-распределители, где пища перед употреблением не подогревается; б) в лечебных учреждениях для раздачи пищи по корпусам и палатам; в) в домашнем обиходе для получения горячей пищи из общественных столовых; г) индивидуальные Т. для путешественников для сохранения напитков в горячем состоянии; д) для питания небольших групп рабочих, занятых на лесных, полевых и других работах. Т. при правильном своем применении не только сохраняет тепло или холод помещаемой в него пищи, но также доводит пищу до полной готовности, если пища в Т. была погружена в кипящем состоянии с $t°$ 100°. Доготовка в Т. может иметь место для таких блюд, как каша, картофель, рулет и т. д. Ряд приведенных испытаний показал, что Т. в состоянии сохранить необходимую $t°$ для пищи в течение 3 час. при потере от 8 до 10° в зависимости от рода изоляций. Однако перевозка готовой пищи в термосах, как и длительное ее хранение, отражается на вкусовых качествах и внешнем виде пищи. Пища перебалтывается, а иногда и прокисает.

В нек-рых случаях вместо перевозки горячей пищи в Т. могут перевозиться охлажденные полуфабрикаты (см. таблицу).

Наименование полуфабрикатов, перевозимых в Т., и срок их хранения.

Наименование полуфабриката	$t°$ полуфабриката	Срок хранения полуфабриката при $t°$ 17—20°
Мясо кусками	7—8	до 10 час.
Рыба фарш (рубка)	7—8	» 5 »
Мясо » »	7—8	» 7 »
Рыба кусками свежая	7—8	» 6 »
» » соленая	7—8	» 10 »
Пассированные овощи	7—8	» 4 »
Дробленые кости	7—8	» 15 »

Т. бывают: 1) цилиндрические, изготовленные из металла, с одним отделением, емкостью 12—36 *л*; 2) ящичные Т.—форма прямоугольников, деревянные, с одним или несколькими отделениями; 3) Т.-судки цилиндрические, металлические; 4) Т. бутылочные, стеклянные в металлич. оправе, различной емкости; 5) Т.-кухни, передвижные с топкой по образцу походных кухонь с доваркой пищи в пути при минимальных расходах топлива. Наиболее распространенный тип Т. в общественном питании—емкостью 36 *л*. Т. состоит из железного наружного кожуха *а* (см. фигуру) толщиной в 1 *мм*, в который вставляется внутренняя медная или железная луженая вставка толщиной в 1 *мм*. Вставка цельная без швов с сферич. дном. Верхний край вставки загнут и ко дну вставки прикреплен стержень с нарезкой. Между вставкой и наружным кожухом

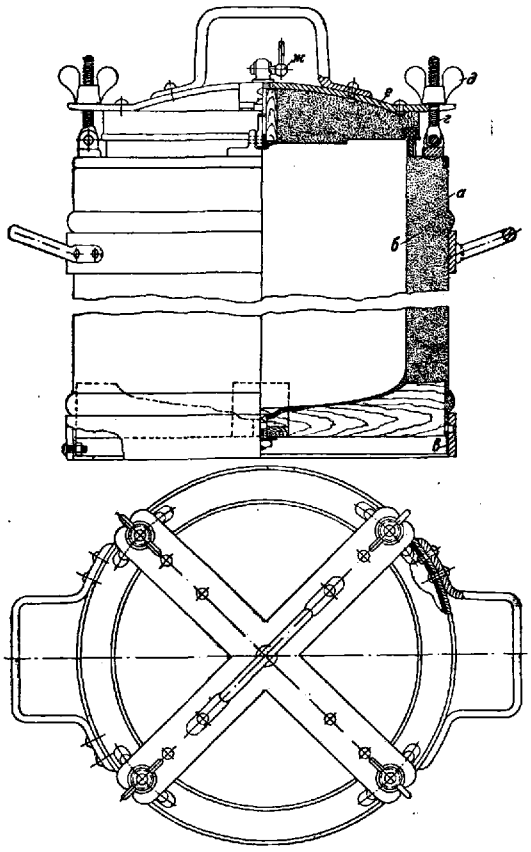
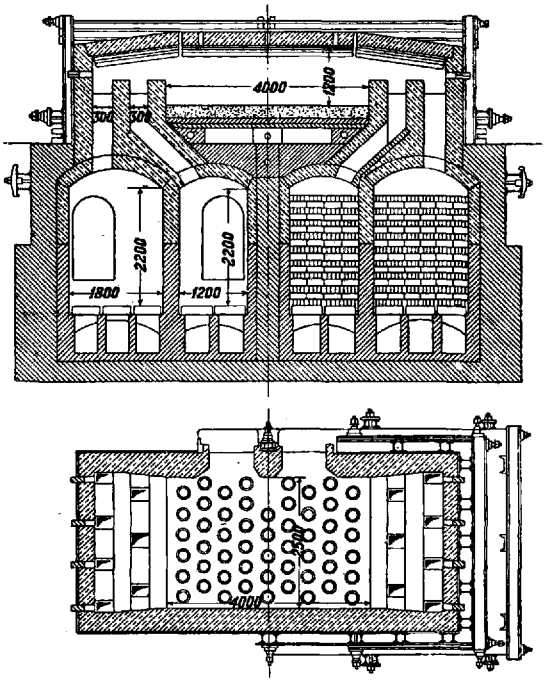


Табл. 4.—Химический состав шихтовых материалов Т. п. (в %).

Наименование и происхождение материала		C	Si	Mn	P	S
Чугун	шведский	3,5÷4,5	0,15÷0,50	0,10÷0,50	0,03	0,03
	штирийский	4,0	0,11÷0,24	0,8 ÷2,40	0,07	0,02
	уральский	3,75÷4,20	0,20÷0,50	0,5 ÷1,50	0,04	сл.
Кричное железо	шведское	0,06÷0,10	0,01÷0,08	0,06÷0,10	0,005÷0,03	сл.÷0,004
	уральское	0,10	сл.	0,02	0,04	0,007
Пудлинговое железо		0,07÷0,10	0,04	0,10	0,010÷0,015	0,002
Пудлинговая сталь	немецкая	0,80÷1,10	0,06÷0,12	0,13÷0,24	0,015÷0,020	—
	уральская	0,46	0,30	0,30	0,02	сл.÷0,007
Цементная сталь	шведская	0,88÷1,22	сл.÷0,02	0,02÷0,04	0,01 ÷0,02	сл.
	уральская	0,85	0,08	0,06	0,04	0,01
Мартеновская заготовка	мягкая	0,10	0,01	0,20÷0,30	0,004÷0,02	0,005÷0,01
	твердая	0,49	0,48	0,20	0,027	0,008

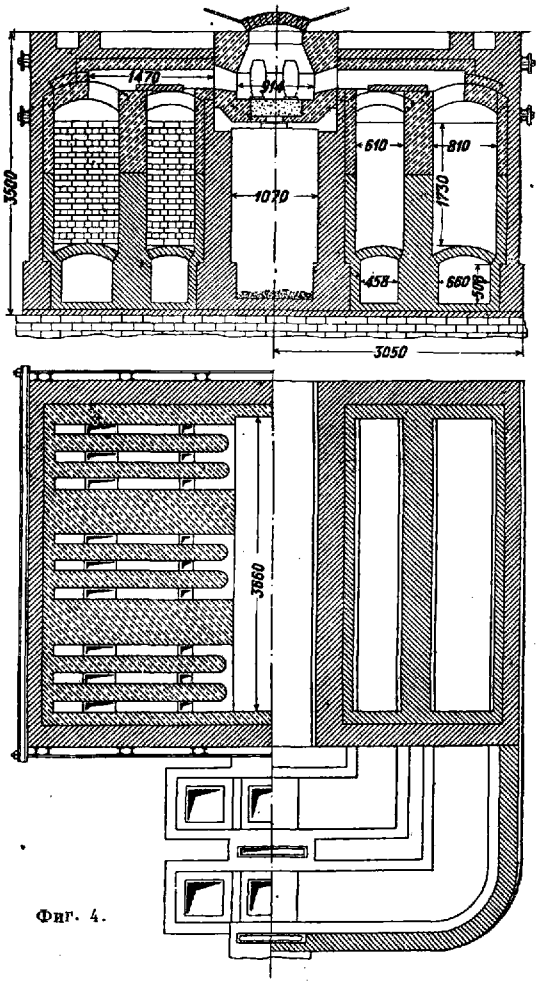
иногда приходится пользоваться отходами тигельной стали и ломом стали инструментальной (углеродистой и легированной). Эти отходы должны тщательно сортироваться по химическому составу (искровая проба и др.). Ферросплавы, применяемые в Т. п. (ферроманган, феррохром, феррованадий, ферромолибден, ферроникель и т. д.), должны быть чисты от содержания вредных и посторонних примесей.

Печи для Т. п. Наиболее простым и дешевым устройством для ведения Т. п. является плавильный горн. В настоящее время тигельные горны уже давно не работают на з-дах СССР, но в Англии они до последнего времени еще были в действии. Газовые регенеративные пламенные печи во всех отношениях являются более совершенными плавильными приборами. Для Т. п. чаще других применяют два типа печей: напольные тигельные



Фиг. 3.

печи, или печи нем. типа (фиг. 3), и печи колодцевые, или печи франц. типа (фиг. 4). Оба типа печей имеют регенеративные камеры и отапливаются генераторным газом из каменного угля или дров; расход каменного угля, сжигаемого в газогенераторах при работе тигельных печей, составляет 100÷150% от веса стали. Печи нем. типа представляются более удобными, т. к. позволяют избежать тяжелой ручной работы по выемке тиглей и дают



Фиг. 4.

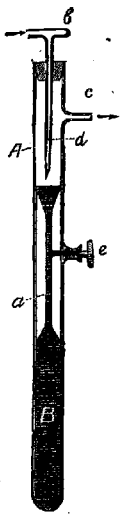
возможность легко заменить опасный для здоровья труд вынимальщиков сравнительно простыми механическими устройствами для выемки и посадки тиглей через боковые рабочие окна. Печи этого типа имеют больше места для посадки тиглей и больше свободного объема для развития реакций горения, чем отчасти и объясняется значительно меньший расход топлива в них (100÷115%) против печей франц. типа (150÷180%). Печи нем. типа дают больше удобств для наблюдения за тиглями, позволяют вести более равномерный и интенсивный нагрев

имеется зазор размером 27 *мм*, заполняемый изоляцией *б*. Изоляцией может служить: пробковая крошка, лузга гречневая, очесы шерсти, сухие древесные опилки, торф и другие подобные материалы. Внутренняя вставка устанавливается на деревянную крестовину, сквозь к-рую проходит железный стержень. Дном Т. служит железный диск *в* с загнутыми краями, прикрепляемый 4 болтиками к наружному кожуху. Внутренняя вставка скрепляется с дном кожуха путем привинчивания упомянутого стержня. Кожух Т. окован двумя железными обручами из полосового железа 30×5 *мм*. Один обруч находится у нижнего края Т., а второй обруч—у верхнего края Т., к к-рому прикреплены две ручки из круглого железа для переноски Т. В верхней части кожуха укреплены 4 задрайки *г* (болты на шарнирах с нарезкой), имеющие на себе барашки *д* для завинчивания. Крышка Т. *е* состоит из двух частей: а) наружная—железная крашеная, выпуклая, к к-рой прикреплены ручки из круглого железа и 2 накрест лежащие железные полосы с прорезями для задраек; б) внутренняя часть—медная или железная, луженая, имеющая углубление для резинового кольца,—прокладка. Между внутренней и наружной частями помещается изоляционный материал, после чего части крышки герметически запаиваются. Сквозь крышку в центре проходит трубка, на наружную часть которой привинчивается краник *жс*, открывающийся при вскрытии Т., для устранения создавшегося вакуума. Т. вмещает 48—50 порций жидких блюд и 100 порций картофеля, каши и т. д. Для перевозки кусков мяса, котлет, рыбы и т. д. в Т. вставляются 5 железных или медных луженых вкладышей, каковые устанавливаются один на другой. Вкладыши имеют закатанные под проволоку концы, проволочные ручки и крышку с ручкой. Полуда Т. производится периодически. Для выемки внутренней вставки при полуде освобождается стержень, снимается дно, высыпается изоляция. После полуды Т. снова собирается, причем изоляция обязательно предварительно высушивается. После сборки зазоры между дном и наружным кожухом промазываются суриком. Мытье Т. производится немедленно после освобождения от пищи как вручную, так и полумеханизированными термосомойками. Для мытья Т. применяется горячая вода с 1%-ным раствором щелока для омыления жиров, после чего Т. вторично споласкивается чистой горячей водой или паром. Во избежание ржавления железной вставки целесообразно просушивать Т.

Ящичный Т. состоит: а) из наружного деревянного ящика различных размеров, окрашенного водоупорной краской; б) внутренней обивки из лудильного или оцинкованного железа и изоляционной прослойки. Т. герметически закрывается деревянной крышкой. Судки Т. по конструкции напоминают большой Т., состоят из наружного металлич. кожуха и внутренней вставки с изоляционной прослойкой. В Т. вставляются судки из луженого железа или эмалированные, и Т. закрывается хорошо пригнанной крышкой без задраек. Бутылочный Т. имеет цилиндрич. форму с переходом в его верхней части на меньший диам. Изготовляется из тонкого стекла, двухстенный, покрытый амальгамой. Воздух между стенками выкачивается и отверстие заваривается. На узкую (верхнюю) часть бутылки надевается металлич. сферич. формы кольцо с нарезом. Бутылка устанавливается в железный прочный цилиндрической формы кожух. Бутылка закрывается пробкой и завинчивается сверху металлич. стаканчиком. Между стаканом и кожухом прокладывается гофрированная плотная бумага. Кухня-Т. сист. Рубашенко состоит из наружного кожуха с двойными стенками с изоляцией. Сосуд для пищи находится в водяной ванне, вода к-рой доводится до кипения от действия топки, помещенной внизу.

Б. Вильнкин.

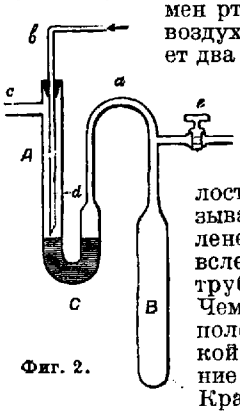
ТЕРМОСТАТЫ, аппараты и приборы, при помощи к-рых можно поддерживать постоянство $t°$ или автоматически изменять ее по заранее заданному закону. В зависимости от источника тепла различают два основных вида автоматич. регуляторов $t°$: регуляторы $t°$ для газового отопления и регуляторы электрические. К первой группе относятся регуляторы ртутные, воздушные, с кипящей жидкостью и металлические.



Фиг. 1.

Ртутный регулятор (фиг. 1) состоит из трубки, разделенной на две полости *A* и *B*, сообщающиеся между собою узким каналом *a*. Газовое топливо предварительно поступает по трубке *b* в полость *A* регулятора и из нее через патрубок *c* по шлангу подается к газовым горелкам. Полость *B* заполнена ртутью. При повышении $t°$ ртуть расширяется и переливается по каналу *a* в полость *A* и, дойдя до определенного уровня, закроет нижний конец трубки *b* и прекратит доступ газа к горелкам. Для того чтобы и при закрытии конца трубки *b* горелки не погасли совсем, служит небольшое отверстие *d*, через к-рое совсем небольшое количество газа будет все-таки поступать в полость *A* регулятора, а следовательно и к горелкам. В зависимости от того, какую $t°$ желательно поддерживать постоянной, изменяют глубину погружения трубки *b* в полость *A*. Для более тонкой регулировки служит винт *e*, при помощи которого можно изменять объем канала *a* и тем самым изменять высоту уровня ртути в полости *A*.

Регулятор $t°$ Бора (фиг. 2) аналогичен по принципу действия, но в этом регуляторе взамен ртути полость *B* заполнена воздухом. Трубка регулятора имеет два колена: широкое колено *C* наполнено ртутью, которая разделяет регулятор на две полости *A* и *B*. При повышении $t°$ воздух, находящийся в полости *B*, расширяется и, оказывая давление на ртуть в колене *C*, изменяет ее уровень, вследствие чего нижний конец трубки *b* закрывается ртутью. Чем ниже опущена трубка *b* в полость *A*, тем при более низкой $t°$ произойдет прекращение доступа газа к горелкам. Краник *e*, при помощи к-рого часть воздуха при его нагревании м. б. выпущена, служит для более тонкой регулировки $t°$.



Фиг. 2.

Конструктивное выполнение регулятора с кипящей жидкостью дано на фиг. 3. В этом регуляторе полость *B* заполнена до уровня

тиглей, но не допускают возможности производить завалку шихты в тигли, стоящие в печи, как это имеет место при печах франц. типа. В печах нем. типа металлическая шихта каждого тигля предварительно загружается в т. н. «бураки» (тонкостенные железные цилиндры небольшого размера) и нагревается одновременно с тиглями в каминах, затем нагретые материалы засыпаются в горячий тигель при посадке его в печь. В печах франц. типа шихта загружается холодной в горячие тигли, стоящие в печи. На америк. заводах применяют графитные тигли большого размера (36÷56 *кг* стали) и предпочитают работать в печах колодцевого типа. Тигли выдерживают 12—15 плавок. Расход топлива в америк. печах колодцевого типа приближается к расходу в печах нем. типа. Главными недостатками печей франц. типа являются: повышенный расход топлива, значительно более тяжелые условия труда (горячий пол мастерской, необходимость вынимать из пылающей печи тигель общим весом более 50 *кг*), малый объем рабочего пространства (опасность сжечь тигель, ближний к факелу пламени), более трудный надзор и уход за печью. В рабочем пространстве тигельных печей помещается от 30 до 60 тиглей емкостью 20÷45 *кг* (обычно 25÷35 *кг*). Продолжительность плавки достигает обычно 4—5 ч., а в исключительных случаях—8 ч. Выход годного металла от веса металлич. шихты составляет 95—97%. В печах нем. типа на каждый тигель приходится ок. 0,14 $м^2$ площади пода и ок. 0,23—0,27 $м^3$ объема рабочего пространства. В печах франц. типа относительный объем свободного рабочего пространства будет значительно меньше. Объем регенеративных насадок для тигельных печей можно принять равным 2,5—3 $м^3$ на 1 $м^3$ свободного объема рабочего пространства. Рабочее пространство этих печей выкладывается из динасового кирпича, а под набивается из кварцевого песка с добавкою огнеупорной глины. Под печей делается с небольшим уклоном (для возможности спуска стали, вытекающей из лопнувших, или т. н. б е г л ы х, т и г л е й), тигли устанавливают на невысокие подставки из шамотного кирпича для устранения их приваривания к подине и накрывают шамотными крышками с небольшим отверстием вверху.

Х и м и ч е с к и е р е а к ц и и Т. п. При обычных способах работы Т. п. является процессом физическим по преимуществу (переплавка металла); химич. реакции играют в нем подчиненную роль и имеют весьма ограниченное развитие. Весь процесс тигельной плавки можно разбить на три периода: 1) плавление, 2) кипение, 3) успокоение, или процесс «уварки стали». В течение первого периода наряду с плавлением металла идет образование шлака за счет плавления неметаллических частей шихты (флюсов), огнеупорной массы тигля и окисливших примесей металлич. садки. Для ослабления разъедающего действия шлака на стенки тигля и для получения определенного количества шлака в шихту обычно вводят нек-рое количество флюсов (песка, шамота, глины, стекла, доменного шлака и т. д.). Для уменьшения окислительных процессов, происходящих в начале плавки под влиянием кислорода воздуха, а также окалины, ржавчины и шлаковых включений, содержащихся в металлич. шихте, в тигель добавляется нек-рое количество углеродистых восстановителей (древесный уголь, кокс и т. д.). В начале Т. п. идут реакции:

I. $Fe + Fe_3O_4 = 4FeO$;

II. $Mn + FeO = MnO + Fe$;

III. $Si + 2FeO = SiO_2 + 2Fe$;

IV. $C + FeO = CO + Fe$.

Окислы железа и марганца в шлаках Т. п. образуют соединения типа бисиликата ($FeO \cdot SiO_2$ и $MnO \cdot SiO_2$), к-рые при высоких $t°$ только частично диссоциированы на FeO, MnO и SiO_2, а потому концентрация с в о б о д н ы х о к и с л о в ж е л е з а в тигельных шлаках будет очень н е в ы с о к а. При усиленном восстановлении в конце периода кипения идут реакции:

$$n FeO \cdot SiO_2 = FeO + SiO_2 + (n-1)FeO \cdot SiO_2,$$

$$FeO + C = CO + Fe.$$

V. $n FeO \cdot SiO_2 + C = CO + Fe + SiO_2 + (n-1)FeO \cdot SiO_2$;

шлак при этом становится кислее, а содержание свободных окислов железа еще больше понижается, поэтому шлак усиленно начинает растворять глинозем из стенок тигля. В отличие от темных (железистых) «сырых» шлаков начала процесса шлаки к концу второго периода приобретают другой вид и консистенцию сообразно с изменением их химич. состава. Такие стекловидные шлаки светлого цвета называются с п е л ы м и. Получение их при надлежащей $t°$ обеспечивает хорошую раскисленность тигельной стали. Наряду с восстановлением окислов железа при повышении $t°$ и при усиленном поглощении углерода из стенок тигля начинают развиваться реакции восстановления кремния и марганца:

VI. $SiO_2 + 2C = Si + 2CO$,

VII. $MnO + C = Mn + CO$.

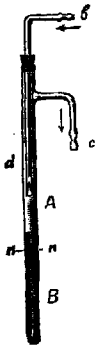
Последняя реакция (восстановления марганца) может получить очень небольшое развитие, т. к. шлаки Т. п. достаточно кислы (обычно значительно кислее бисиликата, содержащего 45% кремнекислоты), и концентрация в них свободной закиси марганца незначительна. Поэтому восстановление марганца при Т. п. наблюдается очень редко. Восстановление же кремния из кислых шлаков в присутствии металлич. железа идет сравнительно легко, и количество восстановленного кремния будет тем больше, чем выше будет $t°$ и чем значительнее будет содержание углерода в огнеупорной массе тигля. Усиленное восстановление кремния происходит также во время раскисления после прибавки в тигли ферромангана. Оно идет по реакции:

VIII. $3 SiO_2 + 2Mn = Si + 2MnO \cdot SiO_2$.

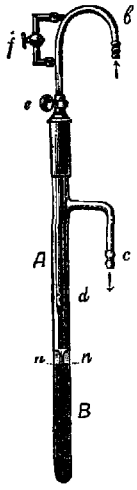
Указанная реакция идет с небольшим положительным (почти с нулевым) тепловым эффектом. В течение третьего периода производится выдержка стали при несколько пониженной $t°$ для лучшего отстаивания металла от газовых и шлаковых включений и для достижения более полного равновесия между шлаком и металлом в целях получения лучшей его раскисленности. Последовательный ход Т. п. можно видеть по представленным на фиг. 5 разрезам тиглей и застывшего в них металла в различные периоды процесса. Цифрами обозначено время (в час.) от начала плавки.

С о с т а в ш л а к о в Т. п. имеет весьма важное значение, и им гл. обр. определяется высокое качество тигельной стали. Особенно благоприятным в этом отношении следует считать высокое содержание глинозема, резко отличающее шлаки Т. п. от шлаков всех

nn ртутью, а поверх ртути находится жидкость, $t°_{кип.}$ к-рой соответствует той $t°$, к-рую хотят поддерживать постоянной, т. е. выбор жидкости обусловливается $t°$, при к-рой регулятор должен действовать. Для $t°$ 20—24° берут хлористый этилен, для $t°$ 30—40°—эфир, для $t°$ 40—60°—смесь алкоголя с эфиром, 60—75°—алкоголь, 75—90°—смесь алкоголя и воды, 90—100°—воду, 120—150°—смесь воды с анилином или чистый анилин. Пары жидкости при определенной $t°$ будут оказывать на ртуть давление и ртуть по спиральной трубке перельется в полость *A* регулятора и в зависимости от положения вставленной трубки *b* закроет доступ газа при той или иной $t°$. Для установки глубины опускания трубки *b* служит винт *e* (фиг. 4) и шкала, нанесенная непосредственно на самой трубке. Для изменения минимального количества газа, необходимого для того, чтобы поддержать горение при выключенном главном газопроводе, т. е. для регулирования количества газа, протекающего через отверстие *d*, трубку *b* снабжают двумя каналами: по одному (главному) подается газ к нижнему отверстию трубки, перекрываемому ртутью, а по второму каналу (вспомогательному), регулируемому краном *f*, подается газ к отверстию *d*. На фиг. 5 дан общий вид Т., выполненного в виде шкапа с водяной рубашкой, с газовыми горелками *a*, контрольным термометром *b* и регулятором *c*.

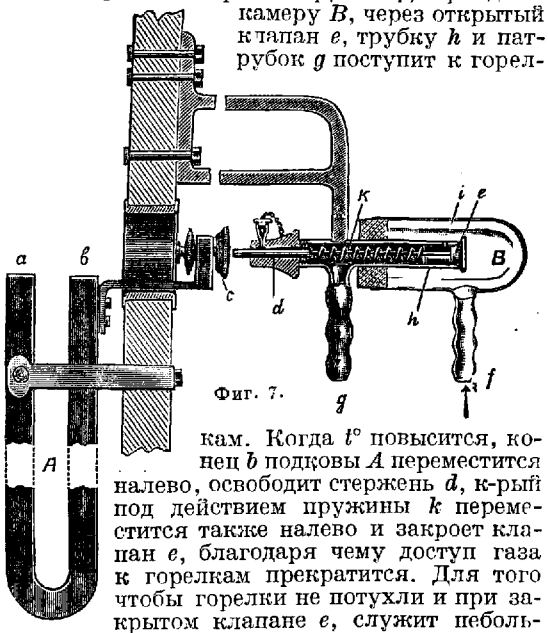


Фиг. 3.



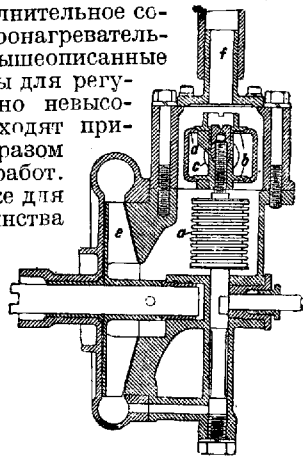
Фиг. 4.

Т. с газовым отоплением и с металлич. регулятором изображен на фиг. 6. Подковообразный стержень *A* регулятора, выполненный из двух слоев разных металлов (напр. цинк и железо), имеющих разные коэф-ты термич. расширения, находится внутри помещения, в к-ром требуется поддерживать постоянную $t°$. Металл, имеющий больший коэф. $t°$-ного расширения, расположен по внешней стороне подковы, так что при нагревании концы подковы *a* и *b* будут приближаться друг к другу. Конец *a* подковы (фиг. 7) жестко соединен со стенкой прибора, а конец *b* связан с регулировочным винтом *c*. При понижении $t°$ конец *b* подковы переместится направо и винт *c* переместит стержень *d* также направо, благодаря чему откроется связанный с ним клапан *e*, и газ из газопровода через патрубок *f*, пройдя в камеру *B*, через открытый клапан *e*, трубку *h* и патрубок *g* поступит к горелкам. Когда $t°$ повысится, конец *b* подковы *A* переместится налево, освободит стержень *d*, к-рый под действием пружины *k* переместится также налево и закроет клапан *e*, благодаря чему доступ газа к горелкам прекратится. Для того чтобы горелки не потухли и при закрытом клапане *e*, служит небольшое отверстие *i*, сделанное в трубке *h*. Металлич. регулятор описанной системы может с удобством быть применен и при электрич. отоплении; в этом случае винт *c* при перемещении конца *b* подковы замыкает или размыкает контакты и тем самым включает в цепь или выключает дополнительное сопротивление электронагревательного прибора. Все вышеописанные регуляторы пригодны для регулировки относительно невысоких температур и находят применение главным образом для лабораторных работ.

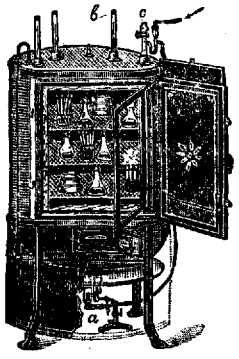


Фиг. 7.

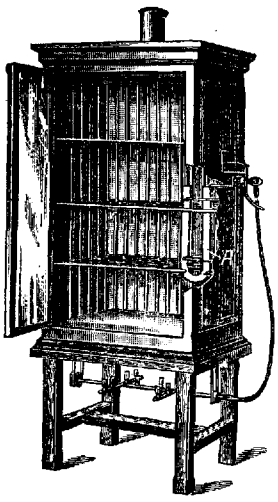
Т. применяют также для поддержания постоянства $t°$ воды, охлаждающей например цилиндры двигателя внутреннего сгорания. Конструктивная схема Т. для автомобильного двигателя дана на фиг. 8. Т. состоит из гофрированной тонкой медной цилиндрич. трубки, герметически закрытой и частично наполненной эфиром. С цилиндром *a* связан двойной уравновешенный клапан *b*. Вода из *радиатора* (см.) поступает через отверстие *c* в камеру *d* термостата, выходит из нее через клапан *b* и с помощью крыльчатого насоса *e* поступает в рубашки цилиндра. Из камеры Т. к рубашке *карбюратора* (см.) ведет проход *f*, который всегда находится в сообщении с насосом. Пока вода в рубашке двигателя холодная, клапан Т. закрыт, и поэтому нет циркуляции воды кроме как через рубашку карбюратора. Как только



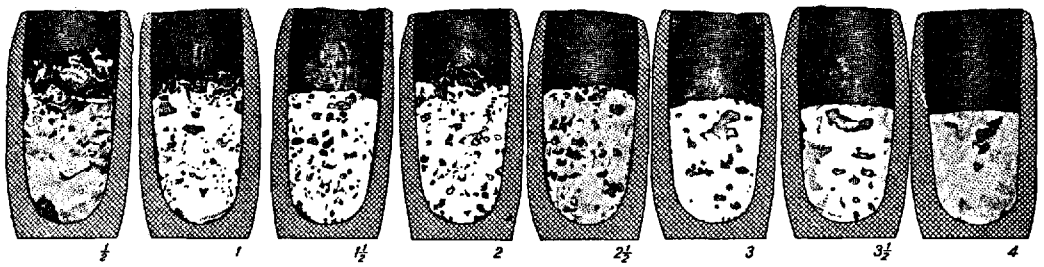
Фиг. 8.



Фиг. 5.


Фиг. 6.

других способов производства стали. Высокое содержание глинозема (до 25—30%) позволяет иметь значительно более низкое содержание окислов железа в шлаках Т. п. по сравнению с кислыми шлаками других производств. В табл. 5 приводятся составы шлаков Т. п. и для более наглядного сравнения типичные составы шлаков: пудлингового, бессемеровского, кислого и основного мартеновского и др.



Фиг. 5.

Табл. 5.—Химический состав шлаков тигельной плавки (в %).

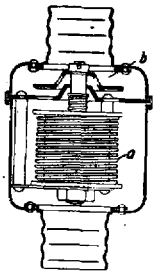
Характеристика шлака	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	Cr_2O_3	P_2O_5
Шлак конца плавки	41,40	28,80	—	1,08	21,01	1,27	сл.	—	—
» из ковша	56,50	13,30	10,30		9,00	2,10	?	2,60	—
» из нового тигля	45,60	31,20	11,60		5,00	2,80	?	3,80	—
» из старого тигля	48,30	15,80	23,00		3,50	2,80	?	2,90	—
» хромистой стали	51,70	32,10	4,70		6,80	0,10	?	4,40	—
» спелый	57,15	22,10	6,81		8,17	5,07	?	?	—
» несп.лый	53,69	9,60	17,53		7,61	4,92	?	?	—
» из старого тигля	55,03	29,97	0,60	2,60	9,47	1,15	0,61	0,32	0,23
» углеродистой стали	61,40	24.13	7,20		3,72	1,93	0,45	сл.	0,06
» хромо-никелевой стали	65,17	20,19	6,95		0,77	1,08	0,14	3,52	0,06
» бессемеровский	48÷53	1÷2,5	10÷35		10÷30	0,5	0,2	—	—
» кислый мартеновский	48÷53	1÷2	0,5÷1,0	20÷30	8÷15	1,5÷8	0,5÷1,0	—	—
» основной мартеновский	15÷22	1,5÷3,5	8÷17		8÷17	35÷48	7÷12	—	1÷7
» пудлинговый	15	2,5	8	61	2	0,5	1,0	—	4
» томасовский	6÷12	1÷3	8÷15		5÷10	44÷50	3÷6	—	18÷22
» из электропечи	8÷20	2÷3	0,5÷1,5		0,2÷0,5	55÷62	6÷12	—	—

Состав и назначение тигельной стали. Изменения состава стали, происходящие во время Т. п., зависят не только от состава исходных шихтовых материалов и $t°$-ных условий плавки, но и от состава огнеупорной массы тигля. Последний фактор сказывается различно в зависимости от состава стали. Так напр., при плавках на малоуглеродистую сталь в тиглях графитных и шамотных (с добавкой кокса) содержание углерода в стали увеличивается (иногда на 0,20%) против заданного состава шихты. При плавках на сталь высокоуглеродистую содержание углерода увеличивается не так сильно, а иногда даже несколько понижается. Тигли графитные и шамотные дают различный «пригар» и «угар» углерода. Тигли новые и старые также оказывают различное влияние. Подобное же влияние оказывают перечисленные выше факторы и на изменение содержания кремния. Графитовые и коксовые тигли дают заметное увеличение содержания кремния в металле (от 0,10 до 0,30%); в тиглях шамотных при невысоких $t°$ конца плавки кремний не восстанавливается, а выгорает. Содержание марганца обычно уменьшается, т. к. его обратное восстановление сильно затрудняется составом плака (см. выше). Поэтому в качестве раскислителя тигельной стали обычно применяется ферроманган, к-рый вводится или непосредственно в каждый тигель перед выпуском (при работе в печах франц. типа) или расплавляется предварительно в особом тигле и постепенно примешивается к металлу при выливании его из тиглей в разливочный ковш (при работе в печах немецкого типа). Для тигельной стали весьма характерным обстоятельством является возможность получить очень низкое содержание марганца (0,2—0,4%), что в нек-рых случаях следует считать довольно важным фактором при получении высоких качеств инструментальной и специальной (легированной) стали. Фосфор и сера при Т. п. не выгорают, наоборот, их содержание может даже несколько увеличиться за счет нек-рого угара (окисления) металлич. шихты и за счет поглощения небольших количеств серы и фосфора из материала тигля.

Все выше сказанное дает возможность судить о том, какую сложность представляет собой шихтовка Т. п., какое важное значение имеет опытная разработка правильной рецептуры на различные сорта стали с учетом всех факторов с их переменчивым влиянием и какое важное влияние оказывает постоянство состава тиглей и однородность металлич. шихты на состав и качество стали. Металл, получающийся в отдельных тиглях, довольно резко разнится по составу. Колебания процентного содержания углерода, кремния и марганца могут достигать 0,10—0,15%. Эта разница несколько сглаживается во время разливки, вследствие того, что обычно тигли сначала «сдваиваются», т. е. металл из каждого второго тигля переливается в предыдущий для уменьшения числа подач тиглей при разливке.

Разливка стали производится через особые разливочные воронки (при печах французского типа) или из обычных разливочных ковшей (при печах нем. типа). В последнем случае металл лучше перемешивается, и состав его выравнивается. Однако для этого необходима более высокая температура стали, с меньшим риском получаемая в печах немецкого типа.

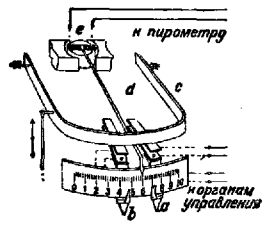
вода в рубашке двигателя нагреется и дойдет до Т., цилиндр *a* расширится, клапан *b* откроется и охлаждающая двигатель вода будет циркулировать через насос, радиатор и рубашку двигателя. В последнее время Т. стали устанавливать у выпускного отверстия рубашки двигателя, а не на линии впуска воды; конструкция его (фиг. 9) по существу та же. В виду того что при такой установке горячая вода из рубашки непосредственно поднимается к Т., последний работает более чувствительно. Кроме воздействия на циркуляцию охлаждающей воды в нек-рых конструкциях автомобилей Т. действует на жалюзи, к-рые при понижении *t*° воды закрывают проходы для воздуха в радиаторе и тем самым уменьшают охлаждающее действие радиатора. При наличии Т. *t*° охлаждающей воды поддерживается постоянной—ок. 70°.



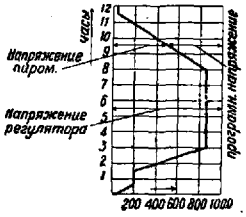
Фиг. 9.

Для тех случаев, когда требуется поддерживать высокую температуру в определенных интервалах, напр. при процессах термической обработки металлов, пользуются пирометрами с термоэлементами и связанными с ними электрорегуляторами, воздействующими на источник тепла.

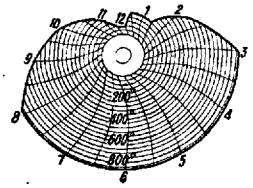
На фиг. 10 дана схема такого регулятора. Прибор имеет два контакта: максимальный *a* и минимальный *b*, связанные с приспособлением для регулировки поступления горючего. Эти контакты м. б. установлены для желательного *t*°-ного интервала. Замыкание контактов осуществляется скобой *c*, периодически опускающейся от часового привода на эластичный указатель *d* темп-ры, к-рый перемещается под действием тока от пирометра, пропускаемого через обмотку *e*, помещенную в магнитном поле; если в момент опускания скобы указатель *d* будет стоять над контактом, то произойдет замыкание; в противном случае замыкания происходить не будет. Контакты связаны с небольшими моторчиками, приводящими в движение запорные вентили топливопроводов. При электрич. печах контакты регулятора включают или выключают сопротивление току.



Фиг. 10.

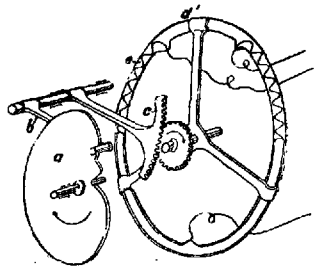


Фиг. 11а.



Фиг. 11б.

Кроме регулирования *t*° между определенными границами большое значение имеет при многих процессах регулирование *t*° по заранее заданному закону, т. е. достижение точного изменения *t*° по времени. Для этого устанавливают график *t*° (фиг. 11а). Обмотка в регуляторе находится под током суммарного напряжения, напряжения от тока термоэлемента пирометра и напряжения от второго источника с переменным сопротивлением (программный ток) из такого расчета, чтобы сумма напряжений тока оставалась постоянной и регулировалась бы в определенных пределах, как указано выше, замыканием контактов при помощи опускаемой скобы *c*. Если напряжение программного тока будет небольшим, соответственно бо́льшим д. б. напряжение тока от пирометра, и следовательно тем выше д. б. регулируемая *t*° напр. в печи. Зависимость напряжения программного тока от времени вычерчивают в виде диаграммы в полярных координатах (фиг. 11б), причем углы соответствуют времени, а радиусы—темп-рам. Эту диаграмму вырезают в виде шаблона и вращают его с помощью часового механизма. При вращении шаблона *a* (фиг. 12) с постоянной угловой скоростью ω опирающийся на него рычаг *b* будет подниматься или опускаться и с помощью зубчатого сектора *e* будет вращать кольцеобразную трубку *d'*, внутри которой помещено сопротивление в виде спирально завитой проволоки *e*. При повороте трубки *d'* находящаяся в ней ртуть будет перемещаться и изменять свободную длину спирали сопротивления и тем самым будет изменять напряжение проходящего через цепь регулятора тока и соответственно менять положение указателя *d* (фиг. 10) и замыкать максимальный или минимальный контакт.



Фиг. 12.

Лит.: Хельдт Р., Автомобильный двигатель, пер. с нем., ч. 2, М.—Л., 1932; Klimmer M., Technik u. Methodik d. Bakteriologie u. Serologie, B., 1923; Temperaturüberwachung u. Regelung bei Metallbearbeitung, «Die Werkzeugmaschine», B., 1933, Jg. 37, H. 7. **Б. Ширин.**

ТЕРМОХИМИЯ, отдел химии, посвященный изучению тепловых явлений, происходящих при химич. реакциях. Начало термохимич. исследований было положено Лавуазье и Лапласом, к-рые установили первый основной принцип Т.: всякие изменения теплоты, к-рые испытывает система тел при переходе из одного состояния в другое, совершаются в обратном порядке, когда система возвращается в свое первоначальное состояние. В построенном ими ледяном калориметре они определили теплоту сгорания угля и других тел. Гессом был установлен (1840) закон постоянства сумм тепла, согласно к-рому количество тепла, выделенного или поглощенного при химич. процессах, зависит только от начального и конечного состояний системы. Ю. Томсен (1826—1909) был первый термохимик, применивший закон сохранения энергии к химич. явлениям.

Термохимические обозначения. Количество тепла, выделившегося при химич. реакциях, Ю. Томсен предложил назвать тепловым эффектом, причем последний м. б. положительным (когда тепло выделяется) и отрицательным (когда оно поглощается). Тепловой эффект, происходящий при реакции образования какого-либо соединения X_aY_bZc из его составляющих aX, bY, cZ, Томсен изобразил так:

$$W = (X_a, Y_b, Z_c).$$

Громоздкость тигельного производства лучше всего иллюстрируется на примере отливки крупных 20—40-*т* слитков, которые в свое время производились из тигельной стали на заводах Круппа. Для выполнения этой задачи требуется к строго установленному сроку подготовить 15÷30 тигельных печей с одинаковым составом стали в 900—1 800 тиглях; от 450 до 900 сдвоенных тиглей непрерывной вереницей в определенной строго установленной последовательности должны подаваться вручную к месту разливки с таким расчетом, чтобы струя стали не прерывалась ни на одну секунду; на производство такой операции одновременно на короткий срок задалживалось по два рабочих на каждый сдвоенный тигель только для подноски его или всего 1 000÷2 000 чел. В настоящее время из тигельной стали льются слитки сравнительно небольшого развеса (100—1 500 *кг*), причем сама сталь предназначается на наиболее ответственные изделия. В число продуктов Т. п. входит: углеродистая инструментальная сталь (с содержанием 0,50÷1,40% С), быстрорежущая самозакаливающаяся сталь с высоким содержанием хрома, вольфрама и других примесей, хромистые и высокохромистые стали, сверхтвердые сплавы и специальные высо-

Табл. 6.—Состав и назначение тигельной стали.

	Сорт стали	Химический состав (в %)
Инструментальная	Углеродистая инструментальная *1	C 0,50÷1,40; Si 0,15÷0,30; Mn 0,2÷0,3; P<0,03; S<0,03
	Быстрорежущая *2	C 0,55÷0,75; Cr 5÷6; W 16,5÷18,5; V 0,1÷0,35
	Самозаналка *3	C 0,55÷0,65; Cr 3,5÷4; W 10÷12; V 0,2÷0,3
	Вольфрамовая *3	C 1,20÷1,35; W 4,0÷5,0
	Хромистая *4	C 1,20÷2,00; Cr 1,2÷2,5
	Сверхтвердые сплавы *5	C 0,5÷4,0; Cr 25÷35; W 12÷25
Спец. поделочно-конструкционная	Вольфрамовая	C 0,5; Cr 0,35; W 5÷6 *6; C 0,7; Cr 1,5÷3,0; W 5÷9; Co 30÷40 *7
	Хромо-ванадиевая *8	C 0,5; Cr 1,35; V 0,2
	Хромистая *9	C 0,1÷0,7; Cr 12÷14
	Хромо-кремнистая *10	C 0,45; Cr 9÷10; Si 2÷3; Mo до 1,0
	Хромо-вольфрамовая *11	C 0,40; Cr 16÷20; W 7÷8
	Хромо-никелевая *12	C 0,25; Mn 0,50; Cr 1,0; Ni 3,0
	Хромо-молибдено-никелевая *13	C 0,40; Cr 0,5; Ni 4,0; Mo 0,50
	Никелевая *14	C 0,45; Cr 1,5; Ni 25
	Никелевая *15	C 0,40; Ni 33
	Кремнистая *16	C 0,75; Si 14÷16
	Кремнистая *17	C 0,45; Si 2,0; W 0,3

Назначение стали: *1 Крупный и мелкий ударный и режущий инструмент. *2 Резцы и фрезеры для больших скоростей резания. *3 Резцы для закаленной стали и чугуна. *4 Шарикоподшипники, резцы, волочильные доски. *5 Особенно твердый быстрорежущий инструмент, наконечники для буров. *6 Постоянные магниты. *7 То же особо высокого качества. *8 Автомобильные рессоры, коленчатые валы, кривошипы, шестерни. *9 Нержавеющая (нетемнеющая) сталь для ножей, хирургич. инструментов, покровная и т. д. *10 Жароупорная (неокисляемая) для клапанов и частей авиамоторов. *11 Кислотоупорная (неокисляемая) для ножей, частей турбин, насосов и т. д. *12 Коленчатые валы. *13 Бронебойные снаряды. *14 Немагнитная, большое удлинение; для клапанов, моторов, болтов и частей авиамоторов. *15 Инвар (почти не расширяется при нагревании). Части изделий для точных инструментов. *16 Кислотоупорная (тантирон). Части для аппаратов добычи азота из воздуха. *17 Большая упругость. Пружины высшей марки.

колегированные стали разных марок и назначений (магнитные, немагнитные, нержавеющие, огнестойкие, кислотоупорные и т. д.). Химические составы наиболее типичных тигельных сталей даны в табл. 6. Содержание вредных примесей в тигельных сталях не должно превышать следующих пределов (табл. 7).

Табл. 7.—Наибольшее допустимое содержание вредных примесей в тигельной стали.

Сорт тигельной стали	Наибольшее допустимое содержание в %				
	P	S	Cu	As	*
Высококачеств.	0,015	0,015	0,015	—	0,05
Качественная	0,042	0,022	0,030	—	0,08
Повышенного качества	0,035	0,032	0,050	0,008	0,135
Обыкновенная	0,050	0,040	0,100	0,010	0,220

* Сумма примесей.

В наиболее развитых промышленных странах современное производство тигельных сталей за последние годы достигало 0,2—0,5—1% от всего количества выплавляемой стали. Т. п. вследствие своей громоздкости и высокой стоимости производства испытывает сильную конкуренцию как со стороны мартеновского процесса (см. *Мартеновское производство*), так особенно со стороны производства электростали. Выплавка тигельной стали медленно, но неуклонно падает с каждым годом, уменьшаясь и абсолютно и относительно. Особенно важную роль в деле отмирания тигельного производства д. б. сыграть т. н. бессердечниковые индукционные печи, успешно распространяющиеся за последние годы и широко известные под названием электрических печей высокой частоты. Работа в этих печах по целому ряду своих особенностей напоминает металлургич. особенности Т. п., вследствие чего изучение этого отмирающего производства представляет не один только историч. интерес, а имеет вполне актуальное значение.

Лит.: Лишин В., Металлургия чугуна, железа и стали, т. 2, СПБ, 1911; Данилов Н., Производство тигельной стали, «Рабочий техникум на дому», кн. 7, ч. 5, Л., 1929; Ledebur A., Handbuch d. Eisenhüttenkunde, Lpz., 1908 (имеется библиография); Harbord F. a. Hall J., The Metallurgy of Steel, v. 1, L., 1923; Osann B., Lehrbuch d. Eisenhüttenkunde, 2 Aufl., B. 2, Lpz., 1926 (имеется библиография); Camp J. a. Francis C., The Making, Shaping a. Treatirg of Steel, Pittsburg, Pa., 1925. **М. Пильник.**

ТИГЛИ, специальные сосуды из различных материалов, применяемые в металлургии для плавки металлов (см. *Тигельный процесс*) и в лабораториях для плавки и прокаливания анализируемых веществ. В металлургии применяют *графитовые тигли* (см.), шамотные и тигли из огнеупорной глины. Главным сырьем для изготовления шамотных Т. служат огнеупорная глина и шамот, обожженный по возможности из той же глины. Огнеупорная глина д. б. жирной, пластичной, не сильно усыхающей и с огнеупорностью не ниже SK30, возможно чистой и не содержащей соединений железа; роль глины—связывать зерна шамота, обусловливать прочность и вязкость и способность Т. выдерживать резкие перемены *t*°. Из таких глин известны: в СССР—латнинская и часов-ярская, в Германии—кассельская (гроссальмеродская) и нек-рые другие.

Зерна шамота д. б. различного размера—от мелкой муки до 3 *мм* в поперечнике, причем

Т. о. (Pb, S, O_4) изобразит тепловой эффект при образовании сернокислого свинца из свинца Pb, серы S и кислорода O; (PbS, O_4)—тепловой эффект при окислении сернистого свинца PbS; (PbO, SO_3)—тепловой эффект при соединении окиси свинца PbO с серным ангидридом SO_3. Обозначения, предложенные Ю. Томсеном, удобны по своей краткости, но для производства вычислений более пригодны обозначения, предложенные В. Оствальдом. Количество тепла, выделенного при образовании какого-либо химич. соединения, показывает, насколько меньше запас химич. (потенциальной) энергии сложного тела (выраженный в тепловых единицах) сравнительно с запасом ее в его составляющих. Мы не можем знать всего запаса химич. энергии, находящегося в телах; другими словами, нам неизвестно, какое бы количество тепла мы получили, если бы всю химич. энергию данного тела превратили в тепло. Но мы можем легко измерить разность между запасом химич. энергии в сложном теле и в его составляющих. Большинство сложных тел образуется с выделением тепла: в них запас химич. энергии меньше, чем в составляющих. Реакции, при к-рых они образуются, называются экзотермическими. Но существуют сложные тела (напр. ацетилен, циан, закись азота и др.), при образовании к-рых тепло поглощается. При реакции их образования (эндотермической) происходит переход тепла в химич. энергию. Такие сложные тела обладают бо́льшим запасом химич. энергии, чем элементы, их составляющие. Можно условиться обозначать химич. знаком элемента не только его ат. в., но и запас химич. энергии, заключающийся в одном грамм-атоме элемента. Химич. же ф-ла соединения будет обозначать не только его состав, но и запас энергии в *г*-мол. Напр. ур-ие

$$Pb + J_2 = PbJ_2 \quad \pm 39{,}8\ Cal$$

означает, что запас химич. энергии 206,9 *г* свинца Pb и 253,8 *г* иода J_2 превышает запас энергии 460,7 *г* иодистого свинца (PbJ_2) на количество, эквивалентное 39,8 Cal. Эти ур-ия количеств энергии позволяют производить с ними те же операции, какие производят с алгебраич. ур-иями. Ур-ие Hg+O—HgO=21,5 Cal показывает, что разность между запасами химич. энергии в ртути Hg и кислороде O и запасом энергии в окиси ртути HgO эквивалентна 21,5 Cal. Основываясь на законе Гесса, можно с помощью подобного рода ур-ий легко вычислить тепло, выделяющееся при таких реакциях, которые недоступны прямому калориметрическому определению.

Первый пример. Теплота образования окиси углерода из угля (аморфного) и кислорода, с одной стороны, и теплота горения окиси углерода,—с другой, выражаются следующими ур-иями:

$$C+O_2=CO_2 \quad +97{,}65\ Cal$$

и

$$CO+O=CO_2 \quad +68{,}30\ Cal.$$

Вычитая второе ур-ие из первого, получаем:

$$C+O-CO=29{,}35\ Cal,$$

или

$$C+O=CO \quad +29{,}35\ Cal,$$

т. е. при образовании окиси углерода из аморфного углерода и кислорода выделяется 29,35 Cal.

Второй пример. Теплота образования органич. соединений вычисляется из теплоты их горения; напр. теплота горения метана по Бертело равна 213,5 Cal; отсюда

$$CH_4+2O_2=CO_2+2H_2O \quad +213{,}5\ Cal,$$
$$C+O_2=CO_2 \quad +97\ Cal,$$
$$2(H_2+O)=2H_2O \quad +2\times 69\ Cal.$$

Вычитая из первого уравнения второе и третье уравнения, получаем:

$$CH_4-(C+2H_2)=213{,}5\ Cal-(97+138\ Cal)= \quad -21{,}5\ Cal,$$

откуда

$$C+2H_2=CH_4 \quad +21{,}5\ Cal,$$

т. е. теплота образования *г*-мол. метана из аморфных угля и водорода равна 21,5 Cal.

Зависимость теплоты реакций от $t°$ была выведена Кирхгофом на основании закона сохранения энергии. Пусть Q_0 обозначает тепловой эффект какой-либо реакции при темп-ре t_0, а Q_1—то же при темп-ре t_1, ΣC_0—сумму молекулярных теплоемкостей исходных тел, ΣC_1 — то же продуктов реакции, тогда

$$\frac{Q_1-Q_0}{t_1-t_0}=\Sigma C_0-\Sigma C_1, \qquad (I)$$

т. е. увеличение теплового эффекта при повышении $t°$ на 1° равно разности между теплоемкостью C_0 тел реагирующих и теплоемкостью C_1 продуктов реакции (закон Кирхгофа). Если молекулярные теплоемкости ΣC_0 и ΣC_1 равны между собой, тепловой эффект не будет изменяться с $t°$. При реакциях между твердыми телами, а также между жидкими растворами тепловой эффект изменяется незначительно, так как ΣC_0 и ΣC_1 или равны между собою или близки друг к другу. Т. к. зависимость теплоемкости тел от $t°$ выражается ф-лой

$$C_t=C_0+at+bt^2+\dots,$$

то, подставляя подобное выражение в ур-ие (I), получим:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t}=\frac{Q_1-Q_0}{t_1-t_0}=\Sigma C_0-\Sigma C_1=\Sigma C_0^\circ-\Sigma C_1^\circ+$$
$$+(\Sigma a_0-\Sigma a_1)t+(\Sigma b_0-\Sigma b_1)t^2+\dots, \qquad (II)$$

т. е. зависимость теплового эффекта от $t°$ м. б. выражена ур-ием:

$$Q=Q_0+at+\beta t^2+\dots, \qquad (III)$$

где $a, \beta, \dots$ м. б. вычислены на основании коэф-тов a_0, b_0, a_1, b_1 и т. д. Ф-ла (I) применяется в том случае, если реакции, совершаемые при разных $t°$, относятся к одному и тому же агрегатному состоянию тел. Если же при переходе от одной $t°$ к другой состояние тел изменяется, то кроме теплоемкостей (ΣC) нужно принять во внимание теплоту плавления, испарения и т. д. Теплоты реакций при постоянном давлении Q_p и при постоянном объеме Q_v являются неодинаковыми: на основании закона сохранения энергии нетрудно показать, что между Q_p и Q_v существует соотношение: $Q_p=Q_v-P\Delta v$, где Δv обозначает увеличение объема при реакции, а P—внешнее давление. Если при реакции выделяется 1 граммолекула газа, напр. при действии серной к-ты на цинк, то при этом выделяющийся газ производит внешнюю работу $P\Delta v$, эквивалентную 1,98 T cal. Теплота, выделяющаяся при реакции между газообразными телами при постоянном давлении и $t°$, равна теплоте соединения при постоянном объеме, уменьшенной на произведение RT, и разности числа газообразных граммолекул до и после реакции (n_0-n_1):

$$Q_p=Q_v-1{,}98T(n_0-n_1).$$

Для реакции:

$$CO+{}^1/_2O_2=CO_2$$

$n_0-n_1=1{,}5-1{,}0=0{,}5$ и $Q_v=Q_v-T=67\,900$ cal$-(273+15)$ cal $=67\,612$ cal.

О теплоте растворения см. *Спр. ТЭ*, т. VII, стр. 341—356.

Теплотой нейтрализации называют количество тепла, выделяемое при нейтрализации к-ты эквивалентным количеством основа-

зерен крупнее 1 *мм* не более 25% и мельче 0,5 *мм* ок. 50%. Шамота берут ок. 60% и остальное дополняют соответствующей огнеупорной глиной. В специальных огнеупорных Т. допускают надбавку кварца, который хотя и обусловливает меньшую чувствительность к резким колебаниям $t°$, но дает уменьшенную огнеупорность и сопротивляемость воздействию расплавленного металла и основных силикатов. Шамот и глина тщательно смешиваются (см. *Тигельный процесс*) сначала насухо, затем с водой—для получения теста в механич. мешалке; тесто вылеживается в течение 1—1½ месяца, а затем поступает на формовку вручную на гончарном круге или при помощи формы или же механически—путем прессования или отливки разжиженной массы с добавлением воды и электролитов (щелочи). Отформованные шамотные Т. подвергаются равномерной и медленной сушке, продолжительность которой колеблется от 15 дней до 2 и более месяцев при $t°$ сначала 25—30° и под конец 40—50°. Высушенные шамотные Т. идут в обжиг. К шамотным Т. можно отнести и стекловаренные горшки, к-рые представляют собственно большие Т. своеобразной формы для расплавления стеклянной массы (см. *Стекло*). Т. н. гессенские Т. изготовляются из массы, содержащей значительное количество зерен кварца. Кроме того для плавки металлов, сплавов и силикатов с высокими $t°_{пл.}$ применяют Т. из особых керамич. масс, выдерживающих высокие $t°$. В состав этих масс входит известь, магнезия, корунд, алунд, карборунд или окись циркония.

Фарфоровые Т. являются химич. лабораторной посудой, предназначенной для нагревания до высоких $t°$ различных веществ и осадков. Они готовятся из высшего сорта твердого фарфора, богатого глиноземом, бедного флюсами и обжигаемого при высокой $t°$. Основным сырьем для изготовления фарфоровых Т. являются: отмученный каолин, полевой шпат и кварц. От степени чистоты указанного сырья зависят и свойства этих Т.: чем чище оно, тем выше свойства изделий. К нежелательным примесям в каолине относятся: Fe_2O_3, TiO_2, Mn_2O_3, K_2O и SO_3. Они допускаются в десятых долях процента. Полевой шпат и кварц также д. б. чисты и не содержать Fe_2O_3. Соответственно подобранные сырые материалы поступают в сортировку и обработку. Каолин подвергается отмучиванию, полевой шпат—промыванию и кварц—отсортировке. Затем полевой шпат и кварц обжигаются при $t°$ ок. 900°, дробятся, перемалываются и в виде уже тонкой и однородной муки смешиваются механически с отмученным каолином в смесительном чане с 65—70% воды. Получаемая жидкая масса процеживается, очищается от присутствия мелких частиц железа при помощи электромагнитов и подвергается обезвоживанию (⩽25% воды) на фильтрпрессах. Эта масса вылеживается продолжительное время (недели и даже месяцы), после чего поступает в мятье, а затем и на формование. Формование промятой однородной массы производится или на гончарном круге или в гипсовых формах при помощи шаблона. В новейшее время формование тиглей выполняют методом отливки; при этом фарфоровая масса должна иметь ок. 40% воды, а для большего разжижения ее и других целей добавляют 0,1—0,25% соды. Отформованные Т. идут в сушку или в камерных (а также и других систем) сушилках или на стеллажах у обжигательных печей. Высушенные отформованные фарфоровые Т. подвергаются предварительному обжигу при $t°$ около 900°, придающему им прочность, пористость и неразмываемость в воде. Предварительно обожженные Т. покрываются глазурью, по составу близкой к самой фарфоровой массе и имеющей тот же коэфициент расширения, что и масса. Составляется глазурь из каолина, полевого шпата, кварца, мрамора (мела), молотого обожженного порошка фарфора.

Покрытые глазурью фарфоровые Т. поступают во второй обжиг при более высокой $t°$ ок. 1 400—1 500°, причем самый обжиг осуществляется *в капселях* (см.). Фарфоровая масса должна быть во время обжига доведена до спекания, а глазурь оплавлена. Обожженные фарфоровые Т. принадлежат к изделиям высокосортного твердого фарфора и представляют спекшуюся основную массу, заключающую в себе кристаллы муллита и кристаллы кварца; муллит обусловливает требуемую твердость. Готовые Т. должны обладать малой чувствительностью к резким изменениям $t°$, не деформироваться от действия высоких $t°$ и не изменяться от действия щелочей и к-т.

В лабораторной практике применяют Т. фарфоровые, платиновые, железные и Т. из плавленого кварца. Ценные платиновые Т. применяют для самых ответственных лабораторных работ, требующих нагревания до весьма высокой $t°$. Платина является из всех металлов наиболее стойким и менее всех подвергающимся изменениям, $t°_{пл.}$ 1 770°. На изготовление железных Т. применяют нержавеющую сталь, кислотоупорную сталь и электролитическое железо. В последнее время взамен платиновых Т. стали применять металлич. Т. (из разных металлов), покрытые гальванич. путем платиной (см. *Платинирование*). Т. из плавленого кварца в ближайшем будущем должны явиться заменителем платиновых Т. во многих анализах. Т., приготовленные из плавленого кварца, отличаются тугоплавкостью и малым коэф-том расширения: при $t°$ от −191° до +16°— $256 \cdot 10^{-9}$, а от +16° до +1 000° — $540 \cdot 10^{-9}$. $t°_{пл.}$ кварца 1 625°. О химич. свойствах плавленого кварца см. *Кварцевое стекло*.

Лит.: Будников П., Керамическая технология, ч. 2, Харьков—Киев, 1933; Соловьев А., Приготовление фарфоровых и фаянсовых масс, М.—Л., 1932; Егоров А., Технический контроль фарфоро-фаянсового производства, М.—Л., 1932; Качалов Н., Фарфор и его изготовление, М.—Л., 1927; Wernicke F., Die Herstellung der feuerfesten Baustoffe, B., 1921; Granger A., Die industrielle Keramik, B., 1908; Pukall W., Grundzüge d. Keramik, Coburg, 1922; Searle A., Refractory materials, L., 1924; Ullmann F., Enzyclopädie der technischen Chemie, B. 10, B.—Wien, 1932; Ricke R., Das Porzellan, Lpz., 1928; Larchevêque M., Fabrication industrielle des porcelaines, P., 1928; «Керамика и стекло», «Keramische Rundschau», «Ceramic Society», «Revues des Matériaux de Constructions et de travaux publics», «Sprechsaal».

В. Тарарин.

ТИК, очень плотная и прочная льняная или полульняная, а также и хл.-бум. ткань саржевого (3-ремизного 2/1) или атласного (5-ремизного) переплетения. Тик имеет большие разновидности: чаще всего он выпускается с полосатым пестротканым рисунком, но бывает суровым или беленым. Рисунок Т. в полосы обыкновенно образуется употреблением крашеной основы, часто с применением различных переплетений (саржевого, атласного и их разновидностей). Тик вырабатывается также фасонным с применением крашеного утка. Широкое назначение Т. в отношении его применения обусловливает и большую его разновид-

ния, причем как к-та, так и основание берутся в настолько разбавленных растворах, что при разбавлении их не получается заметного теплового эффекта. Для большинства к-т теплота нейтрализации 1 моля едкого натра приблизительно одинакова: для одноосновных к-т (HNO_3, HCl, HBr, HPO_3 и др.) в среднем она равна 13 640 cal; для фтористого водорода теплота нейтрализации самая большая, 16 270 cal; для хлорноватистой к-ты, сероводорода и цианистого водорода она значительно меньше: 9 930, 7 740, 2 770 cal. Двуосновные к-ты по отношению к тепловому эффекту, обнаруживаемому при нейтрализации первой и второй молекул едкого натра, м. б. разделены на три группы: 1) платино-хлористоводородная H_2PtCl_6 и кремне-фтористоводородная к-та H_2SiF_6, у которых тепловой эффект для первой и второй молекул едкого натра один и тот же (в среднем 13 500 cal); 2) серная, селеновая, щавелевая и винная к-ты, при нейтрализации к-рых первая молекула едкого натра вызывает меньшее выделение тепла, чем вторая (при нейтрализации серной к-ты первой молекулой едкого натра выделяется 14 750, а второй—16 630 cal); 3) в углекислой и борной к-тах первая молекула едкого натра дает больший тепловой эффект, чем вторая (разница составляет 1 850÷2 770 cal). У сернистой к-ты первая молекула едкого натра выделяет 15 870, вторая—3 100 cal.

О теплотах образования различных химических соединений см. *Спр. ТЭ*, т. VII, стр. 361—441.

В настоящее время исследованы: зависимость теплоты образования от положения элементов, входящих в соединение, в периодич. системе и связь ее с другими химич. и физич. свойствами соединений (напр. сжатием, светопреломляющей способностью и т. п.). Относительно теплоты сгорания органич. соединений выяснено, что: 1) теплота горения гомологов углеводородов, спиртов и к-т в газообразном состоянии при постоянном давлении отличается на одну и ту же гомологическую разность, в среднем равную 157,8 Cal, т. ч. теплоты горения Q можно с большой точностью выразить уравнением

$$Q = a + 157{,}8n,$$

где a—постоянная для каждого ряда, а n—число групп CH_2. 2) Д. Коновалов (1922) показал, что теплотворная способность (т. е. теплота горения органич. соединения, причем вода остается в виде пара) м. б. вычислена по следующей простой ф-ле

$$P = 48\,800n \text{ cal},$$

где n—число грамм-атомов кислорода, расходуемого при сгорании одной граммолекулы тела, а P—его теплотворная способность. Приложение второго закона *термодинамики* (см.) к решению вопросов химич. механики позволило установить связь между константой равновесия K какой-либо реакции при различных $t°$ и теплотой U реакции. Вант-Гофф вывел следующее, т. н. уравнение изохоры:

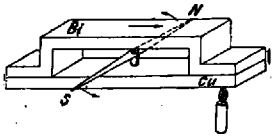
$$\frac{d\ln K}{dT} = -\frac{U}{RT^2}.$$

Пользуясь им, можно вычислить теплоту диссоциации молекулы простых тел на атомы ($J_2 \rightleftarrows J+J-36\,860$ cal, $H_2 = H+H-98\,000$ cal при T=1 000÷2 000°), теплоту диссоциации молекулы на ионы, теплоту растворения и т. п.

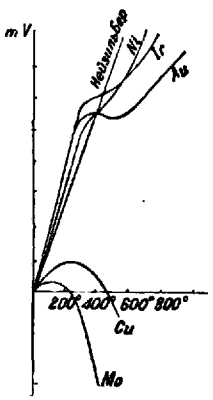
Лит.: Лугинин В., Химия органическая, физическая и термохимия, т. 1, М., 1917; Нернст В., Теоретические и опытные основания нового теплового закона, пер. с нем., М.—Л., 1929; Лугинин В., Описание различных методов определения теплот горения органических соединений, М., 1894; Лугинин В. и Щукарев А., Руководство к калориметрии, М., 1905; Ян Г., Оснований термохимии и ее значение для теоретической химии, пер. с нем., СПБ, 1893; Каблуков И., Термохимия, М.—Л., 1931; Thomsen J., Thermochemische Untersuchungen, B. 1—4, 1882—1886; Thomsen J., Systematische Durchführung thermochemicher Untersuchungen, Zahlenwerte und theoretische Durchführung, 1906; Berthelot M., Thermochimie, t. 1—2, P., 1897; Berthelot M., Essai de mécanique chimique fondée sur la thermochimie, P., 1897; Bourion F., Thermochimie, Paris, 1924; Sackur O., Lehrbuch d. Thermochemie und Thermodynamik, 2 Auflage, Berlin, 1928.

И. Каблуков.

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСТВО, явление, обусловливающее возникновение эдс в замкнутой цепи, составленной из разнородных проводников, при нарушении в такой цепи теплового равновесия. Проводники обыкновенно спаивают концами, поэтому места контакта называют спаями, а возникающую при подогревании одного из спаев эдс называют термоэлектрической эдс, термосилой, или термоэдс. Она определяется той разностью потенциалов, к-рая устанавливается между двумя металлами, если разность темп-р обоих спаев равна 1°, и выражается в V/°C. Явление замечено Зеебеком (1823 г.). Если спаять две пластинки из висмута и меди (фиг. 1), то при подогревании одного из спаев в цепи возникает электрический ток, обнаруживаемый включенным в цепь гальванометром и направленный в более нагретом спае от Bi к Cu, а в более холодном—от Cu к Bi. Такой ток называется термоэлектрическим. Ориентируя составленный т. о. контур по магнитному меридиану, можно заметить, что помещенная внутри магнитная стрелка при подогреве одного спая отклонится от магнитного меридиана, при подогреве другого спая стрелка отклонится в другую сторону. При малых разницах в $t°$ возникающие термоэдс пропорциональны разности $t°$. Опыт дает для некоторых металлов довольно хорошее совпадение в этом отношении. Для других же металлов термоэдс и $t°$ связаны более сложными соотношениями. На фиг. 2 показана зависимость от $t°$ термоэдс, возникающих в цепях, одним элементом к-рых служит Fe, а другим—Ni, Au, Cu и др., причем один из спаев имеет $t°$ 0°, а другой—$t°$ соответствующей абсциссы. Для нек-рых термоэлектрич. пар в пределах от 0 до 300° наблюдается пропорциональность между термоэдс и $t°$: для Fe—Ni, Fe—Ir, Fe—Au эта зависимость выражается почти прямой линией; для других же (Fe—Cu, Fe—Mo) кривая имеет вид параболы, причем с повышением $t°$ наблюдается изменение направления термоэдс. Явление это носит название инверсии.



Фиг. 1.

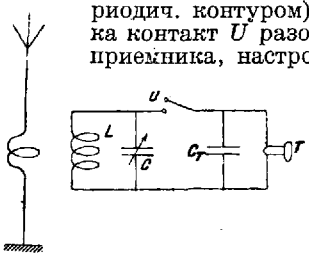


Фиг. 2.

Термоэдс, к-рую проводник A приобретает по отношению к проводнику B, считают положительной, если в более холодном спае ток направлен от A к B, напр. Cu по отношению к

ность: Т. полотенчатый, брючный, мешочный, одежный, постельный, мебельный и т. п. Из типичных видов хл.-бум. Т., относящихся к стандартным сортам, приводим следующие: Т. пестротканый вырабатывается при ширине в готовом товаре в 67 и 82 *см*, Т. наволочный в готовом товаре 82 *см* вырабатывается из основы № 32, Т. жаккардовый вырабатывается при ширине в готовом товаре в 82 *см* из основы № 32. Т. полульняной обыкновенный при ширине в готовом товаре 65 *см* вырабатывается из основы № 32 или № 24 (цветной) при утке № 24.

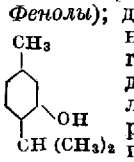
ТИККЕР в радиотехнике, особый прерыватель, предложенный Паульсеном [1], дающий перемежающийся контакт, равномерно замыкающий и размыкающий цепь телефона определенное число раз в 1 ск. Одна из наиболее применявшихся схем приема с Т.—с замкнутым колебательным контуром (м. б. и с апериодич. контуром) дана на фигуре. Пока контакт U разомкнут в контуре LC приемника, настроенном в резонанс с антенной, возникают колебания, амплитуда к-рых постепенно возрастает и по истечении нек-рого промежутка времени, в зависимости от *затухания* (см.) контура, достигает нек-рой достаточно большой величины. Если в этот момент контакт Т. U замкнуть, то параллельно переменному конденсатору C включается «тиккерный» конденсатор C_T; т. к. емкость последнего значительно больше C, то в C_T направится ток большой силы, и энергия, запасенная в контуре LC, б. ч. перейдет в конденсатор C_T. Затем контакт Т. U снова размыкается, причем C_T разрядится через телефон T, в результате чего притянется мембрана телефона. Одновременно с этим упавшая амплитуда колебаний в контуре LC начнет возрастать, достигнет своего максимума к новому замыканию U, причем вновь повторится заряд C_T и т. д. Конструктивно [2] Т. выполнялись в форме вращающихся, электромагнитных и т. д. Вместе с тональным колесом Гольдшмидта [3] тиккерный метод осуществлял до введения в практику электронных ламп прием главным образом незатухающих колебаний.



Лит.: [1]) «Jahrb. d. drahtl. Telegraphie u. Telephonie», 1907, B. 1, p. 144, 1911, B. 4, p. 317, 547; Kiebitz F., «ETZ», 1912, B. 33, p. 132; [2]) Zenneck J. u. Rukop H., Lehrbuch d. drahtl. Telegr., Stuttgart, 1925; [3]) Goldschmidt R., «Electrician», 1911, v. 68, p. 464.

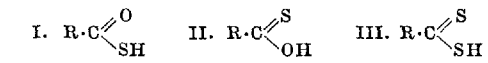
В. Баженов.

ТИМОЛ, $C_{10}H_{14}O$, изопропил-*м*-крезол (см. *Фенолы*); добывается из *эфирных масел* (см.) некоторых растений (Thymus vulgaris, Th. capitatus, Ocimum viride и др.); искусственно получается различными путями, напр. из диазораствора 3-амино-1,4-метилизопропилбензола обработкой 35%-ной серной к-той при 135—140°. Тимол—бесцветные прозрачные кристаллы гексагональной системы с $t°_{пл.}$ 51,5°, $t°_{кип.}$ 232,1°, D^{15} 0,9760, малорастворимые в воде; применяется Т. в медицине как слабый антисептик (в производстве зубных порошков, туалетных мыл и т. п.).



ТИОСОЕДИНЕНИЯ, химич. соединения, характеризуемые присутствием в молекуле двувалентной серы, замещающей кислород в соответствующих кислородных соединениях. Сера способна замещать кислород из различных групп (карбонильной, гидроксильной и др.); поэтому Т. охватывают многочисленную группу соединений, к-рую можно классифицировать аналогично кислородным соединениям (тиокислоты, тиоальдегиды, тиокетоны, тиоспирты и т. д.). Т. обладают некоторыми общими физич. свойствами: так, б. ч. это—жидкости с отвратительным запахом, с $t°_{кип.}$ ниже, чем у соответственных кислородных соединений. Ниже рассмотрены важнейшие типы Т.

Тиокислоты можно рассматривать как происшедшие из карбоновых к-т, в к-рых кислород карбоксильной группы замещен серой. Теоретически возможны 3 группы тиокислот согласно ф-лам:



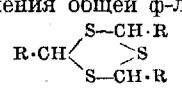
первые по женевской номенклатуре называются тиоловыми, вторые—тионовыми, третьи—дитиокислоты—тионтиоловыми; свободные к-ты существуют только в одной (очевидно таутомерной) форме; соли соответствуют тиоловым к-там; алкильные формы известны для первых двух форм. Получаются тиокислоты действием пятисернистого фосфора на карбоновые к-ты или действием спиртового раствора сульфгидрата калия на сложные эфиры фенола:

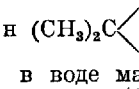
I. $5CH_3·COOH+P_2S_5=5CH_3·CO·SH+P_2O_5$,

II. $CH_3·CO·OC_6H_5+KSH=CH_3·COSK+C_6H_5OH$.

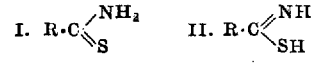
Свободные тиокислоты—бесцветные жидкости отвратительного запаха, легко образующие соли; соли щелочных металлов легко растворимы в воде и хорошо кристаллизуются; соли тяжелых металлов легко разлагаются с выделением сульфида металла. Известны их ангидриды и сложные эфиры, например $(CH_3COO)_2S$ и $CH_3·CO·S·CH_3$. При замещении двух атомов кислорода карбоновых кислот получаются дитиокислоты.

Тиоальдегиды и тиокетоны (тиолы и тионы) легко получаются при действии H_2S на водные растворы соответственных кислородных соединений в присутствии крепкой соляной к-ты (реакция протекает большей частью сложно, через ряд промежуточных соединений). Тиоальдегиды—тела твердые, хорошо кристаллизующиеся, растворяющиеся в спирте, эфире, уксусной к-те. Судя по плотности пара, определенной для низших членов ряда, это полимеризованные (б. ч. тримолекулярные) соединения общей ф-лы:



ацетону соответствуют: тиоацетон $CS(CH_3)_2$—очень летучая, в высшей степени зловонная жидкость, крайне легко полимеризующаяся, дитиоацетон  желтое нерастворимое в воде масло с $t°_{пл.}$ 183—185°, и тритиоацетон $[(CH_3)_2CS]_3$; известен также тиоацетофенон $CH_3·CS·C_6H_5$—маслообразная жидкость голубого цвета, легко полимеризующаяся.

Тиоамиды кислот существуют в двух таутомерных формах:



Bi имеет положительную термоэдс. В отношении возникновения термоэдс все металлы можно расположить в ряд т. о., что в пределах напр. между 0 и 100° термоэлектрич. ток между двумя металлами ряда направлен в спае более низкой $t°$ от предыдущего к последующему члену этого ряда. В таблице приведены термоэдс для ряда металлов по отношению к платине в пределах от 0 до 100°.

Значение термоэдс металлов по отношению к Pt при разности $t°$ в 100°.

Металл	mV	Металл	mV
Железо	+1,75	Магний	+0,42
Молибден	+1,24	Алюминий	+0,39
Кадмий	+0,90	Ртуть	+0,01
Золото	+0,78	Платина	0,00
Вольфрам	+0,78	Натрий	−0,21
Цинк	+0,76	Палладий	−0,47
Серебро	+0,75	Калий	−0,94
Медь	+0,74	Кобальт	−1,75
Иридий	+0,67	Никель	−1,76
Свинец	+0,45	Константан	−3,33
Олово	+0,42	Висмут	−6,56

Знак + указывает, что в месте спая, где $t° = 0°$, ток направлен от данного металла к Pt.

Если известна термоэдс двух металлов A и B по отношению к третьему C, то термоэдс между первыми двумя определяется по формуле:

$$V_{AB} = V_{AC} - V_{BC}.$$

Возникновение термоэдс объясняют перемещением электронов из одного металла в другой и выравниванием их внутренних потенциалов. В различных металлах число свободных электронов в 1 *см*³ объема неодинаково, поэтому электроны, подобные свободному газу, заполняющему междумолекулярное пространство в металле, испытывают неодинаковые давления и при подогреве одного из спаев двух разнородных металлов диффундируют из одного металла в другой. Металл, в к-ром число электронов уменьшится, зарядится положительно, а другой металл, в котором число электронов увеличится, зарядится отрицательно, и между обоими проводниками появится разность потенциалов. Значительную аналогию с Т. представляет другое явление, наблюдаемое в кристаллах и называемое *пироэлектричеством* (см.). Т. находит себе обширное применение для измерения тепловой и лучистой энергии для $t°$ от долей градуса до нескольких тыс. градусов.

Лит.: Хвольсон О., Курс физики, т. 4, Берлин, 1923; Петровский А., Электричество и магнетизм, П., 1917; Эйхенвальд А., Электричество, 7 изд., М.—Л., 1932; Круг К., Основы электротехники, т. 1, М.—Л., 1931; Покровский С. Н., Электричество и магнетизм, М.—Л., 1933. **И. Мельников.**

ТЕРМОЭЛЕКТРОНЫ, электроны, испускаемые поверхностью тела, находящегося при достаточно высокой $t°$; явление открыто впервые Эдиссоном в 1884 г. и исследовалось далее Ричардсоном и многими другими. Последний ввел термины: *термионный ток* (см.) для всякого электрич. тока, исходящего от накаленного тела, и термионы—для всех частиц, вылетающих из такого нагретого тела; теперь принято б. ч. термионами называть в отличие от Т. лишь образующиеся при тех же условиях ионы, притом б. ч. положительные, т. е. положительно наэлектризованные атомы или молекулы, потерявшие один или несколько электронов. Т. вылетают с поверхности горячего тела с весьма различными скоростями, причем скорости распределены между Т. по тому же закону Максвелла (см. *Броуновское движение*), по к-рому распределены скорости между молекулами газа; отсюда возникла аналогия между Т. и газом и термин «электронный газ». Возможно, что такое испускание происходит при всех $t°$, но в виду незначительности числа электронов явление не м. б. наблюдаемо.

Законы испускания термоэлектронов в зависимости от различных факторов и библиографию см. *Лампа электронная.*

ТЕРМОЭЛЕМЕНТ, термопара, прибор в виде комбинации из двух проводников, дающих термоэлектрич. ток (см. *Термоэлектричество*). Применяется для измерения тепловой и лучистой энергии и весьма малых переменных электрич. токов (гл. обр. высокочастотных). Для измерения темп-р как средних, так и высоких изготовляют Т. из двух разнородных металлов в виде двух одинаковой длины проволок, спаянных на одном конце. Спаянный конец помещается в пункте, $t°$ к-рого требуется измерить. Два других конца соединяются с гальванометром (с малым сопротивлением) проводами, симметрично (во избежание погрешностей) расположенными по отношению к Т. и к измерительному прибору, для взаимного компенсирования термоэдс, возникающих в других частях цепи. Получающиеся термоэдс пропорциональны разности $t°$ спая и $t°$ двух свободных концов термопары, от к-рых идут провода к гальванометру. При выборе Т. берут проводники с относительно малыми термоэдс (порядка 10^{-5} V/°C) и по возможности тонкие (с малой теплоемкостью, чтобы термопара могла быстро следовать за изменениями $t°$). Для измерения от 0 до 100° применяют пару константан—медь, дающую ок. $40 \cdot 10^{-6}$ V/°C нагрева. Выше 100° (до + 600°) применяют пару серебро—константан. Для измерения очень высоких $t°$ применяют: 1) пару платина—сплав платины с 10% иридия (до + 1 100°) и 2) пару платина—сплав платины с 10% родия (до +1 600°). Для той же цели используются пары железо—константан, никель—нихром и нек-рые специальные сплавы, напр. хромель-алюмель (см. *Пирометрия*). Обе проволоки Т. для предохранения спая от загрязнения и других повреждений заключают в фарфоровую трубку, запаянную с одного конца, и изолируют друг от друга асбестом, а также запаивают в кварцевые или из особого огнеупорного вещества (Марквардова масса) трубки. Для измерения очень малых разностей применяют термопары с большой термоэдс (порядка $120 \cdot 10^{-6}$ V/°C нагрева), например пару «сплав висмута с 5% олова—сплав висмута с 3% сурьмы». Прибор для этой цели называется термоэлектрическим столбиком и составляется из 30—40 соединенных последовательно Т. Его применяют например для исследования распределения энергии в спектре. В этой термобатарее бруски, входящие в отдельные пары, располагают зигзагом так, что все четные пары обращены в одну сторону, а нечетные — в другую; бруски изолированы друг от друга асбестовым картоном. Собранная батарея имеет вид кубика или параллелепипеда и заделывается в металлич. оправу.

Т. применяют для измерения весьма малых переменных токов. Для этого спай Т. нагревается измеряемым током, а другие концы замыкаются на чувствительный гальванометр. Существует много различных конструкций таких Т., но наиболее употребительных соединений можно отметить два. На фиг. 1 две разнород-

первые—амиды тиоловых к-т, вторые—изотиоамиды. Из тиоамидов жирного ряда известны тиоацето- и тиопропионамид.

Тиоспирты, или *меркаптаны* (см.). Тиогликоли отвечают по составу гликолям, в к-рых один или оба гидроксила замещены сульфгидрилом SH. Соответственно этому различают моно- и дитиогликоли с общими ф-лами $C_nH_{2n}(OH)(SH)$ и $C_nH_{2n}(SH)_2$; первые получаются при действии сульфгидрата калия на хлоргидрины гликолей:

$$CH_2(OH)\cdot CH_2Cl+KSH=CH_2(OH)\cdot CH_2SH+KCl;$$

дитиогликоли получаются из соответственных бромистых соединений:

$$CH_2Br\cdot CH_2Br+2KSH=CH_2(SH)\cdot CH_2(SH)+2KBr;$$

тиогликоли аналогичны меркаптанам и отличаются свойствами, обычными для Т.,—азотной к-той окисляются в ди- и оксисульфокислоты.

Тиофенолы, ароматич. соединения, в к-рых один или несколько атомов водорода бензольного ядра замещены сульфгидрилом SH; они являются производными фенолов, аналогично меркаптанам (из спиртов), с к-рыми они сходны по химическим свойствам. Получают тиофенолы различными путями, напр. исходя из диазосоединений, к-рые обрабатывают раствором ксантогеновокислого калия; образующийся при этом эфир разлагают спиртовым раствором едкого кали:

I. $$C_6H_5\cdot N\cdot NCl+K\cdot S\cdot CS\cdot OC_2H_5=$$
$$=C_6H_5\cdot S\cdot CS\cdot OC_2H_5+N_2+KCl;$$

II. $$C_6H_5\cdot S\cdot CS\cdot OC_2H_5+KOH=KO\cdot CS\cdot OC_2H_5+C_6H_5SH.$$

По химич. свойствам они — слабые кислоты, обладающие восстановительными свойствами, т. к. легко отдают один атом водорода и сами при этом переходят в дисульфиды:

$$2C_6H_5SH=C_6H_5S\cdot SC_6H_5+H_2.$$

Простейший тиофенол $C_6H_5\cdot SH$—бесцветная жидкость отвратительного запаха с $t°_{кип.}$ 169,5°.

Тиоэфиры, соединения общей формулы $(C_nH_{n-1})_2S$; их можно рассматривать как происшедшие из сероводорода от замены двух атомов водорода на углеводородный остаток или из простых эфиров, в которых атом кислорода замещен серой. Тиоэфиры жирного ряда $(C_nH_{2n+1})S$ получаются действием щелочных сульфидов (или сернистого фосфора) на сложные эфиры или галоидные алкилы: $2C_2H_5J+K_2S=(C_2H_5)_2S+2KJ$; они бывают простые и смешанные; последние легче получаются действием галоидных алкилов на натриевые производные меркаптанов:

$$C_2H_5SNa+CH_3J=NaJ+C_2H_5\cdot S\cdot CH_3.$$

Тиоэфиры—жидкости, не смешивающиеся с водой, отвратительного запаха, с $t°_{кип.}$ более высокой, чем у отвечающих им тиоспиртов; с увеличением мол. в. $t°_{кип.}$ повышается. В химическом отношении они—тела индиферентные. Известны ди- и политиоэфиры. Нек-рые галоидозамещенные тиоэфиры обладают очень высокой токсичностью и специфическим действием на кожу, почему они и приобрели большое значение в качестве средств химич. борьбы (см. *Иприт*).

Тиоугольные кислоты. Тиопроизводными угольного ангидрида CO_2 являются *сероуглерод* (см.) CS_2 и сероокись углерода COS (см. *Серы соединения*). Углекислота H_2CO_3 может дать 5 видов Т.: монотиоугольным кислотам соответствуют два типа строения: $SH\cdot CO\cdot OH$ и $OH\cdot CS\cdot OH$; оба типа известны лишь в виде эфиров и солей; эфиры получаются при действии хлоругольных эфиров на меркаптиды:

$$C_2H_5\cdot O\cdot COCl+NaS\cdot C_2H_5=C_2H_5O\cdot CO\cdot S\cdot C_2H_5+NaCl;$$

при действии щелочей они распадаются на спирт, меркаптан и углекислоту. Соли получаются пропусканием COS в спиртовой раствор щелочи:

$$COS+C_2H_5OH+KOH=C_2H_5\cdot O\cdot CO\cdot SK+H_2O.$$

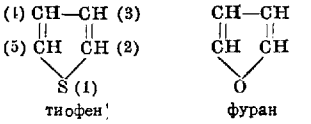
Дитиоугольным кислотам соответствуют два типа строения: $CO(SH)_2$ и $SH\cdot CS\cdot OH$; к-та второго типа известна лишь в виде эфиров, кислых эфиров и их солей. Кислые эфиры $R\cdot O\cdot CS\cdot SH$ носят название ксантогеновых к-т (по желтому цвету осадка, получаемому в растворах медных солей); их соли и эфиры применяются в пром-сти и в химич. анализе (см. *Ксантогенаты*). Тритиоугольная к-та, единственная известная в свободном состоянии, получается в виде красно-оранжевого тяжелого маслянистого слоя при осторожном действии разбавленной соляной к-ты на растворы солей тиоугольных к-т; она легко разлагается на CS_2 и H_2S. Щелочные ее соли образуются при действии CS_2 на щелочные сульфиды в растворе: $K_2S+CS_2=K_2CS_3$; они легко растворяются в воде, мало—в спирте; $CaCS_3$ получается при действии H_2S на известковое молоко—оранжевые иглы, мало растворимые в воде. K_2CS_3 применяют как средство от филоксеры. *Эфиры тиоугольных к-т, метиловый* $CS(CH_3S)_2$ и этиловый $CS(C_2H_5S)_2$, получаются нагреванием иодистых алкилов со спиртовым раствором тиоуглекислого калия; жидкости неприятного запаха, нерастворимые в воде.

Из отдельных Т., не входящих в общие группы, можно назвать тиомочевину (см. *Мочевина*), тиоиндиго (см. *Индиго*), тиоциановые эфиры (см. *Роданистые соединения*) и др.

Лит.: Meyer V. u. Jacobson P., Lehrbuch der organischen Chemie, 2 Auflage, B. 1, T. 1, Berlin—Leipzig, 1922.

Н. Ельцина.

ТИОФЕН, представитель группы гетероциклических соединений, наиболее сходных по физическим и химич. свойствам с ароматич. углеводородами. Т.—бесцветная жидкость со слабым запахом, с $t°_{кип.}$ 84°; уд. в 1,066; по строению молекулы аналог фурана (ф-лы их строения см. ниже).

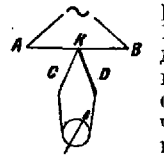


Т. мало склонен к реакциям окисления и присоединения по двойным связям и способен к реакциям замещения (галоидированию, сульфированию и нитрованию); Т. более реакциеспособен, чем бензол; для него характерна реакция меркурирования: его ртутные производные легко получаются напр. при действии на него уксуснокислой ртути

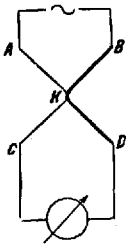
$$C_4H_4S+Hg(CH_3COO)_2=C_4H_3S\cdot HgO\cdot CO\cdot CH_3+$$
$$+CH_3\cdot COOH.$$

Этим свойством Т. пользуются для его получения нагреванием сырого (загрязненного тиофеном) бензола с уксуснокислой ртутью. Т. и его гомологи находятся в каменноугольном дегте, причем Т. обычно сопровождает бензол (в продажном бензоле обычно содержится 0,15 ÷ 0,5% Т.), откуда его и добывают промыванием бензола серной кислотой (2% дымящей H_2SO_4 или 3% 60%-ной к-ты); из получен-

ные проволоки *C* и *D* в точке *K* припаяны к цельной проволоке *AB*, нагревающей спай *K* проходящим по ней измеряемым током. На фиг. 2 разнородные проволоки спаяны в точке *K* крестом. Одна пара их присоединена к гальванометру, а другая—к источнику измеряемого тока. Соединение по фиг. 1 имеет то преимущество, что подогревающая спай проволока однородна, и при той же силе тока спай будет нагрет до большей $t°$, чем в случае фиг. 2, где подогревающий элемент состоит из проволок различного удельного сопротивления и нагревается неравномерно. Для Т. применяют пары: платина—никель, константан—железо, константан—манганин и др. Для уменьшения теплоотдачи и повышения чувствительности Т. заключают в небольшой эвакуированный стеклянный сосуд. Чувствительность такого вакуумного Т. при неизменном токе зависит от металлов термопары, от способа прикрепления ее к нагревающей проволоке и от диам. последней. При токе через Т. в 10 mA через подогревающую проволоку ⌀ 15 μ термопара железо—константан при аккуратной пайке оловом дает термоэдс ~10 mV. При тщательной электросварке термопары можно при тех же условиях получить 17 mV и более. Основное требование—минимальный размер спая. Т. изготовляются для измерения токов (гл. образом высокочастотных) от долей mA до десятков A в виде самостоятельных приборов или вставленных внутрь измерительных приборов. В последнем случае часто употребляется не одна термопара, а батарейки из нескольких термопар. Получить однородные Т. очень трудно, и в работе с ними требуется тщательная их градуировка.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

Было сделано много попыток использовать Т. в технич. целях для непосредственного превращения тепловой энергии в электрическую без применения промежуточного тела, каким являются вода и водяные пары. Однако кпд таких термобатарей настолько низок (порядка 1—3%), что применение их для технич. целей по экономич. соображениям в настоящее время совершенно исключается.

Лит.: см. *Термоэлектричество*, также *Пирометрия*, *Термометрия*.

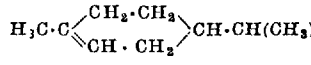
ТЕРПЕНТИН, см. *Живица* и *Скипидар*.

ТЕРПЕНТИННОЕ МАСЛО, см. *Живица* и *Скипидар*.

ТЕРПЕНЫ—обширный класс непредельных углеводородов общей ф-лы $C_{10}H_{16}$, широко распространенных в природе, гл. обр. в *эфирных маслах* (см.), в к-рых Т. являются часто главной составной частью. Таково напр. терпентинное масло, или скипидар, и др. Обычно одновременно с Т. в эфирных маслах присутствуют производные Т. (спирты, альдегиды, кетоны), обусловливающие характерный запах и практическую ценность эфирных масел. Некоторые производные Т. приобрели самостоятельное значение в различных отраслях пром-сти и в медицине, напр. *гераниол* (см.), *ментол* (см.), *камфора* (см.) и др. Бо́льшая часть Т. и их производных представляет легкоподвижные бесцветные жидкости с характерным запахом, с сильным светопреломлением и в большинстве своем оптически активные, под действием света и воздуха, сравнительно быстро осмоляются. Т. разделяются на следующие группы.

1) Т. с открытой цепью углеродных атомов (алифатические Т.). Важнейшими представителями этой немногочисленной группы являются углеводороды с 3 двойными связями—мирцен и оцимен, легко полимеризующиеся в каучукообразные продукты и переходящие в циклич. Т. и дитерпены. Мирцен (1) — жидкость с $t°_{кип.}$ 167 — 172° и уд. в. при 15° 0,8013÷0,8023. Мирцен найден в масле из листьев Pimenta acris, в масле хмеля, вербены (Lippia citriodora) и др. При перегонке под обычным давлением легко осмоляется; образуется при дегидратации *линалоола* (см.) и переходит в линалоол при гидратации. Восстановление мирцена натрием в спиртовом растворе приводит к дигидромирцену $C_{10}H_{18}$. При окислении перманганатом мирцен дает янтарную к-ту. Оцимен — изомер мирцена (2) с $t°_{кип.}$ 73—74° при 21 *мм* и уд. в. D^{15} 0,801, встречается в масле Ocymum basilicum, O. gratissimum и др. Натрием в спиртовом растворе м. б. восстановлен, как и мирцен, в дигидромирцен. При нагревании оцимен превращается в изомерный аллоцимен.

2) Моноциклические Т. представлены в эфирных маслах большим числом изомерных углеводородов, дающих при гидрировании *n*-гексагидроцимол (*n*-ментан, 3), производными которого они являются, и т. о. находятся в генетич. связи с *n*-цимолом, в к-рый переходят например при дегидрировании с серой; производные *м*- (4) и *о*-ментана в природе не найдены, нек-рые из них получены синтетически. Переход от ментана к Т. ф-лы $C_{10}H_{16}$ теоретически м. б. осуществлен отнятием от ментана 4 атомов водорода, попарно от соседних углеродов, в результате чего получаются разные моноциклические Т. Положение двойных связей в циклических Т. обозначают греч. буквой Δ с стоящими справа вверху цифрами (показателями), обозначающими углеродный атом, к-рый связан с соседним, следующим по счету, двойной связью. Если двойная связь является семициклической, т. е. находится между циклом и боковой связью, то цифру, обозначающую положение углерода в боковой цепи, заключают в скобки. На этом основании построена рациональная номенклатура Т. как производных ментана, но большинство Т. имеет установившиеся исторически собственные наименования. Важнейшими представителями моноциклич. Т. являются: лимонен, $\Delta^{1,8}$-ментадиен (5), бесцветная жидкость с запахом лимона, $t°_{кип.}$ 175—177° и удельным весом D^{15} 0,850. Правый *d*-изомер встречается в лимонном, померанцевом и многих др. маслах, левый *l*-изомер—в хвойных маслах. Концентрированная серная к-та переводит лимонен в *n*-цимол; еще легче такой переход осуществляется путем дегидрогенизационного катализа. Лимонен восстанавливается водородом в присутствии платиновой черни в карвоментен



а последний в ментан. Раствором перманганата лимонен окисляется в 4-атомный спирт—л и м о н е н-э р и т р и т с $t°_{пл.}$ 191,5—192°. С сухим хлористым водородом лимонен образует моногидрохлорид, обработкой которого например уксуснокислым натрием получают опти-

ных т. о. сульфокислот Т. его и выделяют. Кроме того Т. и его производные получаются при сухой перегонке сланцев, содержащих серу; легко образуются Т. при пирогенетич. разложении органич. веществ в присутствии серы или сернистых соединений и находятся в некоторых сортах нефти и в дегте бурого угля. Синтетически Т. получают различными путями: напр. исходя из ацетилена или жирных альдегидов, действуя на них сероводородом в присутствии окиси алюминия как катализатора. Для открытия Т. пользуются его характерной реакцией с изатином: при нагревании их смеси в присутствии серной к-ты получается интенсивно синее окрашивание (индофенинова я реакция).

Гомологи Т. находятся вместе с Т. в каменноугольном дегте; α- и β-метилтиофены, так наз. тиотолены, сопровождают толуол; это жидкости с $t°_{кип.}$ 112—113° и 114°; тиоксен, 2,5-диметилтиофен (с $t°_{кип.}$ 134°), сопровождает там же ксилол. Производные Т. аналогичны производным бензола: известны α- и β-тиофенкарбоновые к-ты, получаемые окислением тиотоленов, тиофеновый альдегид с $t°_{кип.}$ 192°, обладающий характером ароматич. альдегидов, и кетон. Из продуктов замещения известны нитротиофен, кристаллич. тело с $t°_{пл.}$ 440°, с запахом нитробензола, аминотиофен, получаемый восстановлением нитротиофена, т. н. тиофенин, аналог анилина, соединение, менее прочное, чем последний. Галоидирование Т. дает α-бром- и α-иодтиофен. Сульфирование Т. проходит хорошо при действии крепкой серной к-ты на Т., разбавленный петролейным эфиром или ароматич. углеводородами; в противном случае серная к-та его разрушает. Сульфокислоты гомологов Т., получаемые обработкой серной к-той продуктов сухой перегонки нек-рых сланцев, применяются в медицине в виде аммонийных солей под названием *ихтиола* (см.).

Лит.: Meyer V. u. Jacobson P., Lehrbuch der organischen Chemie, 1—2 Auflage, B. 2, T. 3, Berlin—Leipzig, 1920. **Н. Ельцина.**

ТИОФЕНОЛЫ, см. *Тиосоединения*.

ТИПОГРАФСКОЕ ДЕЛО, см. *Типографское оборудование*.

ТИПОГРАФСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. Определение типов оборудования, потребного для типографского (вернее полиграфического) производства, тесно увязывается с типизацией предприятий полиграфич. пром-сти и в особенности с характером производимой ими продукции. Продукция полиграфич. пром-сти, общая стоимость к-рой по данным за 1931 г. выразилась в сумме 278,9 млн. руб. (см. *Полиграфическая промышленность*), в основном м. б. подразделена сл. обр.

1) Газеты всех видов—печатная продукция, характеризующаяся небольшим объемом (числом страниц), большим форматом, в нек-рых случаях очень крупными тиражами («Правда», «Известия» и др.) и всегда срочностью выхода, в большинстве ежедневного. Кроме того газетная продукция характеризуется еще и тем, что она выходит из печатной машины в готовом виде, не требуя какой-либо дополнительной обработки. Все это, в особенности срочность выхода, предъявляет к оборудованию для выполнения газетных работ специальные технич. требования. 2) Журналы и книги. Первые, подобно газетам, также требуют своевременного и регулярного, хотя и менее частого (обычно 1, 2, 4 раза в месяц), выхода, меньшего формата страниц, но большего их количества, что в большинстве случаев требует по отпечатании еще дополнительной обработки—брошюровки. Нек-рые виды журналов приближаются по оформлению и характеру обработки к книжной продукции. Как эта последняя, так и журналы обычно выполняются на одном и том же оборудовании, и лишь в редких случаях выполнение журнальной продукции может потребовать специального оборудования. Книжная продукция требует после печати наибольшей дополнительной обработки (брошюровка и переплет). 3) Художественная продукция, в большинстве многокрасочная (репродукции с картин, плакаты, учебные пособия, вкладки в учебные и научные книги, частью торговые этикеты и т. п.), требует специальных, часто весьма сложных приемов обработки и специального же оборудования. 4) Картографическая продукция, имеющая целью печатание географических карт различного назначения. Наконец 5) значительная отрасль полиграфии занята выполнением продукции для обслуживания потребностей все развивающейся промышленности транспорта и прочих отраслей советского народного х-ва. Это—преимущественно т. н. бланочная, иначе акцидентная, продукция, в отдельных случаях массового производства требующая специального оборудования.

Требования к полиграфич. оборудованию для выполнения перечисленных выше видов продукции определяются гл. обр. характером печатной формы, т. е. высоким, плоским или глубоким способами печати (см. *Печатные машины* и *Репродукционные процессы*). Применение того или другого вида печатной формы в свою очередь предопределяется характером продукции (количеством и типом иллюстраций, объемом и тиражностью продукции). Условиями концентрации в предприятиях групп продукции того или иного рода и характера обработки ее определяется типизация или (в отдельных случаях) даже специализация предприятий по виду продукции и способу обработки, иначе сказать технологич. и технич. облик предприятия, т. е. характер оборудования и организация самого производства, его построение. Т. о. оба эти момента неотделимы друг от друга и должны рассматриваться совместно. В условиях полиграфич. производства объем и тип предприятия зависят кроме того в значительной степени от размера и значения области или района, от их населенности, политического значения этих административных единиц и т. д., т. к. этими именно факторами и определяются наличность, характер, объем и размер тиражности той или иной из перечисленных выше групп полиграфич. продукции. Исходя из этих предпосылок, на период второй пятилетки ориентировочно намечаются в СССР следующие типы полиграфич. предприятий.

1) Типизированная газетная типография большого масштаба в столице и особо крупных центрах (республиканских и областных) со включением лишь сравнительно незначительного количества других видов продукции, преимущественно журнальной (полная специализация является чрезвычайно редкой). 2) Универсальные полиграфические предприятия для выработки различных видов продукции—журнал, книга, акциденция (см. *Акцидентные работы*), а также газеты в республиканских и областных центрах меньшего масштаба. 3) Такие же универсальные предприятия для обслуживания больших районов, а также крупных фабрично-заводских центров (Бобрики, Магнитогорск и т. п.). 4) Миниатюрные низовые типографии при политотделах МТС и крупных совхозах для обслуживания в «кустовом» порядке колхозов и более мелких совхозов малоформатными и малотиражными газетами, в отдельных случаях и мелкой бланочной продукцией узко местного значения. 5) Типизированные книжные типографии большого масштаба в столице и крупнейших республиканских и областных центрах для выполнения массовых книжных работ, в том числе и учебников (частично и журнальных работ). 6) Типизированные типографии для выполнения массовой бланочной продукции в крупных центрах СССР и местах сосредоточения такой продукции с частичным выполнением и книжно-журнальных работ. 7) Специализированные литографии и офсет-печатни в столице и особо крупных центрах для обработки художественной и этикетной продукции. 8) Специальные картографич. предприятия, располагаемые в пунктах наибольшей потребности в данной продукции.

Значительным большинством предприятий 1, 2, 3, 5 и 6-го типов применяется только один типографский (высокий) способ печати, т. е. подготовка печатной формы осуществляется путем ручного или машинного набора (см. *Набор*

чески активный α-терпинеол (30); в присутствии влаги получаются дигидрохлориды (цис- и транс-). Лимонен связан простыми взаимными переходами с терпинеолом, терпином (33) и карвоном (37). Характерным для лимонена является тетрабромид с $t^{\circ}_{пл.}$ 104—105°. Дипентен—недеятельная модификация лимонена—может быть получен в результате смешивания равных частей правого и левого лимонена, а также путем его рацемизации. Имеет то же строение, что и лимонен; в особенности много дипентена содержится в отработанном скипидаре после производства терпинеола. Изомеризация многих Т.—лимонена, пинена, фелландрена и т. д.—приводит к дипентену, который получается также полимеризацией изопрена. Для дипентена характерны тетрабромид с $t^{\circ}_{пл.}$ 125—126° и гидрохлорид с $t^{\circ}_{пл.}$ 50°. Терпинолен $\Delta^{1,4(8)}$-ментадиен (6) с $t^{\circ}_{кип.}$ 183—185° и уд. в. D^{20} 0,855. Получается как побочный продукт при производстве терпинеола. Характеризуется тетрабромидом с $t^{\circ}_{пл.}$ 116° и дибромидом с $t^{\circ}_{пл.}$ 69—70°. α-терпинен $\Delta^{1,3}$-ментадиен (7) с $t^{\circ}_{кип.}$ 172—175° и уд. в. D^{19}_{4} 0,8353. В природе встречается в кориандровом, майорановом и др. маслах. Получается наряду с другими изомерами при действии к-т на различные Т. (пинен, дипентен, фелландрен и т. д.) и их кислородные соединения (линалоол, терпинеол, терпингидрат). В противоположность пинену, камфену, лимонену, терпинолену и др. терпинен разрушается полностью хромовой смесью на холоду; этим путем его можно удалить из смеси с другими соединениями; при хранении осмоляется. Характерен для терпинена дихлоргидрохлорид с $t^{\circ}_{пл.}$ 51°. Наряду с α-терпиненом во многих эфирных маслах встречаются изомерные ему Т. β- и γ-терпинены $\Delta^{3,1(7)}$- и $\Delta^{1,4}$-ментадиен (8 и 9), α-фелландрен $\Delta^{1,5}$-ментадиен (10) с $t^{\circ}_{кип.}$ 173—175°, уд. в. D^{15} 0,8425—0,8565 и β-фелландрен $\Delta^{2,1(7)}$-ментадиен (11), с $t^{\circ}_{кип.}$ 57° (при 11 *мм*), уд. в. D^{15} 0,848—0,852; встречаются в эфирных маслах (укропном, эвкалиптовом и других). При окислении дают различные продукты: α-фелландрен дает α-окси-β-изопропилглутаровую кислоту, β-фелландрен дает α-окси-β-изопропиладипиновую к-ту. Фелландрен очень неустойчив против солнечного света и высоких темп-р, перегоняется только при большом разряжении в вакууме. Сильвестрен (12) с $t^{\circ}_{кип.}$ 175—177° и уд. в. D^{20} 0,848; в природе не найден, повидимому образуется лишь в результате изомеризационных превращений других Т. (карена) под влиянием повышенной темп-ры; устойчив по отношению к разным реагентам; недеятельная форма сильвестрена называется карвестреном. Для сильвестрена характерен дигидрохлорид с $t^{\circ}_{пл.}$ 72°.

3) Бициклические Т. Важнейшими бициклическими системами предельного характера являются системы карана, пинана и камфана (13, 14 и 15), представляющие комбинированные системы наружного шестичленного и внутреннего 3-, 4- или 5-членного кольца; получаются они синтетически каталитич. разложением гидразона соответствующего кетона: каран из гидразона карона, пинан из гидразона пинокамфона и камфан из гидразона камфоры по общему ур-ию

$$C_{10}H_{16}N : NH_2 = C_{10}H_{18} + N_2$$

или гидрированием соответствующего терпена. Важнейшими представителями бициклических Т. являются: Δ^3-карен (16) с $t^{\circ}_{кип.}$ 168—169° при 705 *мм* и уд. в. D^{30}_{30} 0,8586, встречается в русском и немецком скипидарах, иногда совместно со своим изомером Δ^1-кареном (17) с $t^{\circ}_{кип.}$ 165,5—167° при 707 *мм* и уд. в. D^{30}_{30} 0,8552. Под влиянием различных реагентов оба карена легко изомеризуются в сильвестрен и карвестрен или дипентен, что долгое время препятствовало их изучению. α-пинен (18) с $t^{\circ}_{кип.}$ 154—156° и уд. в. D^{20}_{4} 0,8580—0,878, содержится гл. обр. в маслах хвойных растений, составляет главную часть *скипидара* (см.), а у нек-рых—почти единственную. Известны правый *d*-, левый *l*- и недеятельный *dl*-пинены; пинен легко превращается в производные других систем; особенно важны реакции присоединения к пинену хлористого водорода, причем образуется при одновременной изомеризации борнилхлорид (19), и гидратация пинена разбавленными минеральными кислотами, причем образуется терпинеол, терпингидрат и др. соединения. Химич. свойства пинена изучены весьма подробно; он применяется в производстве терпинеола и синтетич. *камфоры* (см.), в медицине и лакокрасочном производстве. β-пинен (нопинен) (20) — ближайший изомер α-пинена, отличающийся от последнего положением двойной связи, с $t^{\circ}_{кип.}$ 163—164° и уд. в. D^{15} 0,8650; часто встречается вместе с α-пиненом. β-пинен с бо́льшим успехом, чем α-пинен, применим для синтеза камфоры и производства терпинеола, т. к. соответствующие реакции протекают быстрее и с бо́льшими выходами; кроме того β-пинен труднее превращается в моноциклич. Т. Под влиянием крепких минеральных к-т к пинену присоединяется вода, и происходит изомеризация с образованием *борнеола* (см.). Гидратация β-пинена разбавленной серной и ледяной уксусной к-тами приводит к терпину (33). Борнилен (21), единственный Т., являющийся производным системы камфана, не встречающийся в природе; получается борнилен отщеплением хлористого водорода от борнилхлорида или воды от борнеола (22); $t^{\circ}_{кип.}$ 146° при 740 *мм*, $t^{\circ}_{пл.}$ 113°. Камфен (23) встречается главным образом в масле различных хвойных, получается из борнилхлорида при отнятии хлористого водорода, из изоборнеола при отнятии воды; $t^{\circ}_{пл.}$ 49°, $t^{\circ}_{кип.}$ 160°. Переход от борнилхлорида или изоборнеола к камфену сопровождается внутримолекулярной перегруппировкой.

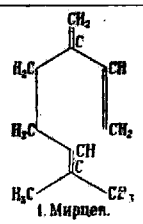
4) Производные алифатических терпенов. Важнейшими представителями их являются: цитронеллол $C_{10}H_{20}O$, природный продукт, состоит из двух изомеров (24 и 25); жидкость с запахом розы, встречается в эфирных маслах герани, розы, цитронеллы; $t^{\circ}_{кип.}$ 225—226° и уд. в. D^{15}_{15} 0,862. Окисление приводит к различным продуктам в зависимости от применяемых условий и окислителей, напр. хромовая смесь дает гл. обр. цитронеллаль с примесью изопулегона, цитронелловой к-ты и др.; перманганат—трехатомный спирт, ацетон и β-метиладипиновую к-ту. Технически получается из цитронеллаля восстановлением амальгамой алюминия или выделением из соответствующих масел (см. *Душистые вещества*). Цитронеллаль $C_{10}H_{18}O$ в виде смеси двух изомеров (26 и 27) встречается в маслах цитронеллы, некоторых эвкалиптов, мелиссы и др.; $t^{\circ}_{кип.}$ 203—208° и уд. вес D^{15} 0,8552. Под влиянием к-т легко изомеризуется в зависимости от формы в изопулегол или

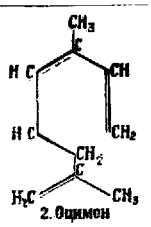
типографский и *Наборные машины*) со включением в него металлич. (преимущественно цинковых) клише для иллюстраций (см. *Автотипия* и *Репродукционные процессы*). Предприятиями 1, 2 и 5-го типов применяется часто и плоский способ печати (литография или офсет). В предприятиях 1-й и 5-й групп кроме того не исключается применение и глубокого способа печатания—тифдрук, меццо-тинто (см. *Репродукционные процессы*), поскольку предприятия этих типов принадлежат обычно издательствам, имеющим тяготение к обслуживанию своих издательских потребностей всеми видами печати. Но современная техническая тенденция стоит за специализацию отдельных способов печати, и повидимому в течение второй пятилетки в отношении глубокой печати это будет осуществлено, т. е. все оборудование для тифдрука будет сосредоточено в специальных предприятиях. Специальные литографско-офсетные и картографич. предприятия базированы исключительно на плоском способе печати (см. *Литография* и *Офсет*). Описанная выше типизация полиграфич. предприятий по роду изготовляемой ими продукции в таких тиражах и той степени качества, к-рые диктуются современными требованиями, определяет и потребность полиграфии в технически совершенном оборудовании при соответствующей постановке производственного процесса, каковой в надлежащем виде м. б. осуществлен лишь во вновь проектируемых предприятиях, т. к. старые типографии во многих отношениях являются далеко не удовлетворительными. При этом как типы потребного оборудования, так и детали производства значительно изменяются (в особенности в газетных предприятиях) в связи с их локализацией, политич. условиями и вытекающими отсюда характером продукции и требуемой мощностью предприятий. Поэтому и влияние всех этих факторов д. б. принято во внимание при рассмотрении в отдельности каждой группы оборудования, с учетом конкретных условий СССР и заданий второй пятилетки. В связи с этим ко всем видам вновь устанавливаемого оборудования предъявляются следующие требования: 1) достаточное технич. совершенство, обеспечивающее наивысшую производительность при высоком качестве продукции и наибольшей простоте обслуживания; 2) соответствие оборудования особенностям советской продукции, почему взятый за образец иностранный тип оборудования не должен рабски копироваться, а подвергаться соответствующим изменениям и усовершенствованиям; 3) ограничение каждого типа оборудования возможно меньшим числом моделей; 4) соблюдение размерных стандартов; 5) участие в конструировании советских инженеров и изобретателей. Эти условия и положены в основу программы строительства оборудования, которое должно обслужить советскую полиграфию со всеми ее особенностями.

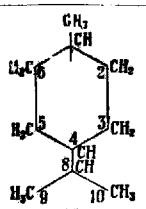
Оборудование наборных в условиях СССР является наиболее отсталой частью типографских предприятий. В то время как в З. Европе (и особенно в Америке) ручной набор почти вышел из употребления, механизация набора у нас едва достигает 25%. Поэтому задачей второй пятилетки является доведение механизации набора по крайней мере до 40—50%. Заграничная полиграфия пользуется следующими видами наборных машин: строкоотливными (большое количество моделей, из к-рых наиболее употребительны 3—линотип, интертип, типограф) и буквоотливными, из которых наиболее распространенным является монотип; все 4 системы применяются и у нас. Для обслуживания заголовочного и акцидентного набора Америка (а за последние годы и З. Европа) широко применяет наборно-отливную машину сист. Лудлов. И наконец в перспективе намечается как-будто близкая к разрешению проблема фотонабора, возможное практическое осуществление к-рого грозит коренным образом переместить уд. веса отдельных видов печати в сторону ликвидации типографского металлического набора (основа высокой печати) и более широкого применения плоской (офсет) или глубокой (тифдрук) печати. Учитывая состояние заграничной наборной техники в данный момент (1933 г.), для периода второй пятилетки нельзя рассчитывать на возможность применения фотонабора, проблема которого несмотря на значительные успехи в этой области остается все же практически еще не разрешенной. С другой стороны, известные строкоотливные и буквоотливные наборные машины обладают высоким техническим совершенством. Т. о. вполне целесообразно остановиться для механизации наборного дела в СССР на строкоотливных наборных машинах типа линотип трех различных моделей (примерно №№ 8, 11 и 12), могущих в этой или подобной комбинации обслужить все потребности текстового набора, от простейшего до самого сложного, не прибегая к применению монотипа. При этом модель № 8—по желанию одно-, двух- или трехмагазинная, т. е. имеющая до шести гарнитур книжных шрифтов,— одна может обслужить все градации (по сложности) текстового набора; модели же № 11 и № 12, снабженные дополнительными боковыми магазинами, дают возможность выполнять сложнейший словарный и заголовочный наборы. Наборная машина по типу модели № 8 уже выпущена з-дом им. М. Гельц в Ленинграде. Потребности акцидентного набора с успехом м. б. обслужены матриценаборной и отливной машиной типа Лудлов.

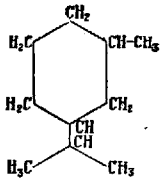
Строительство наборных машин в СССР потребует параллельной организации производства матриц для всех видов наборных машин; матриц же понадобится огромное количество, т. к. каждая наборная машина должна будет обслуживаться каждый год не менее чем 3—4 комплектами матриц, каждый же нормальный комплект включает свыше 1 300 матриц. К организации этого сложного дела, требующего специального оборудования, почти полностью механизирующего производство, уже приступлено на том же з-де им. М. Гельц. Намечаемая сравнительно значительная механизация набора не освободит еще страну от производства ручного шрифта, а следовательно и от заботы об обновлении оборудования словолитен. Поэтому придется строить и словолитные машины какого-либо из новейших типов (см. *Словолитное дело*), а также и отливную машину типа «Эльрод», необходимую для самоснабжения пробельным материалом (см. *Набор типографский*) тех типографий (группы 2, 3, 5 и 6), которые по разным причинам не смогут еще осуществить 100%-ную механизацию набора. Для обслуживания наборных, в частности ручных понадобится кроме указанных основных машин и некоторое количество разных видов мелкого вспомогательного оборудования (специальные

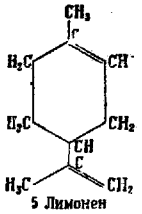
ТЕРПЕНЫ

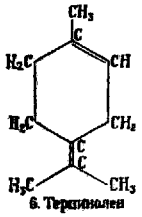

1. Мирцен.

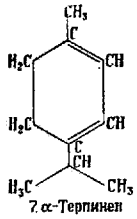

2. Оцимен

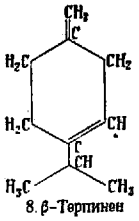

3. п-Ментан

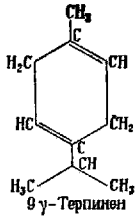

4. м-Ментан

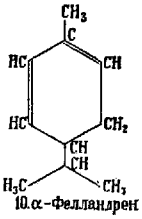

5. Лимонен

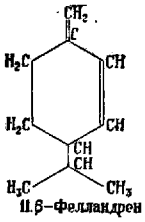

6. Терпинолен

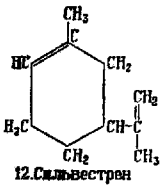

7. α-Терпинен

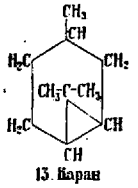

8. β-Терпинен

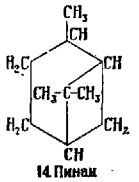

9. γ-Терпинен

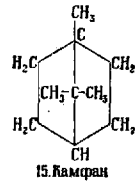

10. α-Фелландрен

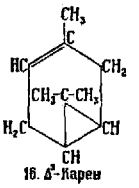

11. β-Фелландрен

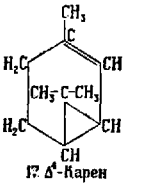

12. Сильвестрен

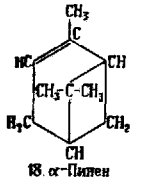

13. Каран

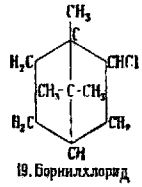

14. Пинан

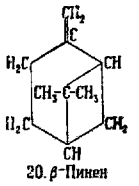

15. Камфан

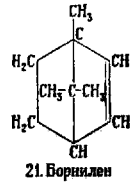

16. Δ³-Карен

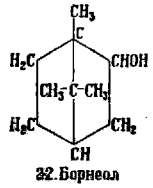

17. Δ⁴-Карен

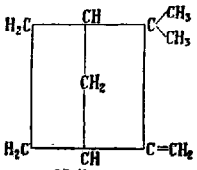

18. α-Пинен

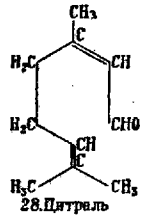

19. Борнилхлорид

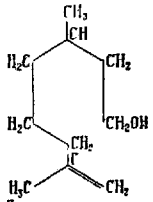

20. β-Пинен

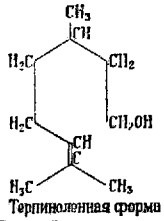

21. Борнилен

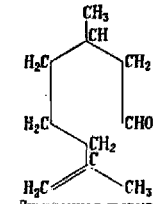

22. Борнеол

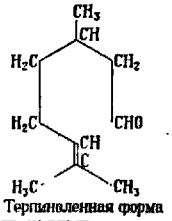

23. Камфен

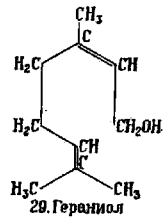

28. Цитраль

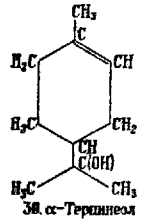

Лимоненная форма

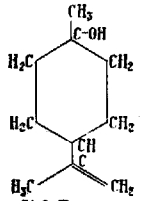

Терпиноленная форма
24 и 25. Цитронеллол

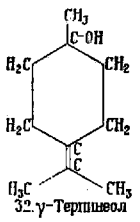

Лимоненная форма

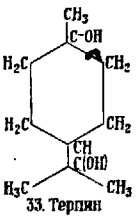

Терпиноленная форма
26 и 27. Цитронеллаль

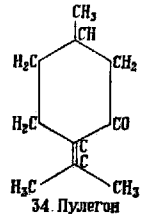

29. Гераниол

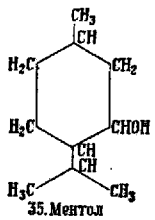

30. α-Терпинеол

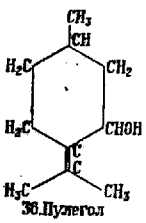

31. β-Терпинеол

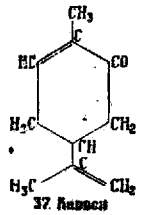

32. γ-Терпинеол

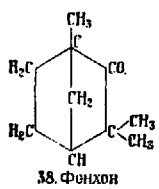

33. Терпин

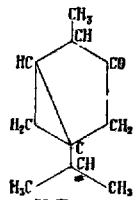

34. Пулегон

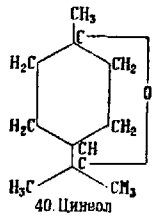

35. Ментол


36. Пулегол


37. Кариол


38. Фенхон


39. Туйон

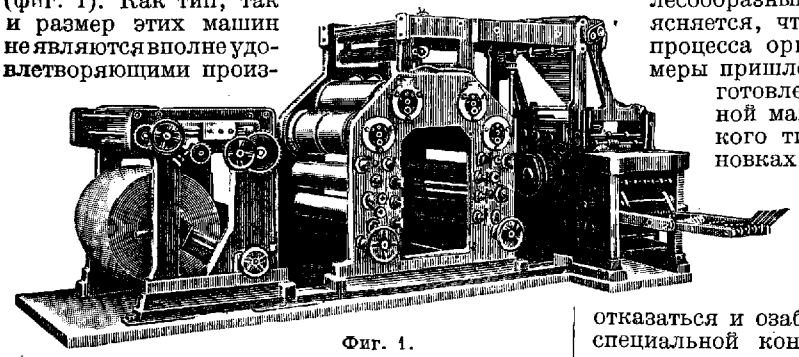

40. Цинеол

41. Пиперитон

42. Сабинен

циркулярные пилы и фрезеры, корректурные станки и пр.).

Печатное оборудование типографий при определении потребных для обслуживания полиграфии типов печатных машин д. б. подразделено в первую очередь на плоские и ротационные (газетные и книжно-журнальные) печатные машины, конечная продукция к-рых в условиях книжно-журнальной работы почти одинакова, отличаясь лишь бо́льшими размерами тиражей, обрабатываемых на ротационных машинах, и возможностями получения иллюстрированной книжной продукции более высокого качества на плоских печатных машинах, что при известных условиях не исключается и для ротационных книжно-журнальных машин (см. *Печатные машины*). Лишь в специализированных типографиях первой группы плоские печатные машины теряют свое значение; в предприятиях же 2, 3, 5 и 6-й групп типографская печать в советских условиях базируется гл. обр. на плоских печатных машинах двух основных систем (стоп-цилиндровой и двухоборотной), диференцируя лишь в зависимости от характера обрабатываемой продукции потребные размеры машин. Последние согласно установкам, выработанным органами стандартизации и утвержденным Всес. комитетом стандартизации, определяются следующими форматами обрабатываемых на плоских печатных машинах бумажных листов: 84×119, 77×109, 59,5×84, 42×59,5, 29,7×42 *см*. Производство плоских печатных машин освоено в СССР Рыбинским механич. з-дом им. т. Ягоды, к-рым строится стоп-цилиндровая машина «Пионер № 1» не стандартного размера 76×113 *см* (фиг. 1). Как тип, так и размер этих машин не являются вполне удовлетворяющими производство. Поэтому в настоящее время указанным з-дом производится работа по конструированию двухоборотных плоских печатных машин двух размеров: 84×119 и 59,5×84 *см*, из к-рых последняя предположена к выпуску с з-да в 1934 г. и явится основной плоской печатной машиной для типографий 2, 3, 5 и 6-й групп, в результате чего она потребует массового изготовления (в период второй пятилетки около 500 машин). Часовая производительность этой машины будет порядка 2 500 оттисков. В меньшем количестве потребуется двухоборотная же машина 84×119 *см* с производительностью 2 000 оттисков в час, назначением к-рой будет обслуживание гл. образом крупных типографий 5-й группы для печатания иллюстрированных книжных и журнальных работ. Машины указанных типов и размеров для использования полностью их производительности должны строиться непременно с самонакладчиками (предпочтительно пневматич. типа). ОСТ 5255 предусматривает еще временно задержанную выпуском машину размера 77×109 *см* (тоже двухоборотного типа). В этой системе размеров машины указанных трех форматов предназначены для печатания листов книжно-журнальной продукции; при многотиражной печати обложек, по нескольку на листе, каждая из указанных машин обслуживает (с учетом толщины корешка) следующий нисходящий формат или же, при незначительных тиражах, обложки печатаются на малых машинах (42×59,5 и 30×42 *см*). Учитывая, что тиражи изданий в течение всей второй пятилетки будут лимитироваться бумагой, печатание обложек на малых печатных машинах будет, как и в настоящее время, обычным явлением; останется конечно и ряд мелких акцидентных работ. В связи с этим возникает вопрос о наиболее целесообразном типе малых печатных машин. В отношении формата 30×42 ясно одно, что отжившая свой век тигельная машина—«американка»—не должна иметь места. Ее должна заменить быстроходная машина с производительностью до 3 000—3 500 оттисков в час типа полных автоматов. Так называемую *американку* (см.) для целей общей полиграфии целесообразно строить лишь тяжелого типа и в небольшом количестве для использования в крупных книжных предприятиях на иллюстрационных и специальных работах.



Фиг. 1.

Постановление ЦК партии о развитии низовой газетной сети, а в связи с этим об организации огромного количества типографий при политотделах МТС и крупных совхозах ставит советскую полиграфию перед чрезвычайно трудным вопросом снабжения этих типографий целесообразным оборудованием. Этим объясняется, что, идя по линии ускорения процесса организации, в виде временной меры пришлось вначале прибегнуть к изготовлению такой мало совершенной машины, как американка легкого типа. В первоначальных установках по типографиям МТС машина этого типа может быть и удовлетворяла ряд отдельных ячеек. При расширении издательской программы политотделов МТС от американки пришлось отказаться и озаботиться изысканием машины специальной конструкции. Расширенная издательская программа предусматривает в каждом пункте издание двух, а в отдельных случаях и трех ежедневных газет стандартного формата A_3 (смотри ОСТ 5255), следовательно в формате развернутого листа газеты 42×59,5 *см*. Такое задание при незначительных предусматриваемых им тиражах 500—1 500 экземпляров для каждой газеты исключает применение в данном случае даже малой ротационной машины системы советских инженеров Готмана и Михина (см. *Ротационные машины*) и заставляет остановиться на плоской печатной машине по возможности малого размера (порядка 42 × 59,5 *см*), так как машина следующего, двойного, размера (84 × ×59,5 *см*) будет чрезмерно громоздкой для этих небольших типографий. Но при этом размере машины и установленном формате газет A_3 каждую газету придется печатать с двух сторон разновременно, т. е. пропускать на машине ежедневно 2—6 форм, в силу чего машина д. б. достаточно быстроходной. При

ментон. Цитраль $C_{10}H_{16}O$ (28)—жидкость с лимонным запахом, встречается в лимонном, лемонграсовом, змееголовниковом и др. маслах; $t^{\circ}_{кип.}$ 228—229° и уд. в. D^{15} 0,881—0,895. Под влиянием минеральных к-т легко переходит в цимол, окисью серебра окисляется в гераниевую к-ту, водородом в присутствии платиновой черни восстанавливается в цитронеллол, амальгамой натрия в уксусной к-те восстанавливается в гераниол (29) и изомер последнего—нерол, в соответствии с наличием обеих изомерных форм. Цитраль находит непосредственное применение в парфюмерном деле и в особенности в производстве *ионона* (см.). *Гераниол* (см.) (29) — жидкость с запахом розы с $t^{\circ}_{кип.}$ 120—122° при 17 *мм* давления, уд. в. 0,8829, встречается в гераниевом, цитронелловом, пальмарозовом маслах, при окислении дает альдегид—цитраль, образует с безводным хлористым кальцием кристаллич. соединение, к-рое водой разлагается с обратным выделением гераниола. Стереоизомер гераниола—нерол—также обладает запахом розы; $t^{\circ}_{кип.}$ 125° при 25 *мм* давления, уд. в. 0,8813, встречается в петигреновом, неролиевом, розовом и др. маслах. По свойствам очень близок к гераниолу, отличаясь от последнего большей легкостью изомеризации в терпинеол и легкостью дегидратации. Не образует кристаллич. хлоркальциевого соединения. Изомерный этим двум спиртам *линалоол* (см.)—жидкость с запахом, напоминающим ландыш, $t^{\circ}_{кип.}$ 197—198°, уд. в. 0,869, встречается в правовращающей форме—в кориандровом масле, в левовращающей—в масле линалоэ; эфиры линалоола и жирных к-т составляют наиболее ценную составную часть лавандового, бергамотного и др. масел. При окислении линалоола хромовой смесью вследствие предварительной перегруппировки получается цитраль. Эти спирты и их эфиры имеют первостепенное значение в мыловаренно-парфюмерной промышленности.

5) Производные моноциклич. Т. Терпинеол $C_{10}H_{18}O$, продажный терпинеол—смесь изомеров *α*-, *β*- и *γ*- (30, 31 и 32); *α*-терпинеол с $t^{\circ}_{кип.}$ 217—219°, $t^{\circ}_{пл.}$ 35°, уд. в. D^{15} 0,935—0,940; *β*-терпинеол с $t^{\circ}_{кип.}$ 209—210°, $t^{\circ}_{пл.}$ 33°, уд. в. 0,819; *γ*-терпинеол с $t^{\circ}_{пл.}$ 69—70°. Терпинеол встречается в некоторых скипидарах, особенно экстракционных, и в маслах: померанцевом, камфорном, лимонном, гераниевом и др. Технически получается из скипидара гидратацией последнего разбавленными минеральными к-тами (серной, азотной) с последующим отщеплением воды от образующегося при этом терпингидрата. Под действием минеральных к-т и водоотнимающих реагентов терпинеол переходит в смесь циклич. Т. или гидратируется, переходя в терпин. Технич. терпинеол—бесцветная жидкость с запахом сирени, находит большое применение в парфюмерном и мыловаренном производствах. Терпин $C_{10}H_2O_2$ (33) известен в двух стереоизомерных модификациях: цис- и трансформе. Первая дает с 1 мол. кристаллизационной воды терпингидрат с $t^{\circ}_{пл.}$ 116—117°. Терпингидрат получается непосредственно из скипидара действием разведенных минеральных к-т, при нагревании дает безводный цис-терпин с $t^{\circ}_{пл.}$ 104—105°, при окислении дает теребиновую к-ту. Транс-терпин—кристаллич. вещество с $t^{\circ}_{пл.}$ 156—158°, $t^{\circ}_{кип.}$ 263—265°, гидрата не образует. Получается гл. обр. при омылении дигидрохлорида, дипентена и терпинена. Цинеол (40) — жидкость с холодящим камфорным запахом, $t^{\circ}_{кип.}$ 176—177°, уд. в. 0,928—0,930, представляет главную и характерную составную часть большинства эвкалиптовых масел, но найден и в ряде других эфирных масел (кайепутовом, розмариновом, лавровом, спиковом и др.). Образуется при дегидратации терпингидрата и поэтому является побочным продуктом при производстве терпинеола. Дает с резорцином и многими фенолами двойные соединения. Пулегон $C_{10}H_{16}O$ (34) встречается во многих маслах, напр. пулегиевом, зизифоровом и др., $t^{\circ}_{кип.}$ 224° при 750 *мм* и уд. в. D^{20} 0,9373. При каталитическом восстановлении, присоединяя четыре водорода, дает весьма ценный продукт—*ментол* (см.) (35). Восстановление металлич. натрием в спиртовом растворе приводит к спирту—пулеголу (36) с $t^{\circ}_{кип.}$ 209—210°, образующемуся из цитронеллаля (лимоненной формы) при действии уксусного ангидрида. Изомерный пулегону пиперитон (41) с $t^{\circ}_{кип.}$ 235—237°, уд. в. D^{19} 0,9375 встречается в эвкалиптовых маслах в виде оптически активных форм, восстановлением переводится в ментол и изоментол и используется для этой цели в промышленности. Для получения синтетич. ментола используется также встречающийся в мятном масле наряду с этим спиртом ментон—жидкость с мятным запахом, с $t^{\circ}_{кип.}$ 207—208°, уд. в. 0,8960. Ментон может встречаться в двух стереоизомерных формах. Карвон $C_{10}H_{14}O$ (37) — бесцветная жидкость, пахнущая тмином, с $t^{\circ}_{кип.}$ 225—231° и уд. в. D^{15} 0,9645÷0,9652°. Найден во многих маслах (тминном, укропном, кудряво-мятном и др.). Для установления генетич. связи между Т. и их производными чрезвычайно важной является связь между карвоном и лимоненом. Эта связь была установлена на основе следующих превращений: лимонен (5) при действии нитрозилхлорида дает лимонен-нитрозохлорид; отщеплением элементов хлористого водорода от нитрозохлорида получается изонитрозосоединение (оксим), из которого осторожным гидролизом с отщеплением гидроксиламина был получен карвон (ф-ла 37):

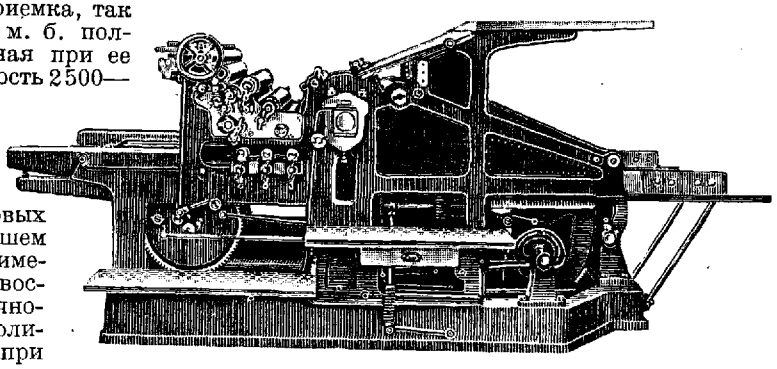
$$C_{10}H_{16} \rightarrow C_{10}H_{16}\cdot NOCl \rightarrow C_{10}H_{14}:NOH \rightarrow C_{10}H_{14}O.$$

6) Производные бициклических Т. Борнеол, по запаху напоминающий камфору, с $t^{\circ}_{пл.}$ 203—208°, $t^{\circ}_{кип.}$ 213°, очень легко возгоняется, встречается в хвойных маслах в левовращающей форме, б. ч. в виде эфиров. Правовращающий борнеол найден в розмариновом и др. маслах. Борнеол наряду с его стереоизомером — изоборнеолом — получается при гидратации пинена и камфена, при окислении они дают *камфору* (см.) с тем же знаком вращения, что и исходный борнеол. Сабинол (42) —жидкость с слабым характерным запахом, с $t^{\circ}_{кип.}$ 209°, уд. в. 0,9518, встречается в масле козацкого можжевельника (Juniperus sabina); при восстановлении переходит в туйиловый спирт. Фенхон $C_{10}H_{16}O$ (38) с $t^{\circ}_{кип.}$ 192—195° находится в фенхелевом, туйевом и других маслах. При восстановлении фенхона получается фенхиловый спирт $C_{10}H_{18}O$ с $t^{\circ}_{пл.}$ 45°. Туйон (танацетон) $C_{10}H_{16}O$ (39)—бесцветная жидкость с $t^{\circ}_{кип.}$ 200—201° и удельным весом D^{20} 0,913 встречается в полынном, туйевом и некоторых других маслах. При восстановлении металлическим натрием образуется туйиловый спирт $C_{10}H_{18}O$.

этом, учитывая условия работы этих типографий, неподготовленность кадров и пр., машина должна обладать максимальной простотой обслуживания и по возможности наименьшей металлоемкостью, что имеет особо большое экономическое значение при огромной потребности в машинах этого типа для одних только низовых типографий. Но потребность в них еще более увеличится, если учесть, что машины этого формата м. б. использованы в качестве вспомогательной машины и в типографиях общей полиграфии. Задача конструктора будущей машины осложнится еще следующими положениями: 1) необходимо дать в машине варианты механич. и ручного приводов, т. к. в нек-рых пунктах ее применения нет механич. двигательной энергии; 2) конструировать машину с таким расчетом, чтобы в отдельных случаях использования машины для целей общей полиграфии к ней могли быть приспособлены самонакладчик и самоприемка, так как лишь при этих условиях м. б. полностью использована возможная при ее малом формате производительность 2500—3 000 оттисков в час, что конечно немыслимо при ручном накладе. Соблюсти все эти условия представляется чрезвычайно трудным, — необходимо внесение в конструкцию новых принципов, которые в новейшем строительстве печатных машин имеются. Возможно, что ими и воспользуется конструктор—Научно-исследовательский институт полиграфической промышленности при НКЛП СССР.

Для следующего этапа механизации низовых типографий этого типа, в случаях дальнейшего их развития по линии увеличения числа газет и в особенности их тиражности, что может иметь место в условиях укрупнения обслуживаемого типографией района или концентрации типографий, в отдельных случаях м. б. целесообразна установка упомянутой уже малой ротационной машины системы Готмана-Михина, дающей до 10 тыс. оттисков в час 4-страничной газеты формата A_3. При всех условиях набор в этих типографиях должен будет производиться ручным шрифтом, так как постановка даже самой простейшей модели наборной машины при относительно высокой их стоимости будет экономически невыгодной, тем более что и ручной набор в условиях подобных типографий не представит технических затруднений. Потребное количество шрифта в простейших условиях должно определяться количеством от 300 *кг*. Помимо мелких принадлежностей для машины и набора, а также незначительного количества наборной мебели (2 — 3 реала и несколько наборных касс) этим может быть исчерпано оборудование типографий этого типа. Лишь в отдельных случаях особых местных условий, связанных с исполнением некоторого количества акцидентных работ, типографии может быть придана американка легкого типа и минимального размера бумагорезательная машина.

Ротационные типографские печатные машины предназначены для выполнения всех видов многотиражной продукции—газет, журналов, книг и бланочной продукции (см. *Печатные машины*). В связи с колоссальным развитием в СССР газетной печати наибольшее требование будет предъявляться на ротационные машины газетного типа, потребность в к-рых определяется на период второй пятилетки в 150 ролей. ОСТ 5256 предусматривает 3 размера газетных машин по ширине роля бумаги и окружности печатного цилиндра. Наиболее ходовой из них—АрО при ширине роля 84 *см* и объеме цилиндра 119 *см*. Машина этого формата оригинальной советской конструкции уже строится Рыбинским механич. з-дом им. тов. Ягоды (фиг. 2) и дает при одном роле следующие печатные возможности (см. табл. 1). К однорольной машине в случае надобности м. б. присоединена вторая такая же



Фиг. 2.

машина, в результате чего получается одна двухрольная машина, дающая возможность при двух фальцах и двух выходах получить различные комбинации газет (одну газету формата A_2 в 16 стр., 2 восьмистраничные разные газеты, 1 восьмистраничную газету в двойной производительности, 6-страничную газету A_2, 2 газеты форм. A_3 по 4 стр. и т. п.), что делает машину чрезвычайно гибкой для использования в предприятиях 1, 2 и 3-й групп. Примерно та же машина м. б. построена и в виде многорольной машины-агрегата с последовательным размещением ролей, с зарядкой бумагой в нижней части машины и печатным устройством во втором этаже ее. Технич. преимущества машин агрегатного типа—см. *Печатные машины*. Такой 4-рольный агрегат уже построен для Ленинградского филиала газеты «Правда». По такому же конструктивному принципу Рыбинским з-дом м. б. построена машина для ролей двойной ширины 168 *см*, дающая двойную продукцию; назначение подобной машины—обслуживание больших газетных типографий 1-й группы для печати многотиражных газет. Предприятиями 3-й группы (районными и крупными фабрич-

Табл. 1. — Характеристика газетной машины.

Газета	Размер страницы, *мм*	Формат развернутого листа, *мм*	Ширина роля, *мм*	Число фальцев	Число страниц	Часовая производительность
A_2	420×595	840×595	840	2	8	15 000
A_1	420×595	840×595	840	2	4	30 000
A_3	297×420	594×420	840	1	8	30 000
A_3	297×420	594×420	840	1	4	60 000
A_3	297×420	594×420	420	1	4	30 000

Кроме Т. состава $C_{10}H_{16}$ и их производных, важнейшие из которых перечислены выше, в природе довольно широко распространены также значительно более сложные соединения того же типа. Наиболее распространенными в природных продуктах являются сесквитерпены, или полуторные Т. $C_{15}H_{24}$; далее следуют дитерпены $C_{20}H_{32}$ и политерпены $(C_{10}H_{16})_m$. Важнейшими представителями сесквитерпенов являются кадинен, кариофиллен, сантален, пачулен, цедрен и многие другие. Из кислородных сесквитерпенов, встречающихся в эфирных маслах, наибольшее значение имеют спирты с открытой углеродной цепью—фарнезол $C_{15}H_{25}O$, неролидол $C_{15}H_{26}O$, соответствующие по строению терпеновым спиртам: гераниолу и линалоолу; из бициклич. сесквитерпеновых спиртов санталолы—смесь изомерных спиртов состава $C_{15}H_{23}OH$, цедрол и многие др. Строение громадного большинства сесквитерпеновых углеводородов и их производных до настоящего времени остается пока недостаточно изученным.

Промышленное значение Т. имеют довольно ограниченное в противоположность их кислородным производным, к-рые находят широкое применение в качестве изолированных *душистых веществ* (см.). Т. редко находят непосредственное применение в пром-сти и являются по преимуществу исходным сырьем или полупродуктом дальнейшего синтеза; однако некоторые из них применяются в медицине в качестве растворителей, пластификаторов и флотационных реагентов.

Пинен—основной исходный продукт для получения терпингидрата, терпинеола и камфоры; применяется также для приготовления всякого рода скипидарных мазей и непосредственно в медицине как наружное и антисептическое средство, а также во многих случаях как растворитель (см. *Скипидар*). Камфен является промежуточным продуктом при получении синтетич. камфоры из пинена. Лимонен и дипентен находят применение при производстве искусственного лимонного масла, а отчасти в производстве терпинеола. Терпингидрат имеет гл. обр. значение как полупродукт при производстве терпинеола; широко применяется также в медицине при лечении заболеваний дыхательных путей. Терпинеол—дешевое душистое вещество, находит широкое применение в парфюмерно-мыловаренном производстве как непосредственно, так и в виде эфиров, употребляется также при изготовлении нек-рых лаков. Цитраль, являясь типичным душистым веществом с запахом лимона, находит непосредственное применение в парфюмерии, но основное его применение при синтезе *ионона* (см.). Цитронеллаль (помимо непосредственного применения эфирных масел, содержащих этот альдегид) применяется для получения одного из наиболее важных синтетич. душистых веществ—гидроксицитронеллаля. Ментон, ниперитон, пулегон являются исходным сырьем для получения синтетич. ментола.

Сырьем для получения Т. и их производных являются почти исключительно *эфирные масла* (см.); только отдельные Т. получаются в качестве побочного продукта при производстве древесной целлюлозы. Переработка эфирных масел для выделения Т. или их производных производится как физико-химич., так и химич. методами. Для выделения Т. чаще всего применяется фракционированная разгонка при обычном давлении или в вакууме. Для очистки Т. применяется перегонка с едкими щелочами, известью и т. п. Для разделения близкокипящих Т. предложены способы, основанные на различной скорости диффузии через эбонитовую перегородку (напр. α- и β-пинена) или на различной растворимости в винном спирте невысокой концентрации. Кислородные производные Т. выделяются различными способами в зависимости от характера функциональной группы. Для выделения спиртов применяется получение труднолетучих с водяным паром (бензойных, янтарных) или высококипящих эфиров (борных); для первичных и вторичных спиртов большое значение имеет получение кислых фталевых эфиров. Кроме этих общих методов имеются также специальные для отдельных спиртов, напр. получение хлоркальциевого соединения гераниола. Для альдегидов и кетонов главными методами кроме фракционированной разгонки масла является получение кристаллич. или растворимых бисульфитных и сульфитных соединений, разлагаемых при помощи щелочей или к-т. В отдельных случаях, напр. для выделения ментола, камфоры, применяется вымораживание их из эфирного масла. В большинстве случаев выделение Т. и их производных объединяется с дальнейшей их переработкой в синтетич. душистые вещества и составляет т. о. первую стадию этого производства. О производстве в СССР см. *Душистые вещества* и *Эфирные масла*.

Лит.: Симонсен И., Терпены, пер. с англ., М.—Л., 1933; Wallach O., Terpene u. Campher, 2 Auflage, Lpz., 1914; Aschan O., Naphtenverbindungen, Terpene und Campherarten, B., 1929; Baker J., Natural Terpenes, London, 1930; Simonsen J., The Terpenes, Cambridge, 1931. См. также *Эфирные масла* и *Душистые вещества*.

А. Шавыгин.

ТЕРРАКОТА (итальянск.—жженная земля), обожженные, но неглазурованные изделия из глины или глиняной массы с б. или м. тонким и окрашенным черепком из гончарно-черепичных и, реже, кирпичных глин. Т. применяется гл. обр. в виде художественно-декоративного материала для облицовки зданий и для самостоятельной скульптуры. В прошлом Т. находила разнообразное применение и достигла высокого художественного качества (статуэтки древней Греции, т. н. танагры, архитектурные украшения во времена Ренессанса и пр.). В современной архитектуре исключительно широкое применение находит Т. в Америке. В России до начала 20 века Т. применялась мало (для украшения парков и некоторых зданий). В СССР развивающееся социалистическое строительство может использовать этот благодарный материал в оформлении фасадов гражданской архитектуры, в скульптуре парков, домов отдыха, клубов и т. п.

Т. получается при обжиге глин, всегда содержащих железо, к-рое после обжига придает ей б. или м. красное окрашивание. Обжиг ведется при $t°$ ок. 1 000°, недостаточной для начала плавления. Черепок остается очень пористым. В глину можно добавлять отощающие вещества, но никогда—плавни. Главное значение Т. это ее низкая стоимость, которая зависит, с одной стороны, от применения обычных, недефицитных материалов, а с другой—от слабого обжига, к-рый имеет двойное преимущество: требует наименьшего расхода топлива и исключает шансы случайности, существующие у фарфора и у каменной массы с полусплавленным черепком. Количество каолинита должно заключаться между 25 и 35% от общего веса. При меньшем содержании изделия будут иметь слишком малое сопротивление, а при большем содержании будет большая усадка, к-рая дает трещины при высушивании. В качестве сырья применяют часто чернозем, к-рый иногда имеет настолько подходящий состав, что м. б. пущенным в дело без всякой посторонней добавки. На севере Франции применяют иногда для той же цели поверхностные слои земли, годные к обработке, толщиной в несколько *м*. Вследст-

ными центрами) при формате газетной продукции т о л ь к о A_3 (развернутый лист 420 × × 594 *мм*) может с успехом применяться малая ротационная машина конструкции советских инж. Готмана и Михина (подробное описание см. *Ротационные машины*). Но при отсутствии у этой машины возможностей дать газету в формате A_2 или 8-страничную газету в формате A_3 установка ее в ряде случаев может стеснять издательские и полиграфич. планы или (в типографиях еще меньшего масштаба) по стоимости может быть экономически невыгодной. Все эти факторы должны быть тщательно взвешены и подсчитаны при проектировании оборудования новой типографии или при переходе, вызываемом обыкновенно увеличением тиражей изданий, от печатания на плоских машинах к работе на ротационных машинах.

Определение наиболее целесообразного типа к н и ж н ы х ротационных машин является чрезвычайно сложным, т. к. рентабельность ротационной печати книжно-журнальной продукции зависит от ряда технич. и экономич. факторов. По данным специального исследования, проведенного в 1932 г. Научно-исследовательским ин-том ОГИЗа, установлено, как видно из диаграммы (фиг. 3), что рентабельный (отправной) тираж для переноса печатания книжно-журнальных работ с плоских на ротационные машины начинается с 18 тысяч экземпляров. Экономическая часть исследования базирована на отпускных ценах «Ценника» 1932 г. Полиграфкниги ОГИЗа и Мосполиграфа и сравнительном параллельном учете всех процессов, могущих быть произведенными на книжных ротационных машинах, до фальцовки включительно. Все перспективные соображения о размере будущих тиражей книжно-журнальной продукции, в особенности в связи со стабильными учебниками, говорят за значительное превышение в огромном числе случаев указанного отправного тиража (18 000 экземпляров), т. е. за необходимость постройки книжно-журнальных ротационных машин. В СССР такая машина еще только запроектирована, и тем же ин-том выработаны следующие главнейшие технич. условия, к-рые должны лечь в основу будущих конструкций: 1) машина книжно-журнальная, однорольная, постоянного формата, с окружностью цилиндра по печатной форме 1 190 *мм* при ширине бумажного ролл в 840 *мм*; 2) размеры сфальцованной продукции: 149 × 210 *мм*, 210 × 297,5 *мм* и 297 × 420 *мм*; 3) при числе оборотов печатного цилиндра в 8 000 в час машина должна обладать часовой производительностью в 32 000 экземпляров 16-страничных листов формата (в сфальцованном виде) 149 × 210 *мм* при двух поперечных сгибах и 16 000 экз. таких же листов формата 210 × 297,5 *мм* при одном поперечном и одном продольном сгибах; 4) машина должна иметь специальные приспособления против отмарывания краски, что особенно важно при иллюстрационном печатании, и ряд технич. деталей, проработанных на основе новейших достижений современной техники полиграфич. машиностроения. Эти же технич. условия относятся и к машине формата 77 × 109 *см*, к-рая является преимущественно журнальной машиной. Здесь разумеется тип книжно-журнальной ротационной машины, которыми д. б. вооружены гл. обр. предприятия 5-й группы. При дальнейшем развитии в СССР собственного строительства ротационных машин книжного типа, к-рые по целому ряду деталей сложнее газетных ротаций (см. *Печатные машины*), возможно будет наладить производство различных специальных типов ротационных машин, также во многих случаях необходимых при выполнении в массовых тиражах особенных видов печатной продукции (бланочной, билетной и т. п.).



Фиг. 3.

С т е р е о т и п н о е о б о р у д о в а н и е. Роль стереотипного оборудования чрезвычайно выросла в современных условиях широкого развития газетной и книжной ротационной печати, где стереотипия приобрела значение самостоятельного технического процесса. Требования к стереотипному оборудованию весьма различны в зависимости от условий его применения—для целей плоского или ротационного газетного или книжного печатания. В общем оно делится на оборудование для изготовления матриц, для отливки стереотипов и для их отделки. Последнее более многообразно и сложно (см. *Стереотипия*). Для производства матриц применяются быстро работающие матричные прессы, из которых более совершенными являются гидравлические с электронагревательными приборами для подсушивания матриц во избежание деформации под давлением. Наиболее целесообразными из них являются матричные прессы типов MAN или VOMAG. При конструировании пресса советской конструкции отдельные преимущества указанных типов должны быть учтены. Отливные приспособления для обслуживания газетной и книжной ротационной печати тесно связаны с самими ротационными машинами и в наших условиях будут производиться автоматич. и полуавтоматич. типов; отливные станки последнего типа уже производятся Рыбинским заводом параллельно со строящимися им ротационными машинами. Отливными полуавтоматами этого типа будут снабжены все газетные ротационные машины предприятий 2-й и 3-й групп. Грандиозные же газетные установки предприятий 1-й группы (типа газеты «Правда»), где в течение двух-трех часов приходится отливать сотни стереотипных полос, будут снабжаться полными отливными автоматами типа Винклер, отливающими в минуту две полосы, почти не требующие последующей отделки. Конструкция отливочной машины этого типа уже прорабатывается Рыбинским з-дом. Кроме отливочных станков для окончательной отделки круглых стереотипов требуются еще два станка (для внешней и внутренней отделки), точно припасованные к размерам печатных цилиндров соответственной ротационной машины. Приспособления для отливки и последующей отделки плоских стереотипов в общем довольно просты не только в наших, но и в заграничных условиях и составляют т. н. к о м п л е к т д л я п л о с к о й с т е р е о т и п и и, необходимый в разных видах потребности и состава его всем типографским предприятиям 1, 2, 3, 5 и 6-й групп. Комплект этот состоит из 1) котла для плавки и отливки металла, 2) сушильного пресса для выколачивания ручным способом (с помощью щетки) и последующей сушки матриц, 3) отливной

вие разнообразия применяемых сырых материалов состав Т. очень изменчив. Содержание Са в массе перед обжигом может колебаться от 0 до 30% общего веса. Для обыкновенного производства берут такие почвы, к-рые содержат кусочки кремня или железистые вещества: первые после обжига дают белые пятна кремня, а вторые—черные пятна магнитной окиси железа. Если немного повысить $t°$ обжига, то этот окисел плавится, соприкасаясь с глиной, и образует впадинки, окруженные черной каемкой из силиката железа. Сопротивление терракотовых кирпичей раздавливанию (главное качество кирпича с точки зрения строительства) может колебаться от 50 до 200 *кг/см²* в зависимости от содержания каолинита и от $t°$ обжига. Иногда Т. придают черную окраску. Это производство было в разных странах (напр. в Швеции, Англии, Дании). При изготовлении копенгагенской Т. берут слюдяную глину; при обжиге с избытком воздуха она принимает красный цвет, в полувосстановительной атмосфере окиси углерода—серый и в среде органич. веществ—черный, для чего помещают в железный ящик вместе с обжигаемым предметом папоротник и вереск. Ле-Шателье получил Т. черной окраски, нагревая железистые глины до $t°$ 450° в атмосфере ацетилена. При соприкосновении с железом ацетилен разлагается и дает на черепке осадок углеродистого вещества буро-черного цвета. При дальнейшем обжиге «пропитанных» т. о. предметов в капсюлях, наполненных древесным углем, чтобы поддержать восстановительную атмосферу, эти углеродистые вещества разлагаются, оставляя на черепке осадок угля красивого черного цвета.

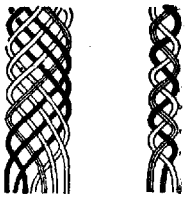
Терракоту в США вырабатывают из различных сортов глины, хотя в последнее время для изготовления ее стали употреблять тугоплавкие глины или смесь их с менее чистой глиной или глинистым сланцем, так как эта смесь дает лучший черепок при SK 6—8 (1 200—1 250°), обычной $t°$ обжига Т. Отсутствие растворимых солей важно и желательно для всех глин, применяемых в производстве Т. Обычно предпочитают глины, принимающие при обжиге светложелтый цвет, отчасти вследствие того, что они дают твердый черепок при требуемой $t°$ без опасений пережога. Цвет черепка не имеет большого значения, т. к. поверхность его м. б. покрываема краской любого цвета. В настоящее время в США при изготовлении Т. почти не применяют низкосортных глин.

Из-за разнообразия глин, применяемых для изготовления Т., трудно составить таблицу их физич. свойств, имеются лишь данные, полученные на практике. При производстве Т. обжиг глины не доводится до $t°$ SK 10, т. к. можно опасаться, что глина будет коробиться; обжигается же она обычно при SK от 6 до 8, когда эта опасность отсутствует. Применяют для Т. обычно глины с небольшим сопротивлением на разрыв. При обжиге до SK 8, т. е. до $t°$, при которой обжигается Т., нек-рые глины делаются совершенно твердыми, в то время как другие остаются пористыми. Последние глины обладают незначительной усадкой. Вильсон дает нижеследующие требования, предъявляемые к терракотовым массам в США. 1) Отличная пластичность, позволяющая прессовать сложные формы и крупные изделия. Минимальное сопротивление на разрыв в пластичном состоянии д. б. 0,14 *кг/см²*. 2) Максимальная воздушная линейная усадка до 5%. 3) Достаточная прочность в высушенном состоянии, позволяющая обрабатывать большие куски. Сопротивление на изгиб сухой массы д. б. около 25 *кг/см²*. 4) Кусок Т. размером приблизительно 0,5 × 0,3 × 0,2 м должен высушиваться, не коробясь и не трескаясь при сушке, в течение 30 ч. в обыкновенной паровой сушилке или в течение 18 ч. в сушилке с многократным насыщением. Для кусков бо́льших размеров требуется больше времени. 5) Полная усадка д. б. не выше 8½%. 6) Хорошая прочность изделий д. б. достигнута при обжиге SK 6. Сопротивление на раздавливание терракотовых изделий варьирует в пределах от 245 до 950 *кг/см²*, давая в среднем ок. 560 *кг/см²*. 7) Водопоглощение д. б. от 8,0 до 22,0% или в среднем 14,3%. 8) Цвет обожженной глины д. б. светложелтый, светлосерый или светлокоричневый. Глины, пригодные для производства Т., в США имеют широкое распространение; в наибольшем количестве используют для Т. глины мелового возраста и каменноугольные глины, реже употребляют третичные глины.

Лит.: Филиппов А. и Швецов Б., Классификация керамич. изделий, М., 1928; Ле-Шателье А., Кремнезем и силикаты, пер. с франц., Л., 1929; Берделль Э., Приготовление керамич. масс, глазурей и красок, пер. с нем., Москва, 1931; Райс Г., Глины, их залегание, свойства и применение, пер. с англ., Л., 1932; Гехт Г., Керамиковое производство, «Промышленность и техника», т. 7, СПБ, 1903; Альбом историч. выставки предметов искусства, устроенной в 1904 г. в СПБ, СПБ, 1907; Султанов Н., Древне-русские красные изразцы, «Археологич. известия и заметки», Москва, 1894, *12*.

А. Филиппов.

ТЕСЕМОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО. Тесьма — узкая тканая или плетеная полоса, находящая разнообразное применение в домашнем обиходе: в пошивке белья и платья, в обивке мебели, в обувном производстве, а также в различных отраслях техники. В отличие от ленты тесьма служит не для украшения платья и белья, а имеет более ответственное назначение: соединять отдельные части изделия, предохранять наиболее сильно изнашиваемые части изделия от преждевременного износа. В изделии тесьма часто выполняет технич. работу. В виду этого тесьма изготовляется преимущественно из крепкой крученой пряжи: льняной, хлопчатобумажной (№№ 24/2, 32/2, 44/2, 60/2 и др.), реже шерстяной и шелковой, и таким переплетением, к-рое наиболее гарантировало бы изделиям достаточную прочность. Тесьма бывает тканая и плетеная. Первая вырабатывается на специальных *ткацких станках* (см.) и обычно наиболее простым, но и самым прочным переплетением—полотняным; применяется также саржевое переплетение, реже атласное. Тесьма плетеная получается в процессе перекрещивания и переплетения нитей между собой; нити проходят попеременно то сверху то снизу одна относительно другой и направлены наклонно к длине изделия. Две пересекающиеся нити образуют с направлением изделия углы, равные по величине, но различные по направлению (фиг. 1). Процесс плетения осуществляется на особых машинах. Работа машины состоит в том, что шпуля с нитью насаживается на коклюшку (фиг. 2). Нить, сходя со шпули, проходит глазок *c* стойки *f*, затем отверстие *i* ползушки *l*, передвигающейся по стойке *f* под действием натяжения нити,



Фиг. 1.

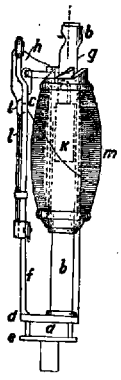
формы для плоской стереотипии с принадлежностями, 4) пилы и рубанка для распилки и боковой строжки стереотипов (делаются также комбинированными), 5) фрезерного станка для отделки печатной поверхности стереотипа, 6) строгального станка для точной выверки высокого стереотипа на рост шрифта—66¾ типографских пункта (см. *Набор типографский*). Для самых малых предприятий, где по характеру продукции стереотипирование применяется редко, изготовляется переносный отливной котел, комбинированный с прессом для сушки матриц и отливной формой, избавляющий предприятие от затрат на установку отдельных довольно дорогих котла, сушильного пресса и отливной формы.

Офсетное оборудование. Специальные предприятия 7-й и 8-й групп—литографии для выполнения художественной продукции и картографич. предприятия—в основной массе базированы на старом литографском процессе и печати с камня на литографских машинах—способе, почти отжившем в массовом производстве западной полиграфии. Между тем совершенно четко определилось уже превосходство офсета над литографией во всех отношениях: и в отношении возможностей, которые дает офсет в подготовке печатной формы, когда 10—12 красок литографской печати заменяются (с применением фототехники) 4—6 прогонами офсета, и в отношении скорости самих печатных машин, дающих на офсетах 2—4 тыс. листов в час, в сравнении с 700 оттисками на машинах, печатающих с камня. Помимо более выгодного использования офсета в условиях лито-художественной печати чрезвычайно рентабельным д. б. при рациональной постановке и применение офсета для выполнения книжно-журнальной продукции, в особенности при печатании повторных изданий, где набор может быть заменен фотопереводом на офсетный цинк (см. *Офсет* и *Репродукционные процессы*). Поэтому скорейший переход к массовому введению еще слабо развитой у нас офсетной печати совершенно необходим. Одним из препятствий к этому до настоящего времени являлась высокая стоимость импортного офсетного оборудования. В связи с этим настоятельно необходимо скорейшее развитие в СССР собственного строительства офсетных машин. З. Европа и Америка обладают огромным выбором типов флатовых и ролевых офсетных машин (см. *Печатные машины*), из которых типом флатовых машин, наиболее оправдавшим себя в наших практич. условиях, являются машины Дрезденского машиностроительного завода «Планета-Терция»—однокрасочная и «Планета-Квинта»—двухкрасочная. Рыбинский машиностроительный з-д в настоящее время приступил к проработке собственной конструкции офсетной машины с таким расчетом, чтобы отдельные элементы ее могли быть комбинированы в различные потребные виды офсетных машин, что конструктивно-техническая природа офсета в некоторой степени допускает. Созданная на этих основаниях будущая советская офсетная машина послужит базой массового введения офсетной печати и полной замены в будущем ставшего уже архаическим литографского процесса. Общее потребное количество офсетных машин, запроектированное планом второй пятилетки, выражается цифрой 80, при наличном количестве офсетов ок. 50 машин. Кроме основных офсетных машин понадобится еще и производство вспомогательного оборудования к ним, в общем несложного.

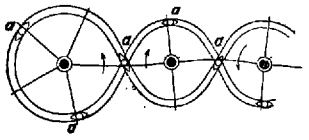
Тифдрук—глубокая печать (см. *Репродукционные процессы*)—является вторым из новейших способов печати, мало культивируемых в СССР, между тем как использование богатейших художественных и производственных возможностей тифдрука имеет достаточную почву хотя бы в одной лишь журнальной продукции, где он более всего и применим в наших условиях. Опыты, проведенные в 1-й Образцовой типографии по печатанию на тифдруке учебников в массовых тиражах и трехцветной художественной книги, показали полную целесообразность применения его и для этих видов продукции. Более широкое введение тифдрука тормозится отчасти еще недостаточностью его производственного освоения, связанного с некоторой капризностью самого технологич. процесса тифдрука (в особенности в многоцветной печати), с высокими требованиями к материалам для него, отчасти недостатком кадров и оборудования. Последнее в З. Европе имеется в большом количестве разнообразных моделей как для флатовой, так и для печати с ролевой бумаги, в особенности для последней; в этом применении особенно ценен тифдрук как способ чрезвычайно производительный (ротационные машины для тифдрука печатают со скоростью до 15 000 оттисков в час почти без затраты времени на предварительную работу над печатной формой на машине—*приправку*). Более широкое освоение тифдрука связано с объединением всего наличного оборудования в специальном предприятии, в связи с чем должно получить развитие и собственное строительство оборудования для тифдрука, к-рое в общем не сложнее уже освоенных нашими з-дами плоских и ротационных печатных машин.

Фото-и гальванотехника в полиграфии. Ряд производственных потерь несет полиграфич. пром-сть от слабого развития и недостаточного применения фототехнич. и гальванотехнич. процессов. В первом случае производственные потери идут по линии офсета и тифдрука (недостаточное использование последнего и затраты излишнего времени и потери на качестве в подготовке печатной формы для офсета без применения фототехники). Недостаточное внедрение в производство гальванотехнич. процессов (гальваностегии для покрытия гартовых стереотипов и гальванопластики в применении к созданию иллюстрационной типографской печатной формы) дает также потери во времени и качестве в типографской (высокой) печати. Причины: недостаточность культуры этих процессов, кадров и оборудования, до сего времени бывшего импортным. Возможность широкого развития строительства этих видов оборудования для полиграфич. производства на ближайший период—еще в перспективе (детали оборудования—см. *Гальванотехника* в полиграфии и *Репродукционные процессы*). Отмечаем два производственно ценных момента, связанных с возможностью осуществления строительства соответствующих видов оборудования, рационализирующих производство. Первый—целесообразен и легко возможен для осуществления теперь же, это—комплект фотооборудования для облегченного производства цинкографских клише в условиях низовой печати. Второй—перспективного характера, так наз.

проходит через отверстие в рычаге *h*, вращающемся на шпильке стойки *f*, затем через ушко гири *k*, перемещающейся внутри трубки *b*, и через верхнее отверстие в трубке *b* направляется для переплетения с другими нитями. Снизу коклюшка имеет два заплечика *d*, *e*, между к-рыми расположена шейка *a*. Коклюшка шейкой *a* вставляется в канал (фиг. 3), представляющий собою кольцо, в к-ром она движется принужденно, останавливаясь в определенных точках. Устанавливая коклюшку со шпулей в той или иной точке канала, можно нити дать вполне определенное направление относительно длины изделия. Коклюшка имеет движение не только по одной окружности, но может переходить в каналы других окружностей, совершая таким образом путь в виде законченной петли. Для остановок отдельных коклюшек, в случае обрыва нити, в верхней части шпули имеются храповые зубья *g*, находящиеся под рычагом *h*. В случае обрыва нити гиря *k* падает вниз и перестает действовать на рычаг *h*, к-рый при этом падает и, попадая в промежутки между зубьями *g*, останавливает шпулю. Когда оборванная нить связана, то она своим натяжением вновь поднимает гирю, которая в свою очередь поднимает рычаг *h*, и шпуля *m* вновь получает свое прежнее вращение (см. *Ткани*, плетеные изделия).



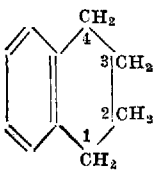
Фиг. 2.



Фиг. 3.

Лит.: Монахов А., Общий курс технологии волокнистых веществ, М., 1926; Müller E., Handbuch d. Weberei, B., 1896. **В. Линде.**

ТЕТРАЛИН, $C_{10}H_{12}$, тетрагидронафталин, продукт гидрогенизации нафталина. Бесцветная жидкость, устойчивая на воздухе, $t°_{кип.}$ 207,2°; уд. в. 0,971 при 20°; $t°_{пл.}$ <−20°, $t°_{всп.}$ 78°; теплота сгорания при постоянном объеме 1339,5 Cal/моль. Т. находится в каменноугольном дегте; технически получается гидрированием нафталина в автоклавах с мешалкой при темп-ре 180° и 15 *atm* давления. Катализатором служит смесь металлов (Ni, Mn, Cu и Co). Для приготовления катализатора смесь сульфатов названных металлов обрабатывают раствором соды; выпавшую смесь углекислых солей фильтруют, промывают и подвергают восстановлению в атмосфере водорода. Полученный т. о. катализатор может служить для периодич. гидрирования от 30 до 40 раз при условии применения чистого обессеренного нафталина, что достигается обработкой технич. нафталина металлич. натрием. Чтобы $t°$ в автоклаве не превысила 260°, во избежание обратной реакции (дегидрирования Т.), требуется систематич. охлаждение автоклава водой. В современных установках отдельные загрузки достигают 5 000 *кг* нафталина, причем гидрирование такой загрузки оканчивается в 2—3 часа. Расход водорода 380—400 $м^3$ на 1 000 *кг* нафталина. По окончании гидрирования Т. отгоняют в вакууме, причем катализатор остается в автоклаве и вполне пригоден для гидрирования следующей загрузки. Реакции Т. наиболее легко протекают в ароматич. ядре. Так, нитрование приводит в зависимости от условий к 1- и 2-нитро- или 1,2- и 1,3-динитротетралину; сульфирование Т. дает преимущественно тетралин-2-сульфокислоту. Действие окислителей, наоборот, направляется на гидрированное кольцо. Так, при действии хамелеона на Т. получаются фталевая, фталоновая и др. ароматич. к-ты. Т.—прекрасный растворитель для жиров, смол, масел и лаков (см. *Растворители*). Во время войны Т. широко применялся в Германии в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания. Т. рекомендуется также в качестве абсорбционного масла для извлечения бензина из естественного газа, а также паров различных горючих растворителей (спирт, эфир, бензин и др.) из смесей их с воздухом, образующихся в различных производствах (целлюлоидное, резиновое и др.). Нек-рые производные Т. повидимому должны найти практич. применение. Так, продукты конденсации Т. с формальдегидом рекомендованы в качестве смол и смазочных масел, хлорированные Т.—в качестве дубителей. Продукция Т. в Германии достигает 3 000 *т* ежегодно.



Лит.: Schroeter G., «Liebigs Annalen», 1922, B. 426; Braun, «B», 1923, B. 56; Ullm. Enz., B. 7, 2 Aufl. **А. Шаврыгин.**

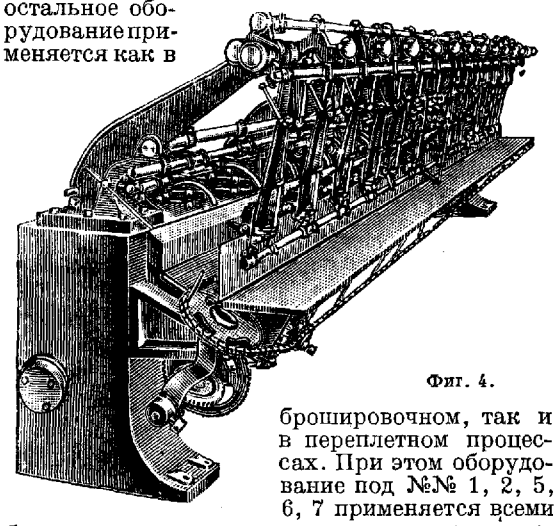
ТЕТРОД, тип электронной лампы, содержащей *анод* (см.), *катод* (см.) и два добавочных электрода; обычно оба добавочных электрода конструируются в виде *сеток* (см.). Практически известными Т. являются: 1) двухсеточные электронные лампы (напр. в СССР лампа типа МДС), распространенные гл. обр. во Франции, и 2) экранированные лампы, имеющие в последние годы вместе с *пентодами* (см.) весьма широкие, все возрастающие области применения. Первоначально Т. в форме экранированной лампы применялся как усилитель высокой частоты; теперь он используется и как детектор и отчасти как генераторная и модуляторная лампа. Обзор практических конструкций Т. см. *Электронная лампа*.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ, дисциплина, имеющая своей задачей борьбу с производственными опасностями путем технич. и организационно-технич. мероприятий. В более расширенном толковании Т. б. охватывает и бытовую обстановку (уличное движение, домашние работы и т. п.). Составляя часть вопросов оздоровления труда, Т. б. в советских условиях резко отличается по самой своей сущности от капиталистич. Т. б. В то время как в условиях капитализма Т. б. является этапом, последующим за созданием производства, и направлена на борьбу с имеющимися уже и присущими производству опасностями, в СССР Т. б. имеет своей основной задачей предупреждение самих опасностей путем воздействия на производственный процесс и производственное оборудование. При этом вопросы Т. б. в условиях СССР входят в комплекс вопросов, который охватывается более широким понятием организации труда, поскольку правильная организация труда мыслима лишь на базе безопасных условий труда. Являясь т. о. частью общего плана борьбы за социализм, Т. б., с одной стороны, имеет в виду сохранение жизни и здоровья строителей социализма, а с другой — способствует созданию условий, обеспечивающих наибольшую

процесс Клейбурна, практикуемый в Америке способ точной юстировки (выверки) гальванопластически изготовленных иллюстрационных печатных форм и самих печатных машин, дающий в результате возможность печатания на типографских печатных машинах почти без приправки, на что в наших условиях при иллюстрационном печатании затрачивается масса времени. Способ этот связан с большим количеством дорогого и сложного оборудования и упоминается лишь как пример высокого технич. достижения зарубежной полиграфии, целесообразного для переноса на почву СССР.

Переплетно-брошировочное производство включает два по существу различных отделочных процесса, обслуживающих преимущественно книжно-журнальную, в некоторой части и акцидентную продукцию (изготовление квитанционных и канцелярских книг и т. п.), и в современных условиях массового производства д. б. максимально механизировано. Брошировочный раздел, более простой по характеру технологич. процесса, является на данный момент более механизированным, нежели более сложный переплетный процесс—изготовление массового переплета, в который нек-рые части брошировочного процесса входят в виде начальной стадии (см. *Броширование* и *Брошировочные машины*). Начиная с поступления отпечатанных листов из типографии по ходу технологич. процессов обоих разделов производства, определяется следующая потребность в оборудовании, к-рое в общем м. б. разделено на оборудование основное и вспомогательное (табл. 2).

трудоемки. Из данного в табл. 2 основного оборудования №№ 2, 3, 4, 5 обслуживают только брошировочный процесс, №№ 9, 10 и 11—специфически переплетные машины, применяемые для изготовления массового переплета; остальное оборудование применяется как в



Фиг. 4.

брошировочном, так и в переплетном процессах. При этом оборудование под №№ 1, 2, 5, 6, 7 применяется всеми без исключения предприятиями, изготовляющими книжно-журнальную продукцию, такое же оборудование, как подборочная машина № 4, трехсторонняя резательная машина № 8 и специальные машины для изготовления переплетных крышек являются достоянием главным образом предприятий 5-й группы, изготовляющих массовую книжную продукцию в переплетенном виде, что получило особенное значение в связи с декретом о выпуске стабильных учебников в переплетах. В отдельных случаях массового переплетно-брошировочного производства не исключается применение и других видов специального оборудования, не вошедших в программу нашего машиностроения, напр. подборочно-швейных машин для массовой журнальной и брошюрной продукции, применяемых некоторыми крупнейшими предприятиями, напр. комбинатом «Правды», где они положены в основу поточного брошировочного процесса. Большое значение в механизированном переплетно-брошировочном процессе имеет вспомогательное, чрезвычайно разнообразное оборудование, подготовляющее, связывающее или заканчивающее отдельные технологич. моменты. Таковы: клеемазательные машины, фаскоспускальные, паковочные прессы или такие машины, как нумеровальные, перфорировальные, алфавитные машины и т. п., вспомога-

Табл. 2.—Оборудование переплетно-брошировочного производства.

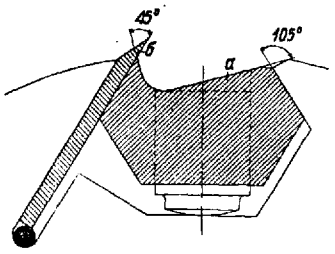
Номенклатура	Тип	Назначение
Бумагорезательная машина	Одноножовая для линейного разреза	Для разреза и подрезки поступающих из типографии листов и для обрезки готовой сброшированной продукции
Фальцевальная машина	Трех- и четырехсгибная без швейного аппарата, по германскому образцу	Для фальцовки (складки) отпечатанных листов книжной и журнальной продукции
Фальцевальная машина	Двухсгибная малая машина, по германскому образцу	Для фальцовки (складки) частей книжн. листа ($^1/_2$, $^1/_4$ л.)
Подборочная машина (фиг. 4)	На потребное число листов оригинальной конструкции	Для подборки книжных листов в порядке следования в книге
Проволокошвейная машина	Тачалка, по германскому образцу	Для сшивки книжной, преимущественно же журнальной, продукции проволокой вразъем листов и вкрай
Проволокошвейная машина	Пятиаппаратная, по германскому образцу	Для сшивки книг проволокой на марле или тесьме под брошюру и переплет
Ниткошвейная машина	По германскому образцу	Для сшивки книг нитками под брошюру и переплет
Бумагорезательная машина	Трехножовая, германского образца	Для одновременной обрезки с трех сторон книг или журналов в процессе брошировки или переплета
Картонорезательная машина	Роликовая с круглыми ножами, германского образца	Для резки картона на переплетные крышки
Кантовочная машина	По германскому образцу	Для приклейки корешка к картонным сторонкам и прочих приклеек
Крышкоделательная машина	По американскому образцу	Для обклейки крышек переплетов тканевым материалом

Заграничная практика применяет еще два вида машин: для крытья книг обложкой и вставки переплетов в готовые книги. В наших условиях от них временно можно отказаться, т. к. эти процессы и в ручном виде не столь

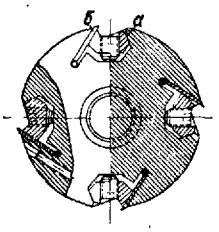
работоспособность, а следовательно и наивысшую производительность труда—«...самое важное, самое главное для победы нового общественного строя» (Ленин).

Наиболее важной и наиболее благодарной задачей является внедрение Т. б. в самое производство, чтобы т. о. вполне осуществить предупреждение опасностей. При этом основной задачей Т. б. в СССР является создание увязки в одно гармонич. целое технологич. процесса, производственного оборудования и условий труда человека, в противоположность капиталистич. странам, где человек нередко является только придатком к оборудованию. При этих условиях Т. б. в СССР должна самым тесным образом увязываться с производственной техникой, и тенденции развития последней предопределяют направление, в к-ром должна развиваться Т. б. Технич. сдвиги в самом производстве нередко вводят крупные изменения в области Т. б., разрешая одни вопросы и выдвигая взамен того другие. Так, замена трансмиссий индивидуальными электромоторами устраняет в ближайшем будущем вопросы безопасности трансмиссий, но расширяет область вопросов электробезопасности. Замена клепки электросваркой, аннулируя опасности клепки, выдвигает вопросы безопасности электросварки и вместе с тем вопросы контроля качества сварных швов, для чего приходится изыскивать совершенно новые методы. Внедрение принципов Т. б. в самое производство требует от работников в области Т. б. основательного знакомства с технологией изучаемого производства, тогда как для осуществления мероприятий по оградительной технике капиталистич. стран достаточно элементарного ознакомления с условиями работ и производственным оборудованием. В виду этого ведущая роль в деле развития советской Т. б. принадлежит научно-исследовательским ин-там оздоровления труда. Подобного рода ин-ты являются своеобразными учреждениями, к-рые резко отличают СССР от капиталистич. стран и свидетельствуют о серьезнейшем внимании советской власти к вопросам оздоровления труда.

Характеристика работы этих ин-тов в области Т. б. дает конкретное представление о направлении развития Т. б. в наших условиях и о методах, ею применяемых. Пример воздействия на технологический процесс. Северо-кавказский ин-т установил возможность производить освобождение проволоки-катанки от окалины на проволочнотянульных з-дах без помощи травления ее в к-те, к-рое сопряжено с большим количеством трудно устранимых опасностей и вредностей, и разработал механич. способ удаления окалины. Исследование микроструктуры и экспериментальная протяжка проволоки показали, что качество проволоки при этом способе не ухудшается. Сконструированный ин-том механизм нашел себе применение на Ростовском з-де, а затем ВСНХ поставил вопрос о введении этого способа и на других з-дах, т. к. помимо оздоровления производственной обстановки он оказался и экономически целесообразным. В качестве примера воздействия на производственное оборудование можно указать на работу Всесоюзного центрального института экономики, организации и оздоровления труда в Москве (ВЦИ ЭООТ) по фуговальным станкам для обработки дерева. Изучение материалов по несчастным случаям на этом станке показало, что поранения чаще всего вызываются соскальзыванием руки рабочего с обрабатываемого предмета при попадании ножей вала на сук или косослой. Ин-том сконструирован был 4-ножевый вал, не дающий толчка при вышеуказанных условиях, что было установлено как динамометрическими испытаниями в лаборатории ин-та, так и при производственной работе. Вместе с тем вал конструкции ин-та дает и повышение производительности. На фиг. 1а и 1б



Фиг. 1а.

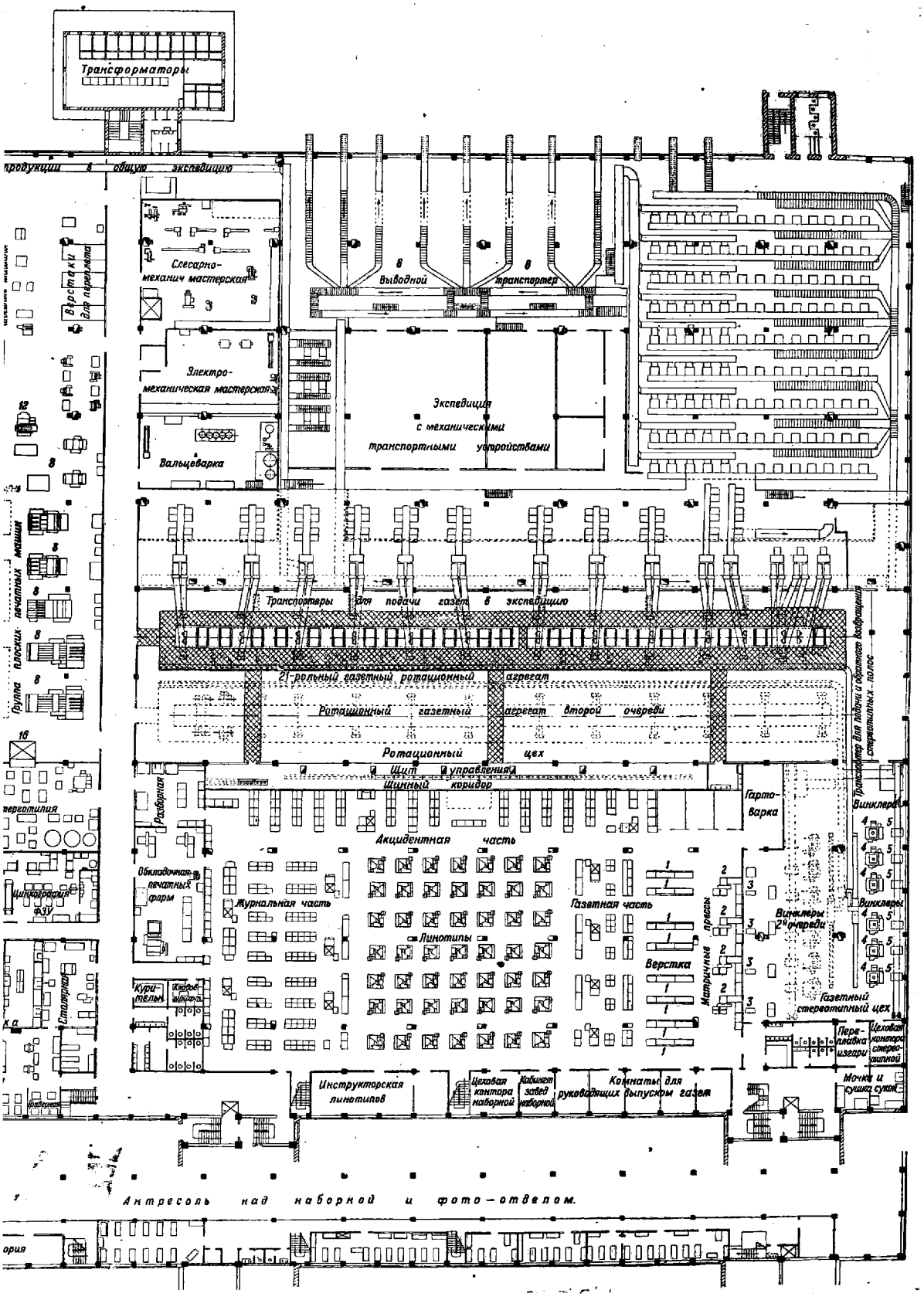


Фиг. 1б.

изображены деталь ножевого вала и разрез ножевого вала. Вал имеет четыре ножа вместо обычных двух. Усилие резания понижается тем, что угол резания близок к наивыгоднейшему. Благодаря всему этому толчка при попадании на сук не получается. Прочность закрепления при вращении вала увеличивается действием центробежной силы на клин *а*, который вкладывается сверху, что упрощает установку ножей *б*.

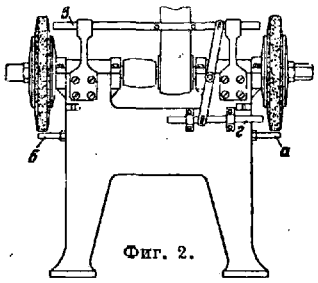
Широко развивающаяся в СССР область машиностроения дает возможность путем внедрения в него принципов Т. б. приблизиться к созданию социалистической машины. Совместная работа проектирующих организаций и ин-тов оздоровления труда дала уже ряд конкретных достижений в этом направлении, например в области тракторостроения. Нельзя однако не принимать во внимание, что на многих предприятиях, даже подвергшихся реконструкции, остается большое количество старого оборудования, по отношению к которому возможны только мероприятия оградительной техники. Кроме того ряд методов капиталистич. Т. б. сохраняет свое значение и для дальнейшей работы в условиях СССР.

Т. б., как уже сказано, направлена на борьбу с опасностями, конкретным выражением которых являются несчастные случаи. Под именем несчастного случая разумеется внезапное воздействие внешней силы, вызвавшее в течение короткого промежутка времени телесное повреждение у потерпевшего и связанное с производством работ по профессии (профессиональный несчастный случай). Непосредственным внешним источником повреждения является в подавляющем большинстве случаев производственная обстановка в разных ее видах (оборудование, материалы, отходы и т. п.), однако действительные причины, вызвавшие несчастный случай, могут лежать как в производственной обстановке, так и в действиях рабочих. Так, наждачный круг может разорваться не только в результате дефектов его структуры, но и вследствие неправильного с ним обращения, напр. пуск круга большого диам. на ненормально высоком числе оборотов. Причины последнего порядка именуются личным фактором. Т. б. имеет своей задачей предупреждение несчастного случая того и другого рода. В вышеприведенном случае для этой це-



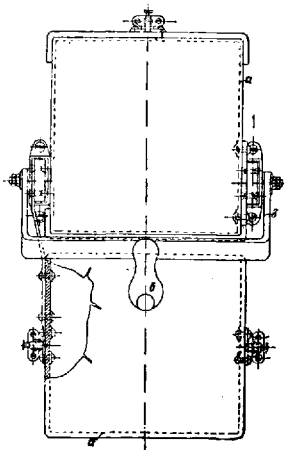
7. Типография газетно-журнального комбината газеты «Правда».

ли станку дается такое устройство, к-рое не дает возможности перевести ремень на шкив, не соответствующий диаметру круга. На фиг. 2 показаны два вида приспособлений, не допускающих установки круга с диаметром, не соответствующим числу оборотов шпинделя: неподвижные детали *а* и *б* и подвижные детали *в* и *г*, передвигающиеся вместе с отводкой. Совершенно очевидно, что разработка мероприятий по Т. б. (и особенно в части влияния личного фактора) требует предварительного изучения материалов по травматизму. Т. о. первую часть Т. б. составляет изучение причин травматизма, на основании к-рого разрабатываются затем соответствующие мероприятия технич. и организационно-технич. порядка.

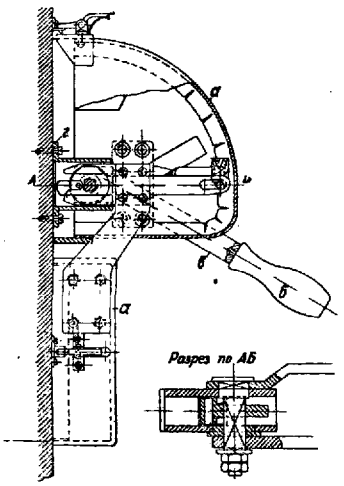


Фиг. 2.

Методы изучения травматизма разделяются на статистические и технические. Статистика путем углубленной разработки массового материала о несчастных случаях по профессиям потерпевших, по характеру выполнявшейся ими в момент несчастного случая работы и по т. н. материальным причинам (т. е. внешним источникам повреждения) дает ориентировку в изыскании действительных причин несчастного случая. Однако только технич. исследование обстоятельств несчастного случая на самом производстве может выяснить действительные их причины. Такое исследование осуществляется или путем расследования отдельных несчастных случаев или путем технич. анализа массового материала за прошлое время (монографич., групповой и топографич. методы). Причины несчастных случаев могут лежать: а) во внешней производственной обстановке, б) в организации работ и в) в действиях и состоянии рабочих. Что касается внешней производственной обстановки, то нужно выделить дефекты общего санитарно-технического характера (дефекты освещения, слишком высокая или низкая $t°$, пыль, газы, пары и производственные шумы). Условия этого порядка усиливают влияние личного фактора в травматизме, понижая для рабочего возможность заметить наступление опасного момента и своевременно и правильно реагировать на него. Борьба с этого рода дефектами относится к области санитарно-промышленной техники, в состав к-рой входят светотехника, промышленная вентиляция и т. п. В область Т. б. входит воздействие на причины технического характера (технологич. процесс, оборудование, планирование производства и т. п.), а также организационно-технич. характера (технич. надзор, инструктаж, расстановка рабочей силы и т. п.). Действия и состояние рабочих, к-рые вызывают или способствуют возникновению несчастных случаев, следующие: болезненное состояние, опьянение, шалости, несознательное отношение к опасностям, недостаточная квалификация и т. п. На борьбу с этого рода факторами направлены мероприятия общего характера, как то: лечебные и лечебно-профилактич. мероприятия, улучшение производственных и бытовых условий, поднятие проф. дисциплины и т. п. К области Т. б. относится группа мероприятий, имеющих своей целью сделать невозможными опасные действия человека или сигнализирующих опасность, причем наиболее надежными являются конечно первые из них, к числу к-рых следует отнести блокирующие устройства, не позволяющие например снять предохранительное устройство во время работы механизма и, наоборот, не допускающие пуска механизма в ход до тех пор, пока предохранительное устройство не поставлено на место. На фиг. 3а и 3б изображен блокированный рубильник с плавкими предохранителями конструкции Института охраны труда. Рубильник и плавкие предохранители, смонтированные на одной общей плите, имеют отдельные предохранительные кожухи из прессшпана, не связанные между собой, и могут один без другого быть сняты и вновь поставлены на место. Снять тот или другой кожух можно только выключением рубильника. Рубильник может быть включен и выключен лишь в том случае, если и рубильник и плавкие предохранители закрыты кожухом. Кожух не имеет открытых щелей, через которые могла бы пробиться вольтова дуга. На фиг. 3б *а*—кожух, *б*—ручка рубильника, *в*—рычаг, *г*—крепление рубильника.

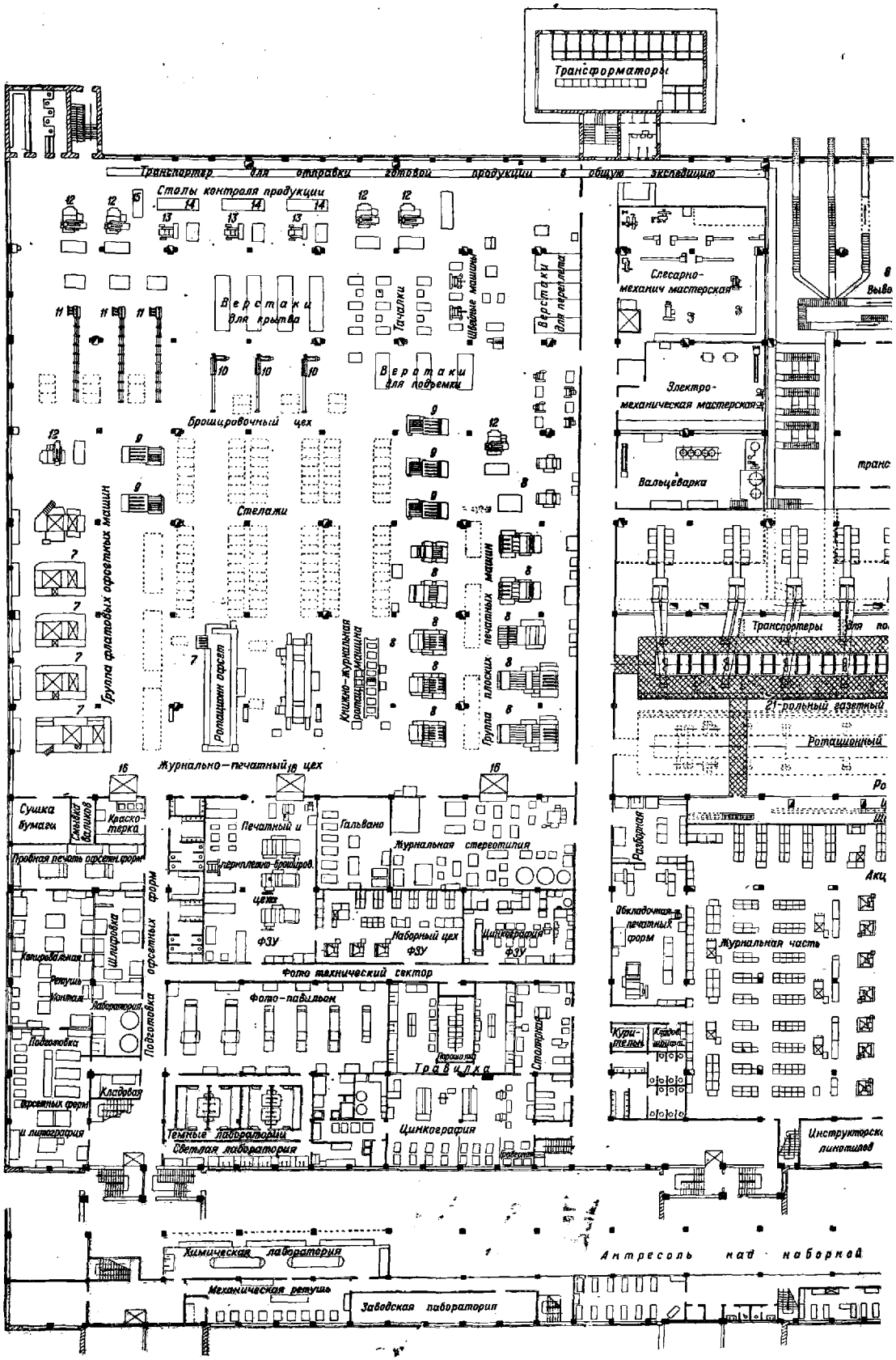


Фиг. 3а.



Фиг. 3б.

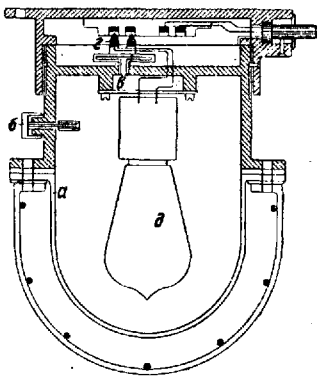
Т. о. объектами воздействия Т. б. в советских условиях являются: 1) технологический процесс—замена опасного процессса безопасным в целом или в отдельных его звеньях; 2) производственное оборудование—рационализация в целях безопасности оборудования или отдельных его органов—предохранительные устройства и в частности ограждения—сигнализация; 3) организация производства—планировка оборудования—правильный поток производства; 4) организация труда—механизация опасных трудовых процессов, рационализация ручного инструмента и приспособлений для работы—правильная расстановка рабочей силы; 5) рабочий персонал—индивидуальные защитные приспособления (спецодежда, предохранительные очки, респираторы и т.п.), инструктаж. Вышеприведенный перечень дает представление касательно объема техники безопасности.



Фиг. 7. Типография газетно-журнального комбината газ

Как всякая технич. дисциплина, Т. б. опирается на наблюдение, эксперимент, расчет и конструкцию. Эксперимент широко применяется как метод Т. б., начиная от грубого эмпирического, производимого непосредственно в условиях производства, до самых тонких лабораторных. К этому разряду относятся периодич. испытания паровых котлов и вообще приборов, действующих под давлением, причем применяется повышенное давление при помощи воды, к-рая как вещество почти несжимаемое делает испытание безопасным. Такого же рода эксперимент путем повышенной нагрузки периодически производится над подъемными устройствами и единовременно над абразивными кругами. В последнем случае необходимо принимать меры ограждения на случай разрыва камня во время испытания. Во всех этих случаях путем повышенной нагрузки мы даем эквивалент тем случайным перегрузкам и динамич. воздействиям, к-рые могут встретиться при эксплоатации и расчету не поддаются. Однако размеры повышенной нагрузки при испытании, за исключением абразивных камней, не могут считаться обоснованными.

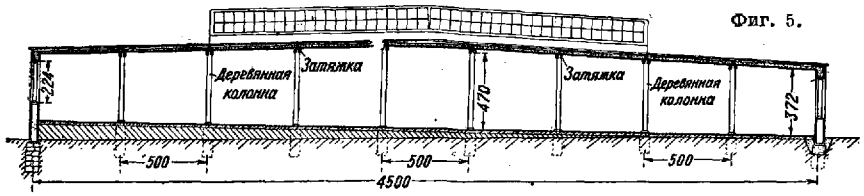
Качество материала, идущего на постройку таких опасных частей оборудования, как паровые котлы, определяется путем лабораторных исследований, равно как и качество материала старых паровых котлов. Для контроля качества сварных швов паровых котлов применяется исследование при помощи рентгенограмм. Для установления надежности выполнения ответственных сооружений при помощи сварных швов применяется испытание опытных конструкций повышенным давлением до полного разрыва. В вышеуказанных случаях эксперимент применялся для установления безопасности имеющегося уже оборудования, но так же широко он применяется и для разрешения вопросов безопасности; укажем напр., что ряд обширно поставленных опытов (Макеевский ин-т) выявил значение каменноугольной пыли как фактора взрывов в шахтах и дал возможность установить мероприятия, необходимые для борьбы с этим фактором. Точно так же ряд экспериментов над абразивными кругами дал возможность установить условия их испытания на прочность. Наблюдение играет большую роль в Т. б. как в деле разработки мероприятий по борьбе с травматизмом, так и в эксплоатационных условиях по отношению к опасным частям оборудования. В частности паровые котлы и приборы под давлением подвергаются периодич. наружным и внутренним осмотрам в целях определения их состояния. Что касается расчета, то для наиболее ответственных в отношении опасности частей оборудования законодательством по Т. б. требуется повышенная степень надежности сообразно с теми условиями, в к-рых части должны работать, напр. цепи и канаты подъемных устройств, подвергающиеся действию высокой $t°$, должны иметь больший запас прочности. Прочность вообще является залогом безопасности сооружений, но в ряде случаев методом Т. б. является создание мест наименьшего сопротивления для обеспечения безопасности. Здания, в к-рых размещается производство взрывчатых веществ, делаются легкими, чтобы в случае взрыва они оказали возможно меньшее сопротивление и т. о. свели до минимума разрушительное действие взрыва. Точно так же в котельных не допускается устройство потолка на балках, чтобы тем самым создать на случай взрыва котла слабое место. Тот же принцип намеренного создания места наименьшего сопротивления положен в основу устройства предохранительных клапанов всякого рода (открывающихся, разрушающихся), «сухарей», «шпинделей» у прокатных станов, разрушающихся при развитии чрезмерных усилий и тем предохраняющих от разрушения самое оборудование спринклеров; такую же роль играют плавкие предохранители в электропроводке. Наконец к этому же разряду можно отнести защитное заземление, которое дает возможность случайно появившемуся напряжению на каком-либо производственном объекте, где его не должно быть, перейти в землю, не причиняя вреда человеку. Для случаев аварийного характера, угрожающих серьезными последствиями, Т. б. требует запасных источников энергии, к-рые м. б. немедленно введены в действие. Так, в промышленных предприятиях должно иметь освещение безопасности, к-рое состоит из светильников, получающих энергию от иного источника, чем общее освещение (например от аккумуляторов). В угольных шахтах вентиляторы должны иметь запасный источник энергии на случай прекращения подачи электрич. тока, причем д. б. обеспечено поддержание вентиляции на срок, достаточный, чтобы рабочие могли выйти из шахты. Укажем еще ряд методов, применяемых в Т. б. для борьбы с разного рода опасностями. Широко применяется метод изоляции в разных его видах. Изоляция горячих и сильно охлажденных поверхностей предохраняет рабочих от ожогов. Изоляция электропроводки служит защитой от поражения электричеством, причем качество изоляции должно соответствовать имеющимся в производстве условиям (действие газов, паров и т. п.). К той же группе изоляции необходимо отнести мероприятия по безопасности в отношении к огне- и взрывоопасным веществам. Хранение больших количеств бензина, сероуглерода и т. п. под слоем инертного газа (сист. Мартини и Гюнеке) или воды (сист. Моклера), причем подача горючего производится при помощи этого же инертного вещества, основано на принципе изоляции этих веществ от соприкосновения с кислородом воздуха. Тот же принцип применяется и при осланцевании стенок каменноугольных шахт при помощи инертной пыли, к-рая не дает возможности каменноугольной пыли дать взрывное действие. В ряде случаев по отношению к взрывоопасным веществам (газам, пыли) применяется в качестве мероприятия по Т. б. герметизация. Приборы освещения делаются в этих случаях герметически закрытыми, причем случайное повреждение стеклянного колпака сейчас же вызывает перерыв в подаче тока и угасание лампы. На фиг. 4 дан разрез безопасной герметической лампы инж. Лейбова для взрывоопасных условий. Внутрь



Фиг. 4.

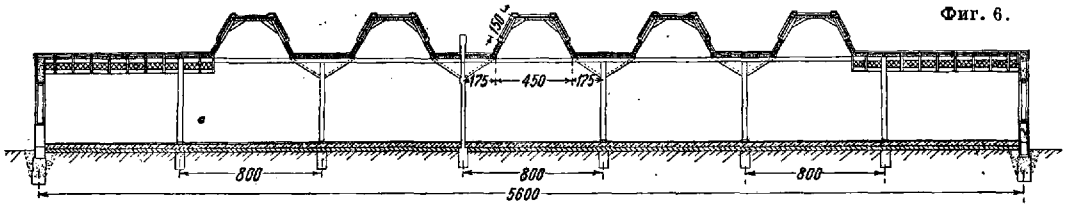
тельная роль которых весьма значительна в предприятиях, изготовляющих акцидентную продукцию, или в специальных предприятиях 6-й группы для обработки массовой «бланочной» продукции. Для последних случаев впрочем имеются приспособления и иного, более рационального характера, напр.: вставляемые в набор, автоматически под давлением цилиндра печатной машины работающие нумеровальные аппараты, подобные же перфорировальные приспособления и прочие, вплоть до специальных машин, вырабатывающих в массовом порядке например ордерные книжки отпечатанными, отнумерованными, перфорированными и сброшированными. В связи с унификацией бланков отчетности возможно, что в ближайшие годы и в СССР явится потребность в подобного рода специализированных автоматах.

Фиг. 5.



Организация производственного процесса. Современные полиграфич. предприятия, вооруженные оборудованием в значительной части автоматическим, работающим с большими скоростями, выкидывающим в кратчайшие сроки огромные массы вполне или почти законченной продукции, естественно должны значительно отличаться от типографий старого типа также и совершенно иной организацией производственного процесса. В основу последнего д. б. положены: новые технологич. принципы, поточность рабочего процесса и отсутствие возвратных движений в нем, замена ручной рабочей силы механизмами везде, где это возможно, при наибольших достижениях в области охраны труда и гигиенич. условий работы; все это в особенности должно иметь место в предприятиях, вырабатывающих массовую продукцию, каковыми являются крупные газетные типографии и типографии, вырабатывающие массовую книжную продукцию. Таковыми и запроектированы новейшие полиграфич. предприятия, в строительном отношении в большинстве новых проектов также сильно отличающиеся от старых типографских зданий. Большинство новых проектировок последних двух лет относится к типографиям в центральных городах национальных республик и лишь сравнительно незначительное число новостроек и крупных реконструкций падает на Москву и Ленинград. Необходимость возможно экономичного отношения к дефицитным строительным материалам—железу и бетону—и наличность в большинстве случаев достаточно свободной земельной площади в республиканских центрах создали условия для проектирования непривычного для типографских предприятий типа одноэтажного производственного здания с верхним светом (фиг. 5 и 6); почти как правило к нему примыкает многоэтажное здание издательских и административных помещений. И лишь немногие полиграфические предприятия в крупных городах СССР в связи с недостатком земельной площади запроектированы многоэтажными. Но в том и другом случае постепенно совершенствовавшаяся практика большого числа новых проектировок выработала почти стандартный тип расположения производства, полностью отвечающий вышеуказанным основным требованиям новой организации производственного процесса. Само собой разумеется, что все новые проектировки предусматривают и все виды технических и санитарных устройств и охраны труда: вполне совершенные вентиляцию и отопление производственных помещений, пожарную безопасность, достаточную освещенность, гигиенические раздевалки, души для мужчин и женщин, комнаты для принятия пищи, для матери и ребенка, медпункт и т. п. Производственные мощности новых предприятий обычно рассчитаны по данным, предусматриваемым второй пятилеткой, с перспективой некоторого дальнейшего расширения, более или менее легкая возможность к-рого предусматривается в технологич. и строительном проектах. Ориентировочная средняя стоимость кубометра новых одноэтажных производственных зданий, чаще кирпичных с деревянными перекрытиями, в зависимости от местных условий и характера санитарных устройств колеблется от 20 до 35 руб. за кубометр.

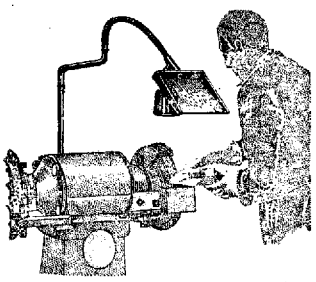
Фиг. 6.



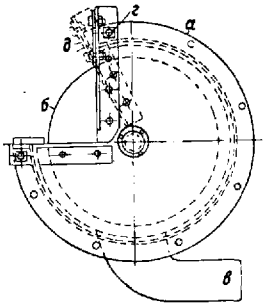
Крупнейшим из строительств нового типа является газетно-журнальный комбинат газеты «Правда», представляющий многоэтажный издательский корпус, тремя переходами соединенный с одноэтажным (с цокольным этажом) производственным корпусом с верхним и боковым освещением (последнее в виду огромной производственной площади—ок. 17 000 м² имеет ограниченное местное значение). Пожарным коридором, проходящим через все здание, оно делится на две неравные части. Правая—бо́льшая—отведена под газетное, левая—под журнальное производство и общее обслуживание фототехникой. Расположенные в середине наборного зала площадью 2 300 м² 49 линотипов снабжают окружающие их с трех сторон газетный, журнальный и акцидентный отделы потребным количеством набора. Помещение заведующего наборным цехом связано пневматическим транспортом с экспедицией рукописей в издательском корпусе; рукописи по наборным машинам распределяются также механизированными путями, увязанными кроме того и особой сигнализацией. Корректорские, сообщающиеся с наборной механич. транспортом, отделение механич. ретуши и химическая лаборатория расположены на антресолях над соответствующими отделами наборной и цинкографии. С верстальных столов *1* (фиг. 7) полосы набора поступают на матричные прессы *2*, подсушенные в сушильных барабанах *3* матрицы тут же передаются для отливки стереотипов на 6 отливных автоматов типа Виниклер *4* и после охлаждения и обработки на пропусных станках *5* специальным роликовым транспортером направляются

стеклянного колпака *а* через клапан *б* вводится сжатый воздух, который выгибает мембрану *в*, вследствие чего замыкаются контакты *г* и ток попадает в лампу *д*. В случае разбития колпака *а* мембрана *в*, изменяя свою форму, размыкает контакты *г* и кроме того сжатый воздух, выходя через пробитое отверстие, устраняет возможность соприкосновения взрывчатой смеси с раскаленной еще в первый момент нитью лампы, если даже стеклянная колба ее будет также разбита. Закрытые герметически распределительные устройства и электромоторы закрытого типа обеспечивают безопасность в тех же условиях.

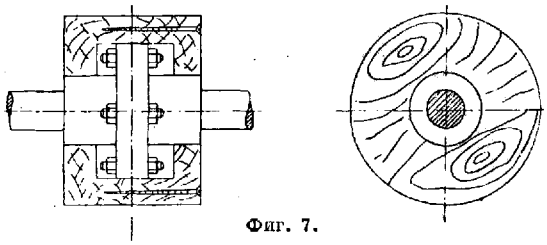
Особую группу составляют мероприятия, назначение к-рых—выявить опасность в тех случаях, когда она неочевидна. Водяной светильный газ, будучи ядовитым, в то же время не дает знать о своем присутствии запахом. Для предупреждения отравления применяется парфюмеризация, к-рая состоит в том, что к газу добавляется сильно и дурно пахнущее вещество, не влияющее на теплотворность газа, к-рое дает возможность своевременно обнаружить опасность. В то же время это вещество помогает быстро обнаружить и ликвидировать место выделения газа (неплотность, свищ в трубопроводе). Перед спусканием в смотровые колодцы должно производиться испытание огнем на присутствие там вредных газов, причем возможность наличия метана, к-рый может дать взрыв, требует применения для испытания лампочки Деви. Имеются более совершенные устройства, к-рые дают гудок при наличии метана. Контрольные лампочки, горящие от рабочего тока, дают возможность точно установить, какой фидер находится под током. Прибор Циппа обнаруживает наличие напряжения в исследуемой части электрооборудования. К этой же группе следует отнести разную окраску баллонов со сжатыми газами, окраску опасных трубопроводов в красный цвет в отличие от безопасных (водопровод), к-рые окрашиваются в белый или синий цвет. Видоизменением того же метода являются разного рода знаки, предостерегающие об опасности (череп с костями и т. п.). Большую группу несчастных случаев дают отлетающие частицы обрабатываемого материала. Методом техники безопасности в этом случае является воздействие на траекторию полета этих частиц как при помощи оградительных устройств (стеклянный щиток, фиг. 5), так и местной отсасывающей вентиляции. На деревообрабатывающих станках местный отсос не только устраняет повреждение глаз отлетающими частицами, но, играя роль воздушного транспорта для отходов, делает ненужной работу уборщиц, к-рая также сопряжена с опасностями. На абразивных станках местный отсос достигает вполне своей цели только при правильном уходе за устройством. На фиг. 6 наждачный круг закрыт стальным кожухом, оставляющим лишь отверстие, необходимое для работы. Кожух *а*, служащий ограждением на случай разрыва круга *б*, соединен с отсасывающим трубопроводом *в* вентиляционного устройства. Язычок *д*, укрепляемый болтом *г*, может переставляться, чтобы уменьшить размер отверстия по мере срабатывания круга и тем поддержать необходимую скорость отсасывания.



Фиг. 5.

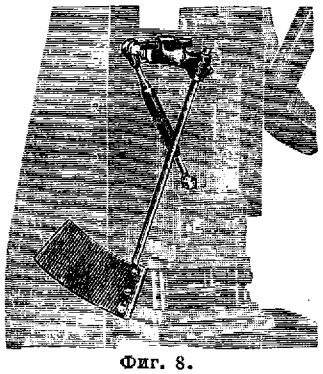


Фиг. 6.



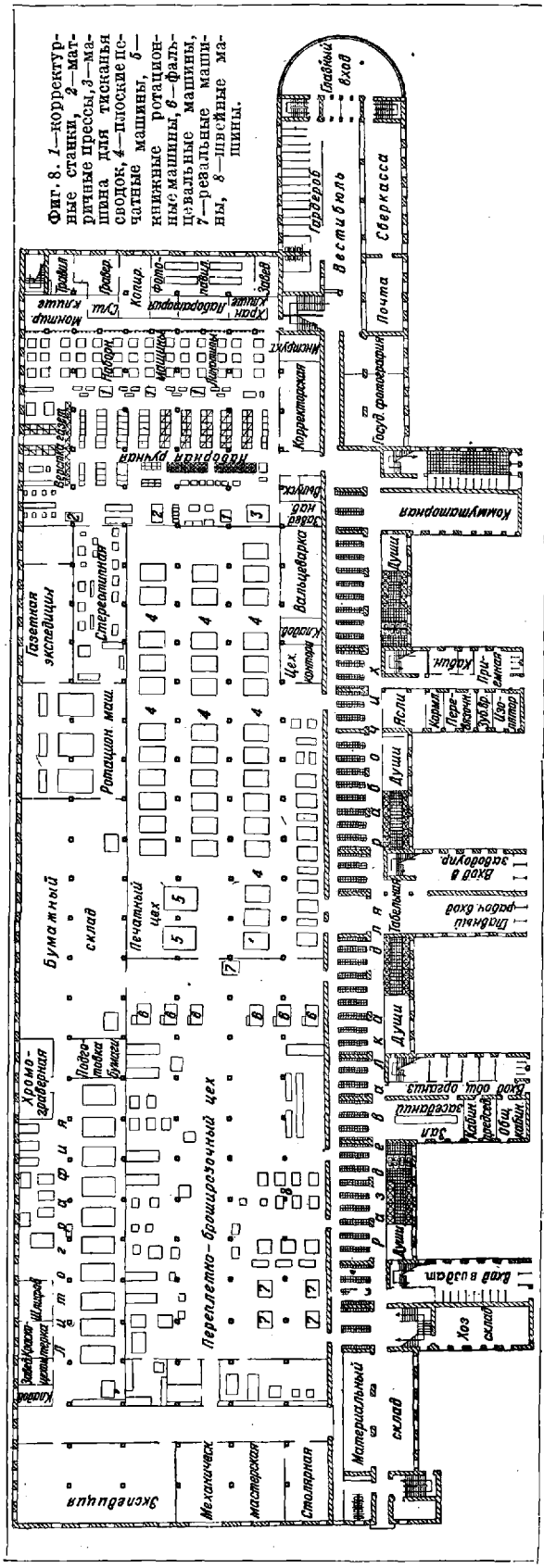
Фиг. 7.

Характерным является метод воздействия на траекторию движения человека в целях безопасности. В качестве примера можно указать устройство виадуков над железнодор. путями для прохода рабочих, устройство тротуаров на дворе предприятия, постановку барьеров у выходов, ведущих на ж.-д. пути, причем рабочий вынужден изменить направление своего движения, замедлить его и благодаря этому имеет возможность осмотреться. Воздействие в тех же целях на оборудование дает возможность рабочему производить манипуляции управления этим оборудованием в безопасной зоне. Перенесение всякого рода рукояток управления так, чтобы рабочий мог ими действовать непосредственно с пола, не влезая на лестницы, обеспечивает безопасность работы. На машинах большой высоты (паровые молоты, вертикальные двигатели) для производства операций на верхней их части (смазка, осмотр, ремонт) должно делать специальные площадки и лестницы с перилами. Следует также отметить перенесение руки рабочего из опасной зоны в безопасную, что достигается на штамповальных прессах или путем устройства револьверной подачи или путем включающего приспособления, к-рое требует участия обеих рук рабочего. Вообще воздействие в целях безопасности на конструкцию деталей оборудования, имеющих производственный характер (например пусковые приспособления у станков), широко применяется в технике безопасности.



Фиг. 8.

Переходя к области предохранительных устройств, следует указать самый разнообразный их характер, сообразно условиям работ: манометры, редукционные клапаны, лестницы для трансмиссий, ремненадеватели, безопасные переносные электролампы, понижающие трансформаторы и т. д. Одним из видов предохрани-

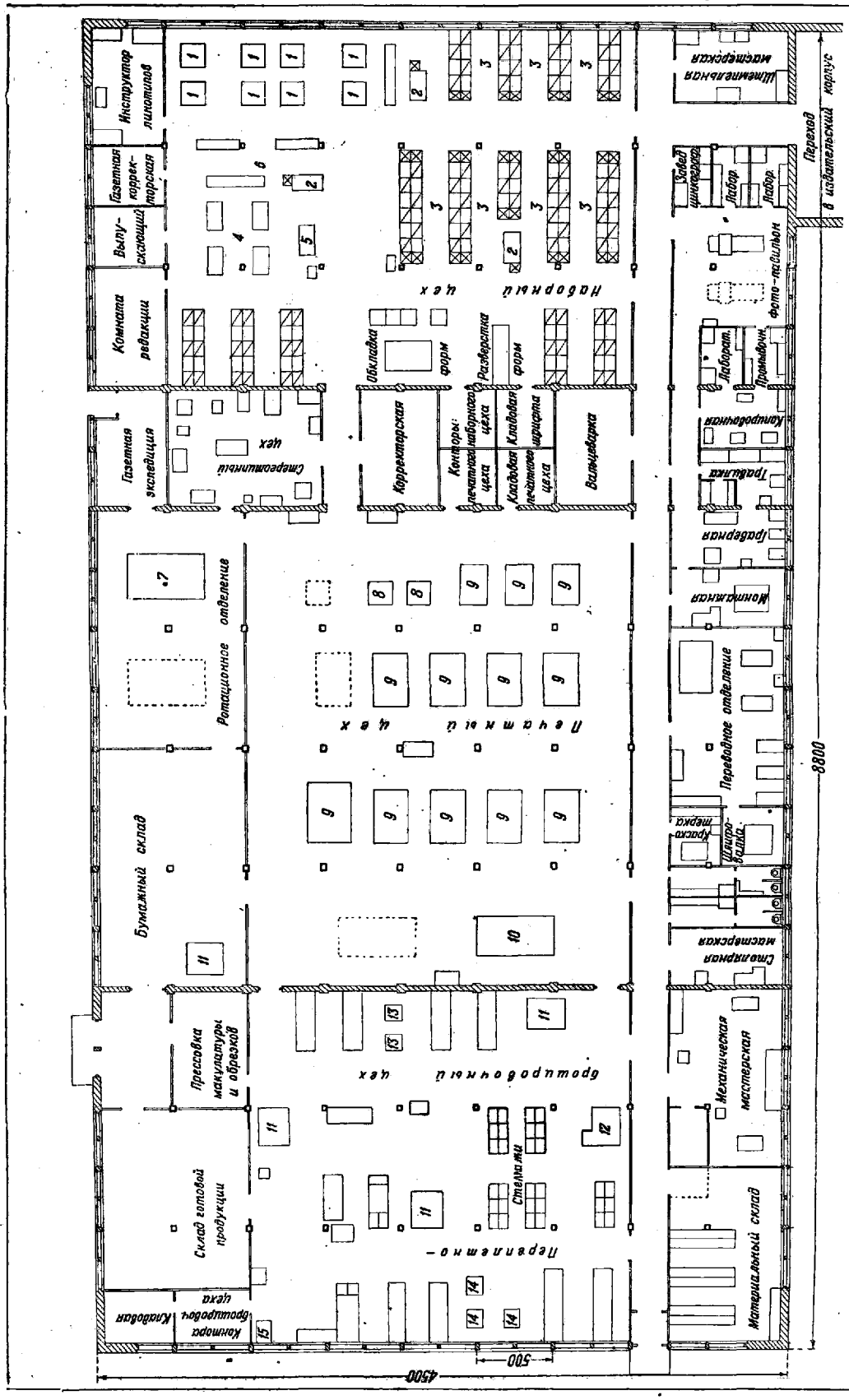


Фиг. 8. *1*—корректурные станки, *2*—матричные прессы, *3*—машина для тиснения сводок, *4*—плоские печатные машины, *5*—книжные ротационные машины, *6*—фальцевальные машины, *7*—резальные машины, *8*—швейные машины.

к 21-рольному двухэтажному ротационному агрегату (на фиг. 7 запроектированы только 6 винклеров и 1 ротационный агрегат первой очереди). Отпечатанная газета специальными постоянно движущимися транспортерами от каждого выхода машины передается в экспедицию, где все размещение по столам для паковки и вязки пачек производится также механически движущимися устройствами, подводящими запакованный груз к центральному транспортеру *6* для вывода груза на платформу сдачи для погрузки на автомобили или в вагоны тут же проходящей ж.-д. линии. В левой части здания (на фиг. 7 внизу) $^1/_3$ его занимают помещения для фототехнич. обслуживания комбината (фотопавильон, подготовка офсетных цинков и цинкография), журнальная стереотипная и мастерские ФЗУ. Сверстанные формы журнального и акцидентного наборов через коридор поступают в журнальную стереотипную; готовые стереотипные полосы из последней и обработанные цинки из левой части фототехнич. сектора направляются в непосредственно к ним примыкающий журнально-печатный цех, где и распределяются по офсетным *7* и типографским *8* печатным машинам; отпечатанная продукция или складывается для кратковременного хранения на стеллажах посреди печатного зала (пунктир) или в зависимости от того, выходит ли она сфальцованной (с ротационных машин) или флатовой (с типографских машин и офсетов) тут же идет на фальцевальные машины *9* для фальцовки или в подборку и шитво на Бремеровских подборочно-швейных машинах *10* или таковых же Христензенах *11* и идет в дальнейшую обработку брошировочного процесса (обжимка, другие виды шитва, крытво), заканчивающуюся обрезкой на обыкновенных *12* или трехсторонних *13* резальных машинах. Пройдя затем стол контроля продукции *14* и паковку *15*, готовые пачки транспортером направляются в общую экспедицию в правой части здания для погрузки тем же порядком, что и для газет. Весь технологич. процесс, как видно из описанного, проходит в строго поточном порядке, без возвратных движений; так же проходят и более мелкие внутрицеховые процессы фотопавильона, цинкографии и подготовки офсетных форм. Цокольный этаж под всем производственным корпусом, занятый бумажными и материальными складами, связан постоянно движущимся транспортером с базисным складом бумаги, в свою очередь увязанным с рядом находящейся платформой специальной ж.-д. ветки. Подача ролей из бумажного склада цокольного этажа к нижней части ротационного агрегата производится также механич. путем—частью по транспортеру, частью специальными тележками по рельсовым путям, проходящим и в соответствующие отсеки ротационной машины. Снабжение бумагой и материалами журнального печатного цеха осуществляется тремя подъемными машинами *16*. Обслуживающие весь комбинат слесарно- и электромеханические мастерские и вальцеварка удобно расположены близ центрального коридора, проходящего через все здание. При полуторасменной газетной работе и двухсменной работе журнальной части ориентировочная общая производственная мощность комбината в газетной части, в виду 100%-ной механизации, ок. 5 000 000 букв набора, который после снятия матриц направляется для переливки—без разбора; ок. 1 600 отливов стереотипных полос газеты ежедневно; около 7 000 000 ежедневных 4-страничных газет формата A_2; ок. 300 000 печатных листов ежедневно журнальной печати в сфальцованном, сшитом и обрезанном виде; кроме того офсет-машины дают свыше 200 000 прогонов цветной печати.

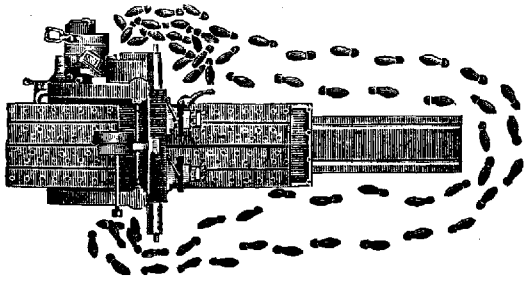
Особое значение газеты «Правда» как органа ЦК партии ставит ее в исключительное положение в отношении обеспечения возможно срочным получением ее даже в б. или м. отдаленных крупных центрах и одновременным выходом в Ленинграде. Для осуществления указанной задачи производится рассылка матриц на аэропланах в более крупные города СССР, а в Ленинграде кроме того запроектирована специальная типография-филиал, отличающаяся той особенностью, что она не имеет никаких признаков наборного цеха и предназначена лишь для отливки стереотипов с полученных аэропланом матриц из Москвы и печати на ротационном агрегате Рыбинского з-да. Эта комбинация дает возможность выхода «Правды» в Ленинграде в один день с Москвой, лишь на несколько часов позднее.

Примером весьма удачно запроектированного сложного производственного процесса может служить большое предприятие универсального типа в Ташкенте, состоящее из одноэтажного производственного корпуса с верхним светом и трехэтажных корпусов издательских и административно обслуживающих помещений в пяти выступах впереди производственного корпуса. Как видно из фиг. 8 и экспликации, направление производственного потока книжно-журнального отдела предприятия идет, не уклоняясь, к экспедиции, в нее также целесообразно впадает литография, а газетная часть предприятия самостоятельно (что и требуется) увязана со своей экспедицией; также удачно размещены все обслуживающие отделы (стереотипия, цинкография) и складские помещения без нарушения поточности технологич. процессов. Рабочий поток имеет вполне правильное распределение по своим производствам без прохода через другие отделения; также диференцировано и обслуживание прочих



Фиг. 9. *1*—наборные машины линотип, *2*—корректурные станки, *3*—наборные реалы, *4*—талеры для верстки газет, *5*—матричный пресс, *6*—стол для правки корректур, *7*—газетная ротац. машина, *8*—американки, *9*—плоские печатные машины, *10*—офсет-машина, *11*—резальные машины, *12*—фальцевальная машина, *13*—швейные машины-тачалки, *14*—нитко-швейные машины, *15*—пашпер (для рубки картона).

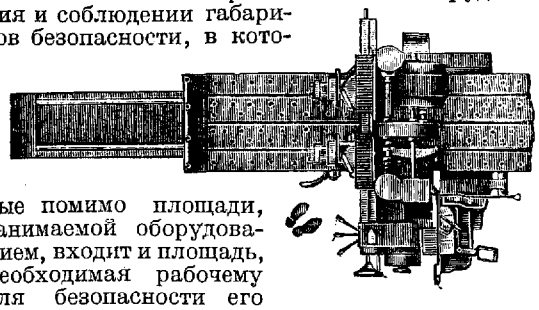
тельных устройств являются ограждения, т. е. детали, присоединяемые к объектам оборудования специально для устранения опасности. Ограждения м. б. неподвижные (напр. для ограждения зубчатых колес, ременных передач), движущиеся вместе с ограждаемой деталью (например ограждение выступающей шпонки вала муфты, фиг. 7), приходящие в движение в момент опасности (например решетка или рукоотстранитель на штамповальных прессах, фиг. 8). Ограждения выполняются из сплошного материала, из проволочного плетения, перфорированного металла. Материал для ограждений



Фиг. 9а.

выбирается соответственно условиям их работы, напр. чугун не может употребляться для случаев ударного на него воздействия (разрыв наждачного круга). Крупное значение имеет блокировка ограждений, о к-рой сказано было выше. Ограждение является более надежным, если оно конструктивно связано с самим оборудованием, а тем более составляет его органич. часть. В этом отношении большие возможности представляет новое машиностроение. Примеры предохранительных устройств и ограждений см. *Гвоздильное производство* и *Деревообделочное производство*.

В части организации производства следует остановиться на расположении оборудования и соблюдении габаритов безопасности, в кото-



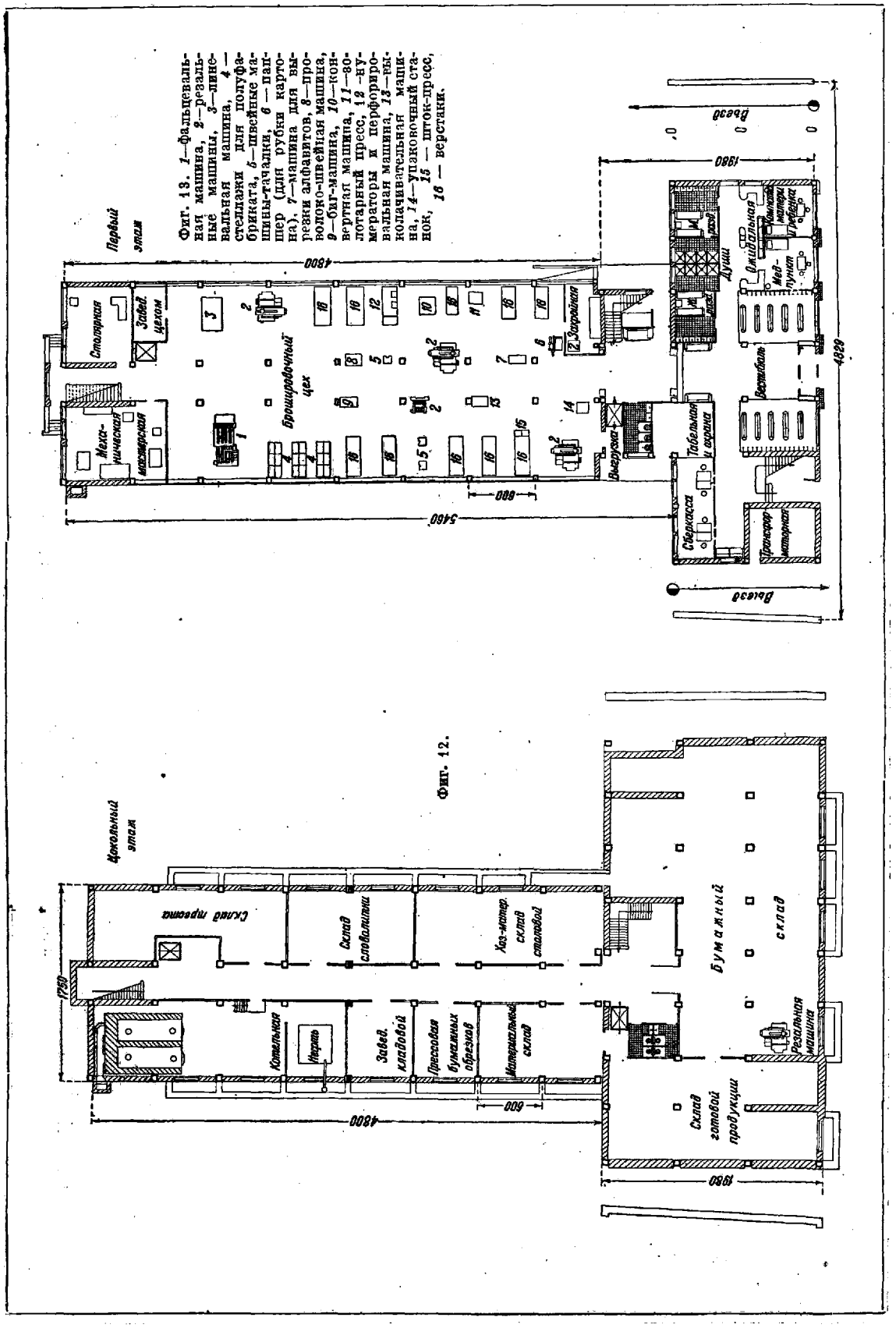
Фиг. 9б.

рые помимо площади, занимаемой оборудованием, входит и площадь, необходимая рабочему для безопасности его манипуляций. При этом важно обратить внимание на рационализацию органов управления, которая позволяет значительно сократить размеры габарита безопасности. На фиг. 9а и 9б показано различие этого габарита до и после рационализации органов управления для продольно-строгального станка. Создание правильного потока изделий является также требованием Т. б. Неисправное состояние механизмов и отдельных их опасных частей является причиной серьезных несчастных случаев. Поэтому плановопредупредительный ремонт опасных механизмов является требованием Т. б. (напр. включающие приспособления у штамповальных прессов). Рационализация отдельных звеньев процесса обработки материала разрешает в ряде случаев вопросы безопасности (соединение на одном штамповальном прессе ряда операций), так же как и рационализация конструкции отдельных обрабатывающих деталей (напр. штампов). В область организации труда входит механизация опасных ручных операций, рационализация ручного инструмента и приспособлений для работы. Ин-том организации и оздоровления труда в Москве проделана большая работа в части рационализации приспособлений для разборки паровозов в депо и разгрузочных работ. Наконец воздействие на самих рабочих в области Т. б. выражается в виде снабжения их соответствующими индивидуальными защитными приспособлениями (спецодежда, очки, респираторы, спасательные пояса и т. д.). Большую роль в деле использования всех этих приспособлений играет их соответствие условиям работы и удобство для рабочего. Вторым видом воздействия является инструктаж по Т. б., к-рый должен составлять неотъемлемую часть техминимума. Содержание этих инструкций и методы инструктажа играют большую роль в эффективности этого рода мероприятий. Плакаты, кинофильмы, уголки безопасности, стенгазеты—все это д. б. привлечено к делу внедрения принципов Т. б. в широкие рабочие массы, равно как и социалистич. формы труда (ударничество, соцсоревнование, шефство старых рабочих над новичками и т. д.).

Лит.: Сборник «Техника безопасности в промышленности», Л., 1928; Сборник «Промышленный травматизм», т. 3, в. 2, М., 1930; «Безопасность труда», монографии, под ред. Пресса, в. 1—18, М., 1926—32; Safe Practices Pamphlets, Chicago (серия), Safety Pamphlets, L. (серия); Syrup F., Handbuch des Arbeiterschutzes u. d. Betriebssicherheit, B. 1—3, B., 1927; Schlesinger, Unfallverhütungstechnik, B., 1910. **П. Синев.**

ТЕХНИКА ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ, радиотехника, техника радиочастотная, объемлет всю категорию практич. применений науки о высокочастотных (радиочастотных) колебаниях. Предметом Т. в. ч. является изучение свойств, методов получения и использования *высокочастотных токов* (см.), а также связанного с ними электромагнитного поля. Теория и техника высокой частоты относятся к совокупности явлений, происходящих при наличии в электрич. цепи колебаний высокой частоты. По терминологии IX ВЭС [1] к категории высоких частот (правильнее радиочастот) относятся частоты, более высокие по сравнению с звуковыми (низкими) частотами; при этом верхний предел звуковых частот считается около 20 000 Hz; однако это определение радиочастот не предполагает ни невозможности излучения при более низких частотах ни того, что радиочастоты должны лежать обязательно выше предела слышимости (т. о. между ними нет резкой границы). О научных теориях, являющихся основой для Т. в. ч., см. *Колебания электрические*, *Резонанс*, *Связанные системы*, *Отрицательное сопротивление*, *Излучение и прием*, *Волны электромагнитные*, *Вибратор Герца*, *Диполь электрический*. *Короткие волны*, *Ультракороткие волны*, *Электромагнитное поле*. Об историч. развитии науки о радиочастотных колебаниях и практич. ее применении—для целей связи—см. *Беспроволочная связь*.

Генерация электрических колебаний в Т. в. ч. Исторически возникшие первыми искровые методы возбуждения электрич. колебаний, конкретно выраженные в форме тех или иных *искровых передатчиков* (см.), в настоящее время в радиотехнике не находят себе применения; получившие наибольшее распространение в ка-



Фиг. 13. *1*—фальцевальная машина, *2*—резальные машины, *3*—шнировальная машина, *4*—стеллажи для полуфабриката, *5*—швейные машины-качалки, *6*—папшер (для рубки картона), *7*—машина для вырезки алфавитов, *8*—проволоко-швейная машина, *9*—биг-машина, *10*—конвертная машина, *11*—автолотарный пресс, *12*—нумераторы и перфоратор, *13*—вкалывательная машина, *14*—упаковочный стан, *15* — шток-пресс, *16* — верстаки.

Фиг. 12.

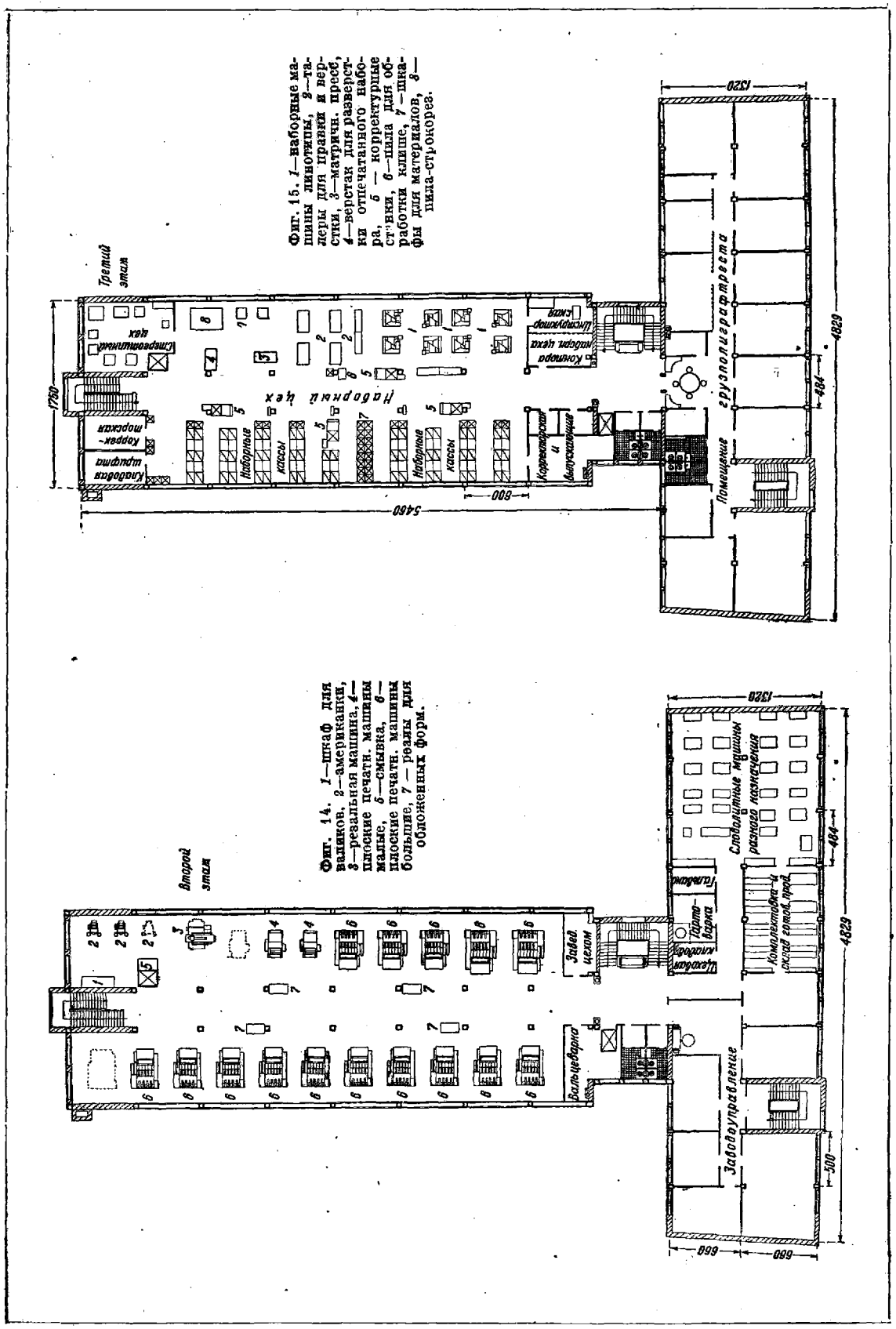
честве *судовых радиостанций* (см.), они теперь постепенно заменяются и в этой категории радиостанций более современными. *Дуговые генераторы* (см.) в настоящее время совершенно вышли из области практич. применений. Поэтому теперь современными источниками электрич. колебаний в Т. в. ч. являются только *ламповые генераторы* (см.) и машины высокой частоты (см. *Высокой частоты машины*).

Электронные лампы (о теории устройства их и явлениях, в них происходящих, см. *Лампа электронная*; о практич. конструкциях таких ламп см. *Электронная лампа*), применяемые для генерации электрич. колебаний, принадлежат к классу *триодов* (см.) и отчасти *тетродов* (см.) (в форме экранированных ламп); в последние годы в радиолюбительской практике встречается использование для целей генерации и *пентодов* (см.). Ламповым генератором является устройство, состоящее из электронной лампы, катод, сетка и анод которой включаются в созданную для генерации колебаний высокой частоты схему (см. *Ламповый генератор*, фиг. 1, 4, 6а, 7а, 8, 9 и другие). Существующие многообразные схемы таких генераторов получают практическое применение в радиопередатчиках, являющихся частью передающей (отправительной) *радиостанции* (см.); они предназначены для получения энергии высокой частоты и передачи ее в излучающую часть — антенну. В основном ламповый передатчик состоит из 1) лампового генератора, преобразующего подводимую энергию в энергию высокой частоты, 2) колебательных контуров, 3) источников питания, непосредственно связанных с генератором. О категориях таких передатчиков и главных технических требованиях, предъявляемых к передатчикам, см. *Передатчик* и более подробно—*Радиопередатчик ламповый*; в последней статье приводятся практич. схемы и конструктивные особенности нек-рых ламповых передатчиков, выполняемых заводами Народного комиссариата связи. Основная производственная база советских радиопередатчиков—Главное управление электрослаботочной промышленности—уже в первый год второй пятилетки в связи с пуском в эксплоатацию 500-kW радиовещательного передатчика (описание его как наиболее характерного в СССР из передатчиков для целей радиовещания см. *Широковещание*) поставила СССР на первое место в мире как по суммарной мощности радиовещательной сети, так и по мощности наибольшей единицы. Для целей профессиональной радиосвязи на период начала второй пятилетки в СССР [2] является наиболее типичным 1-kW передатчик (он при добавлении мощного каскада дает 15 kW) на диапазон частот 18 800÷3 330 kHz. На подробном описании этой конструкции (завода имени Коминтерна), воплотившей в себе почти все известные мировые достижения радиотехники в таких устройствах к 1933 г., будут наглядно выявлены как современные тенденции в Т. в. ч. в области коротковолновых передающих устройств, так и роль описанных в других статьях отдельных элементов схем и конструкций в передающих ламповых устройствах для целей связи (телеграфной и телефонной) (см. ниже).

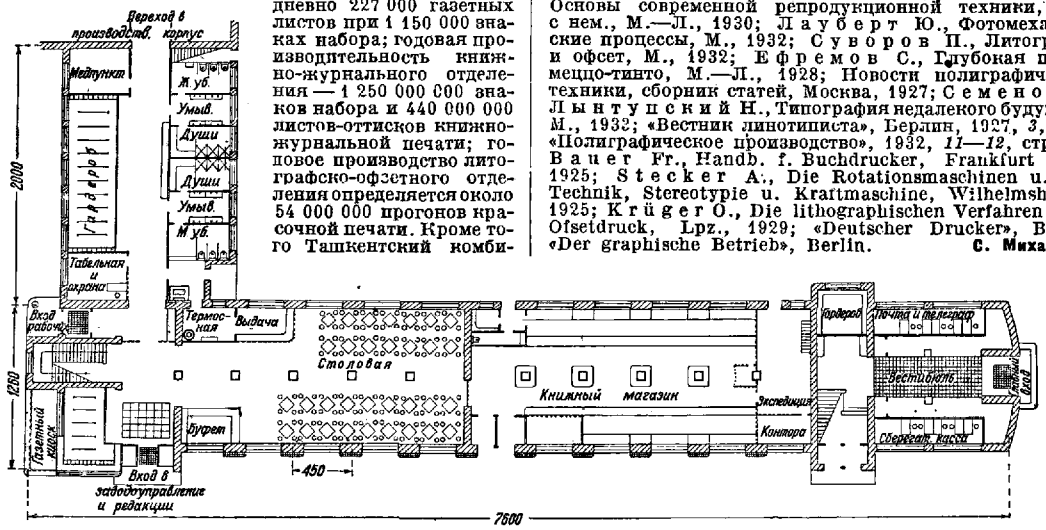
Многочисленные опытные исследования (см. *Волны короткие*) и эксплоатационный опыт радиосвязи указывают, что для получения надежной дальней связи быстродействующими аппаратами (см. *Быстродействующие радиопередача и радиоприем*) на коротких волнах выходная мощность передатчика д. б. ~10÷20 kW. Поэтому, выбирая для последнего каскада такого передатчика хорошо освоенные советской ламповой пром-стью лампы ГК-2 000 (см. *Электронная лампа*), следует для надежного эксплоатационного режима остановиться на двух таких лампах; при этом мощность в антенне получается около 15 kW.

Для целей ближней (относительно) связи достаточна выходная мощность порядка 1 kW. Однако такой 1-kW передатчик может обслуживать и линию дальней связи—при небольшом и некруглосуточном обмене. В то же время колебательная мощность 1-kW передатчика достаточна для возбуждения мощного каскада на лампах ГК-2 000 далее описываемого 15-kW передатчика; кроме того 1-kW передатчик является возбудителем (см. *Задающий генератор*) для радиовещательного передатчика на ультракоротких волнах. Реализуемая т. о. унификация типов передатчиков, при к-рой более мощный тип передатчика включает в себя менее мощный при минимальных необходимых изменениях, определяемых особенностями типа (например в радиовещательных станциях — улучшение фильтрации, питание катодов постоянным током и т. д.), в то же время накладывает свои требования и на конструктивное оформление передатчиков. Они выполняются в виде отдельных независимых панелей, замена к-рых, если таковая потребуется для других типов или во внетиповых вариантах тех же передатчиков, совершенно не отражается на конструкции передатчика в целом; далее описывается поэтому только один основной стандартный тип мощностью в 1 kW. Основное требование — максимальная *стабилизация частоты* (см.) получаемых колебаний—осуществлено схемой с кварцевым генератором; этот выбор обусловил собой как многокаскадность передатчика, так и введение для большей стабилизации отдельного источника питания для кварцевого генератора и буферного каскада и термостата для создания постоянных t°-ных условий для работы кварцевых (см. *Пьезокварц*) пластин. Т. к. для осуществления связи с данным корреспондентом на коротких волнах в течение максимального числа часов в сутки необходимо иметь по крайней мере две частоты (волны)—дневную и ночную, то весьма важно с точки зрения эксплоатации сконструировать передатчик так, чтобы переход от одной рабочей частоты к другой не требовал каждый раз налаживания режима передатчика. Америк. конструкции *самолетных радиостанций* (см.) образца 1933 г. предусматривают переключатель, одним движением автоматически переключающий передатчик с дневной частоты на ночную и обратно. В описываемом передатчике переход на любую из 4 частот производится только путем перестройки анодных контуров, производимой с помощью наружных (на передней стороне панели) переключений: вращения ручек конденсаторов, а частично также поворачивания переключателей, которые в *III* и *IV* каскадах «закорачивают» то или иное число витков, а в *V* и *VI* каскадах производят смену катушек контура. В пределах всего диапазона (18 800÷3 330 kHz) передатчик м. б. настроен на любую частоту в зависимости от установленных кварцевых пластин [термостат *F* рассчитан на помещение 6 кварцедержателей, причем от каждой пластины м. б. получено путем последовательного *умножения частоты* (см.) до трех частот—вдвое, вчетверо и в восемь раз бо́льших основной частоты кварца]. Передатчик имеет четыре выхода, по одному для каждой фидерной (см. *Фидер*) системы, питающей антенну, рассчитанную на одну из 4 заранее выбранных фиксированных частот. Шкалы всех переменных конденсаторов снабжены четырьмя неподвижными фиксаторами, заранее устанавливаемыми в нужное положение; поэтому при переходе с одной частоты на другую, также фиксированную, нет необходимости искать настройку—достаточно довести стрелку конденсатора до заранее намеченного положения; поэтому перестройка на любую из 4 фиксированных частот продолжается не более 2—3 мин. При переходе на другие, нефиксированные, частоты (при наличии соответствующей кварцевой пластины в термостате и антенны) необходимое положение настройки каскадов определяется по анодным и сеточным приборам.

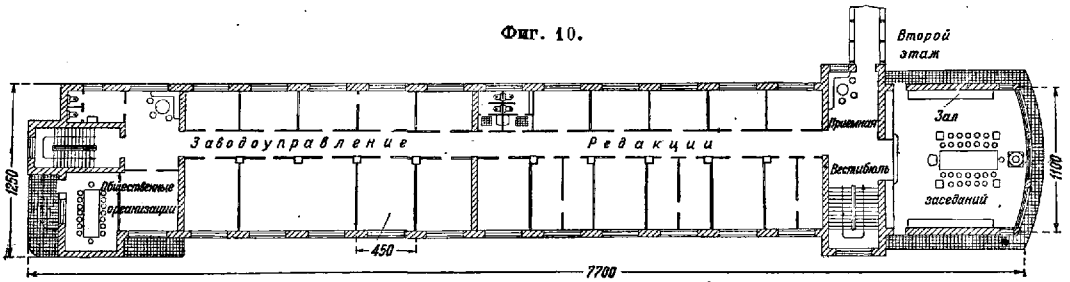
Стабилизация режима промежуточных каскадов достигнута применением экранированных ламп, что избавляет от необходимости *нейтродинирования* (см.) и всех связанных с последним затруднений. В передатчике применена система блокировки, упрощающая управление и автоматически регистрирующая неисправности: вся система управления, сигнализации и блокировки централизована на одном щите. Радиочастотная часть (см. схему передатчика на фиг. 1 и внешний вид его на вкл. л., *1*) состоит из шести каскадов: кварцевого генератора, буферного усилителя, трех промежуточных каскадов и выходного усилительного каскада, причем каскад *III* работает всегда как удвоитель частоты, а каскады *IV* и *V*—в зависимости от требуемой рабочей волны—либо как *усилители* (см.) либо как удвоители. Кварцевый генератор работает на лампе М-84, причем


Третий этаж
Наборный цех
Корректорский цех
Экспедиция
Помещения Госиздата
Второй этаж
Заводоуправление
Складочная площадка
Наборные кассы
Выпускающий
Переплетно-брошюровочный цех
Заведующий цехом
Комплектовщики
Склад готовой продукции
Фиг. 15. 1—наборные машины линотипы, 2—талеры для правки и верстки, 3—матрич. пресс, 4—верстак для разверстки отпечатанного набора, 5 — корректурные стенки, 6—пила для обработки клише, 7—шкафы для материалов, 8—пила-стрункорез.
Фиг. 14. 1—шкаф для валиков, 2—американки, 3—резальная машина, 4—плоские печати. машины малые, 5—смывка, 6—плоские печати. машины большие, 7 — резцы для обложенных форм.

частей предприятия и издательской части комбината. Общая площадь его по производственному корпусу около 15 000 м². Запроектированная производственная мощность предприятия (ориентировочно) следующая: ежедневно 227 000 газетных листов при 1 150 000 знаках набора; годовая производительность книжно-журнального отделения — 1 250 000 000 знаков набора и 440 000 000 листов-оттисков книжно-журнальной печати; годовое производство литографско-офсетного отделения определяется около 54 000 000 прогонов красочной печати. Кроме того Ташкентский комби-



Фиг. 10.



Фиг. 11.

нат включает еще билетное и переплетно-брошировочное производства, а также производство тетрадей и беловых товаров для нужд края.

Образцом проектирования универсальных предприятий 2-й группы может служить также типография в г. Энгельсе (Республика Немцев Поволжья). Здесь производственный корпус связан с издательским переходным перешейком, в к-ром расположены санитарные устройства и к-рый связывает производство со столовой, имеющей отдельный вход, и с заводоуправлением и издательством. В производственном корпусе, типичном по расположению для ряда типографий подобного типа, вполне целесообразно распределены все рабочие процессы. Разделительная огнестойкая зона использована для таких вспомогательных отделений, как стереотипная, вальцеварка. Остальное не требует дополнительных пояснений, т. к. ясно из фиг. 9, 10, 11. Запроектированное расположение цехов дает возможность в случае необходимости расширить производство без больших строительных работ, почти не изменяя общего хода производственного процесса, лишь при наличии свободного участка. Подобные же типографии районного разреза и крупных фабричных центров проектируются по такому же образцу, отличаясь лишь меньшим масштабом производства. И наконец примером вертикального расположения производства может служить преимущественно акцидентная типография в Тифлисе (фиг. 12, 13, 14, 15).

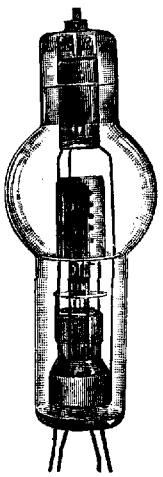
Такие производственные гиганты, как типография «Правды», пока еще в основном оборудованы преимущественно импортными машинами (ротационный агрегат англ. з-да Хо), но на смену им уже идет наше собственное полиграфич. машиностроение, хотя во многом еще и базированное на заграничных образцах, но уже несущее в себе творческую печать советских конструкторов и инженеров, что совместно с новым капитальным строительством еще в течение второй пятилетки создаст лицо новой полиграфии с новыми технологическими процессами и новыми приемами работы.

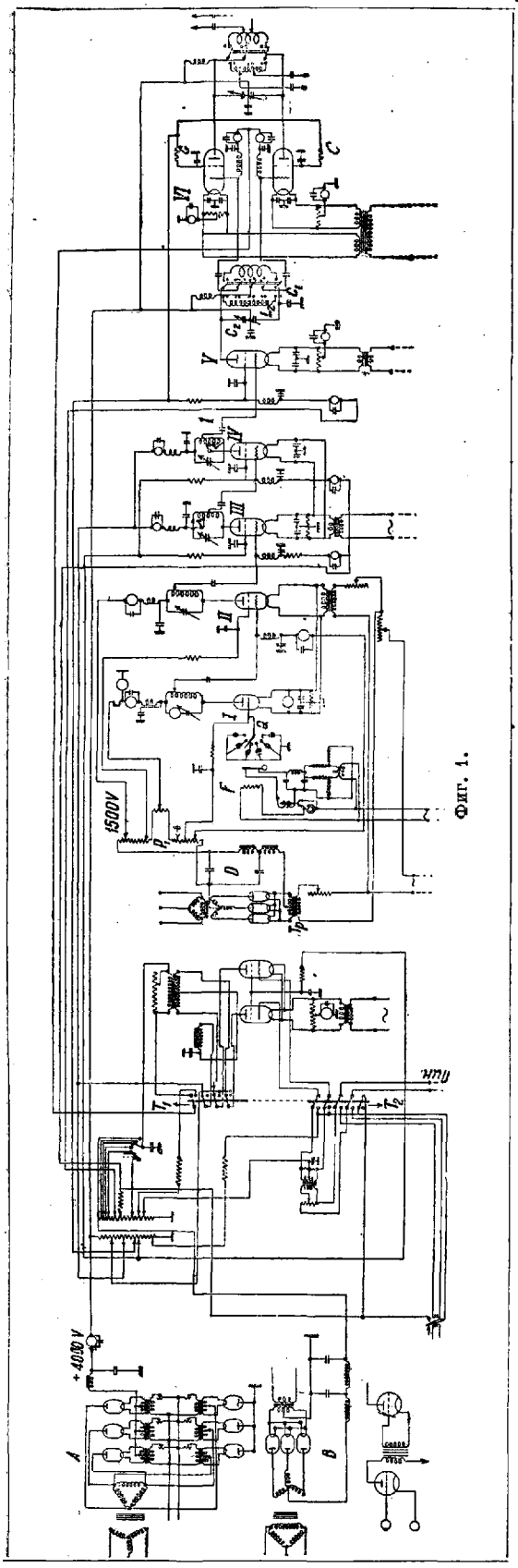
Лит.: Мельников Д., Линотип и работа на нем, М., 1931; Попов В., Фотонаборные машины, М., 1933; Унгер А., Типографские печатные машины, М., 1932; Винник М., Типографское дело, М., 1930; Русс Р., Основы современной репродукционной техники, пер. с нем., М.—Л., 1930; Лауберт Ю., Фотомеханические процессы, М., 1932; Суворов П., Литография и офсет, М., 1932; Ефремов С., Глубокая печать меццо-тинто, М.—Л., 1928; Новости полиграфической техники, сборник статей, Москва, 1927; Семенов С., Лынтупский Н., Типография недалекого будущего, М., 1932; «Вестник линотиписта», Берлин, 1927, *3*, *4*, *9*; «Полиграфическое производство», 1932, *11—12*, стр. 50; Bauer Fr., Handb. f. Buchdrucker, Frankfurt a/M., 1925; Stecker A., Die Rotationsmaschinen u. ihre Technik, Stereotypie u. Kraftmaschine, Wilhelmshaven, 1925; Krüger O., Die lithographischen Verfahren u. d. Ofsetdruck, Lpz., 1929; «Deutscher Drucker», Berlin; «Der graphische Betrieb», Berlin.

С. Михайлов.

ТИПОГРАФСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО, см. *Типографское оборудование.*

ТИРАТРОН, наименование, введенное фирмой Дженераль Электрик К°, для того типа ионных приборов, в которых контролирование тока между основными электродами производится за счет изменения потенциала на третьем контролирующем электроде, аналогичном сетке обычного *триода* (см.). Т. содержит пары (обычно ртути) или инертные газы при малом давлении; когда напряжение между электродами тиратрона под влиянием приложенного к сетке напряжения (соответствующей величины и фазы) превышает ионизационный потенциал (около 15 V для ртути), наступает ионизация, влекущая за собой нейтрализацию поля пространственного электронного заряда (см. *Объемный заряд*). Такая нейтрализация вызывает следующие результаты: 1) требуемое для токопрохождения через тиратрон напряжение составляет только ок. 10—20 V при 1 A, причем это напряжение практически не зависит от силы тока; 2) нет необходимости конструировать катод открытым, как в электронных лампах; в Т. катод устраивается закрытым с несколькими отверстиями, через к-рые и проходят электро-

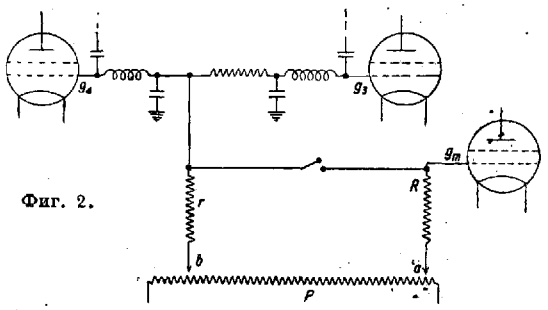




Фиг. 1.

его диапазон 3 300÷1 650 kHz (90÷180 *м*) перекрывается переменным конденсатором анодного контура. Температура в термостате *F*, содержащем 6 кварцедержателей *Q*, автоматически поддерживается около 50° с точностью ± 0,1° и может быть проверена по выведенному наружу термометру; термостат — с ртутным терморегулятором (см. *Стабилизация частоты*). Межкаскадные связи взяты всюду автотрансформаторными (см. *Автотрансформаторная связь*) для уменьшения числа элементов регулировки. Кварцедержатель раз навсегда отрегулирован (в отношении промежутка между верхним электродом и пластиной), закрыт и не требует дорегулировки при эксплоатации. Большая долговечность кварцевой пластины обеспечивается в частности еще тем, что кварцевый генератор поставлен в режим максимальной стабильности (а не отдаваемой мощности), причем в анодную цепь подается относительно невысокое напряжение в 300 V, получаемое с потенциометра P_1 и регулируемое с передней панели каскада *I*. Вторым условием наибольшей стабильности является наличие буферного каскада *II*, в к-ром используется только отрицательная часть характеристики лампы, благодаря чему сеточный ток не создает нагрузки на кварцевый каскад. Связь между последним и сеткой буферного каскада мала, однако благодаря большому полному сопротивлению *Z* анодного контура буферного каскада напряжение на нем получается достаточное; лампа в этом каскаде типа С-106 при напряжении на экранирующей сетке 500 V. В следующих *III* и *IV* каскадах применены лампы тоже типа С-106 при анодном напряжении ок 2 000 V. Изменение самоиндукции анодного контура в обоих каскадах достигается «закорачиванием» витков. Во избежание самовозбуждения каскада *V* и для подачи правильных напряжений на сетку последнего расположение щупков на катушке сделано так, чтобы величина связи получилась на разных участках диапазона больше или меньше в зависимости от того, работает ли этот каскад как усилитель или удвоитель в соответствии с *Z* и *затуханием* (см.) контуров каскадов *IV* и *V* на разных участках диапазона. В каскаде *V*— лампа типа С-103; его *анодная цепь* (см.) построена симметрично, т. к. этот каскад далее связан с сетками ламп работающего по схеме *пуш-пулл* (см.) каскада *VI*; асимметрия в емкостях, получающаяся вследствие того, что к одному концу катушки L_2 присоединена емкость «анод-экран» лампы, выравнивается при наличии на другом конце катушки конденсатора C_1, имеющего емкость на землю, эквивалентную емкости «анод-экран» лампы. Анодный контур состоит из переменного конденсатора C_2 и четырехсменных катушек (на фиг. 1 даны только две), одна из к-рых (в зависимости от выбранной волны) м. б. включена в схему с помощью переключателя, вращаемого с передней панели. Каскад *VI* работает на лампах С-103, причем анодный контур его аналогичен контуру каскада *V*. Внутренний вид выходного каскада *VI* при снятом экране дан на вкл. л., *2*. Для каждой пары фидеров антенн, связанных автотрансформаторно, установлены 2 разделительных конденсатора, соединенных со щупками, соответственно устанавливаемыми на каждой катушке.

Примененная в передатчике схема т е л е г р а ф н о й м а н и п у л я ц и и (о других схемах манипуляций см. *Быстродействующие радиопередача и радиоприем*) обеспечивает возможность быстродействия при легком режиме

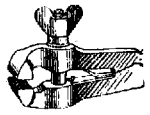


Фиг. 2.

работы телеграфного ключа и осуществляет нужную величину балластной нагрузки при отжатом ключе. На фиг. 2 g_m—управляющая сетка двух, т. н. манипуляционных, ламп типа С-106, g_3 и g_4—то же ламп каскадов *III* и *IV*, *P*—потенциометр, дающий сеточное смещение на все каскады. При отжатом ключе положение точки *b* подбирается т. о., чтобы смещение было достаточным для полного «запирания» (т. е. отсутствия анодного тока) каскадов *III* и *IV*, а положение точки *a*—так, чтобы полученное смещение на сетках манипуляционных ламп достаточно «отпирало» последние. При замыкании ключа на сетках каскадов *III* и *IV* напряжение повышается, а на сетках манипуляционных ламп понижается; т. о. сетки каскадов *III* и *IV* получают смещение, соответствующее их нормальному рабочему режиму, а сетки манипуляционных ламп—напряжение, достаточное для их запирания. Но анодный движок манипуляционных ламп находится на том же потенциометре, который питает аноды каска-

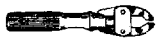
ны. Поэтому вместо обычной для открытых катодов отдачи порядка сотни mA на W в Т. горячий катод, окруженный тепловыми изоляцией и рефлекторами, дает ток более 1 А на каждый ватт. Действие Т. практически мгновенно: ионизация происходит в нем в течение ~10 *мск*, деионизация — нескольких сот *мск*. Наиболее частым применением Т. является использование его как управляемого выпрямителя переменного тока, причем управление происходит часто путем изменения фазы напряжения на аноде. На фигуре изображен Т. для тока силой до 64 А и напряжением до 15 kV. В СССР Т. выпускает з-д «Светлана» в Ленинграде. Особый тип Т., наполненных аргоном, разработан Центральной радиолабораторией Главэспрома.

ТИСКИ, приспособление для зажима обрабатываемого изделия и закрепления его на рабочем столе машины или верстаке или же для удержания в руках. Т. бывают трех типов: ручные, слесарные и машинные. Конструкция их проста и в основном состоит из двух губок: одной—подвижной, прижимаемой винтом или эксцентриком к другой неподвижной губке.



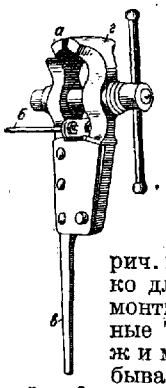
Фиг. 1.

Р у ч н ы е Т. состоят из двух губок, соединенных шарниром и стягиваемых зажимным винтом и гайкой (фиг. 1) или конусом, ввинчиваемым между качающихся щек (фиг. 2). Размеры их определяются длиною 80—260 *мм* щеки весом 0,13—5,2 *кг*.

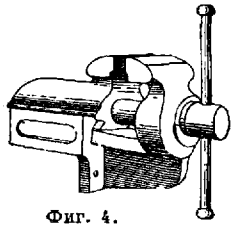


Фиг. 2.

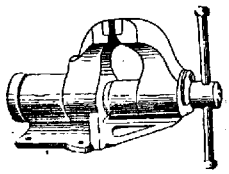
С л е с а р н ы е Т. всегда привертываются к верстаку и бывают: 1) с качательным движением щек, 2) с поступательным движением щек и 3) специальные—для зажатия труб. На фиг. 3 изображены Т. первого типа (кузнечные, или стуловые, Т.). Они состоят из неподвижной губы *а*, прикрепляемой к верстаку лапой *б* и опирающейся на пол хвостом *в*, и качающейся на шарнирном болте губы *г*. Осевое давление зажимного винта воспринимается подвижной щекой через сферич. шайбу. Эти Т. применяются только для грубой работы в кузнице, ремонтных мастерских и т. п. Слесарные Т. с п а р а л л е л ь н ы м з а ж и м о м (п а р а л л е л ь н ы е Т.) бывают двоякого рода в зависимости от того, выдвигается ли подвижная губа назад (фиг. 4) или вперед (фиг. 5). Т. первого типа удобнее тем, что рабочий всегда стоит на одном и том же расстоянии от Т. независимо от толщины зажимаемого изделия.



Фиг. 3.

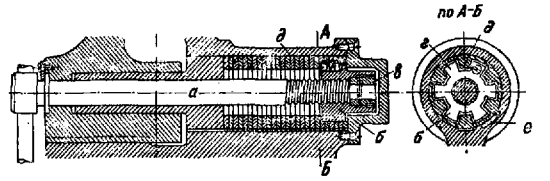


Фиг. 4.



Фиг. 5.

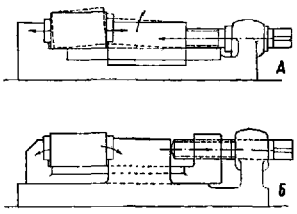
Неподвижная губа отливается заодно с корпусом Т., к-рый имеет солидные направляющие для подвижной губы: у тисков первого типа в форме ласточкина хвоста, а у Т. второго типа в виде круглой или квадратной втулки, в к-рой ходит хвостовик подвижной губы. Винт связан с передней щекой, а гайка с задней у Т. обоих типов. Так как разжим губок иногда требует большого количества оборотов винта, а последовательно и времени, то применяются т. н. б ы с т р о з а ж и м а ю щ и е Т., разрез к-рых изображен на фиг. 6. Они выполняются с выдвигаемой вперед губой. Винт *а* своей прямоугольной резьбой входит в гайку *б*; чтобы он не мог вывинчиваться из нее, на нем закрепляется штифтом кольцо *в*. По наружному диам. гайка имеет зубья *г*, которые входят в соответствующие вырезы 26 шайб *д*. При зажиме изделия сначала винт вместе с губой подвигают к нему, причем зубья гайки свободно проходят в вырезах неподвижных шайб *д*, затем вращают винт; сначала вместе с ним вращается гайка *б*, зубья к-рой поворачивают 6 шайб *д* до тех пор, пока их выступы не упрутся в стенку канавки *е*. После этого гайка не может иметь ни поступательного, ни вращательного перемещения в виду смещения прорезей в шайбах; тогда в нее ввинчивается винт, и происходит зажим изделия. Аналогично происходит и разжим изделия: сначала винт вывинчивается из гайки, затем гайка поворачивается вместе с шайбами, и губа может быть отодвинута. Для зажима или разжатия изделия требуется примерно один оборот винта. Т. для труб м. б. причислены к параллельным Т.; на фиг. 7 изображены т. н. о т к р ы т ы е Т.: у них корпус с одной стороны сделан с вырезом, благодаря чему длинные трубы м. б. введены в Т. сбоку.



Фиг. 6.

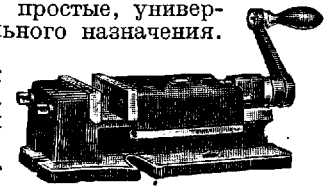


Фиг. 7.



Фиг. 8.

М а ш и н н ы е Т. применяются при фрезеровании, сверлении и строгании небольших изделий и бывают простые, универсальные и специального назначения. Машинные Т. делаются двух родов: с нажимными (фиг. 8, А) и затяжными (фиг. 8, Б) щеками. Основным неудобством первых является неизбежный подъем подвижной губки после установки изделия под влиянием затяжки, вследствие чего оно поднимается с подпорки и нарушается правильность установки. У Т. второго типа изгибу щек вниз мешает жесткость нижней плиты Т. и скрепленного с ней стола станка. На фиг. 9 изображено конструктивное оформление машинных Т. первого типа, а на фиг. 10—второго. На



Фиг. 9.

дов *III* и *IV* и экранирующие сетки всех каскадов; поэтому передвиганием этого движка можно регулировать падение на потенциометре, создаваемое анодным током манипуляционных ламп. Т. о. понижением напряжений на анодах каскадов *III* и *IV* и экранирующих сетой м. б. облегчено запирание всех каскадов передатчика при отжатом ключе; при таком положении ключа получается добавочная балластная нагрузка благодаря анодному току манипуляционных ламп и наличию *гридлика* (см.) *G* в сетке каскада *VI*. Такая схема обеспечила при испытаниях передатчика отчетливую работу при скорости 165 слов в мин. Эта схема манипуляции имеет еще то преимущество, что позволяет легко осуществить с помощью тех же манипуляционных ламп и т е л е ф о н н у ю *модуляцию* (см.) путем изменения смещения на сетках ламп *VI* каскада; при переходе на телефонию обе эти лампы переключаются по схеме пуш-пуллного усилителя звуковой частоты: в цепь сеток включается входной, а в цепь анодов выходной трансформатор, вторичная обмотка к-рого подает звуковую частоту на сетки ламп каскада *VI*. При этом подача напряжения звуковой частоты ок. 6 V, получаемого от микрофонного усилителя, достаточна для необходимой глубины модуляции (имеется в виду коммерч. телефония); питание переменным током всех ламп передатчика не дает заметного фона. Переход с телеграфного режима T_2 на телефонный T_1 осуществляется переключателем, находящимся на щите управления.

Питание передатчика происходит от сети переменного тока напряжением в 200 V; питание анодов и сеток всех каскадов осуществляется помощью трех газотронных *выпрямителей* (см.): 1) анодный выпрямитель *A* составлен по схеме Грена с типовым силовым трансформатором (200—300 V) и дает выпрямленное напряжение порядка 4 000 V; в нем применены 6 газотронов на 4 A каждый. Он питает аноды каскадов *V* и *VI* и через потенциометр аноды каскадов *III* и *IV* манипуляционных ламп и экранирующие сетки всех каскадов кроме каскада *II*; 2) и 3) выпрямитель *D* каскадов *I* и *II* и выпрямитель смещений *B* являются однотипными, включенными по 3-фазной схеме на газотронах в 1,5 A (общий вид выпрямительного устройства дан на вкл. л., *3*). Выпрямитель каскадов *I* и *II* питает анод буферного каскада и потенциометр, с которого подается напряжение на экранирующую сетку буферного каскада, анод кварцевого возбудителя и управляющие сетки обоих каскадов; он дает ок. 1 500 V. Введение отдельного выпрямителя для каскадов *I* и *II* вызвано желанием устранить влияние телеграфной манипуляции на кварцевый каскад и кроме того оно позволяет включать первые 2 каскада независимо от остальной схемы. Выпрямитель сеточных смещений питает потенциометр, с к-рого подаются напряжения на сетки ламп всех каскадов. Нек-рая сложность схемы питания накала (переменным током через соответствующие трансформаторы) объясняется желанием установить такую систему управления, которая не требовала бы при изменении напряжения сети отдельного регулирования каждой цепи накала. Поэтому установлен один главный реостат, регулируемый со щита управления; последовательно с реостатом в цепи каждого трансформатора накала имеется добавочное сопротивление, регулируемое только при налаживании передатчика; напряжение, получаемое на каждой лампе, м. б. проверено переносным вольтметром, для чего на передних панелях каскадов устроены соответствующие измерительные гнезда. Все цепи накальных трансформаторов распределены равномерно между фазами 1-2 и 2-3; в общей фазе включен главный реостат; т. о. возможно регулировать все накалы однофазным током. Неравномерность нагрузки фаз устраняется приключением всех остальных нагрузок передатчика к фазам 1-3. Такая система управления применена для всех цепей накала кроме каскадов *I* и *II* и цепи их выпрямителя: они имеют свой общий независимый реостат (расположенный на панели каскадов *I* и *II*); благодаря этому возможны независимый пуск в ход последних и удобная регулировка кварцевого возбудителя. Т. о. выбранная схема питания передатчика не требует никаких вращающихся агрегатов и тем более машинного зала, а потому передатчик может обслуживаться только одним дежурным.

Пуск в ход передатчика производится последовательным нажатием 5 кнопок, замыкающих цепи обмоток соответствующих *контакторов* (см.). При включении главного рубильника подается напряжение только на термостат, т. о. получается независимость его нагрева от остальных включений. Первая кнопка подает напряжение на питающие шины, шины управления, накал каскадов *I* и *II* и выпрямителя; остальные лампы и газотроны получают пониженный накал. Главный реостат вращается сервомотором, включенным в схему т. о., что реостат автоматически вводится при первом же включении; при этом невозможна подача полного накала при выведенном реостате, и кроме того скорость вращения сервомотора обеспечивает выдержку времени, необходимую для разогрева катодов газотронов до подачи высоких напряжений. Вторая кнопка подает высокое напряжение на выпрямитель каскадов *I* и *III*. Третья—регулирует при помощи сервомотора накал всех ламп и газотронов кроме каскадов *I* и *II*. Четвертая и пятая кнопки подают соответственно напряжение на выпрямитель смещения и выпрямитель анодного напряжения.

Б л о к и р о в к а и с и г н а л и з а ц и я. Во избежание несчастных случаев (при прикосновении обслуживающего персонала к шинам с высоким напряжением) в современных передатчиках устраивают специальные блокирующие приспособления; в передатчике предусмотрена как механич., так и электрич. блокировка. При открывании дверец отдельных каскадов или главной двери ограждения, при вынимании из щита управления ключа механич. блокировки и т. п. выключаются соответствующие контакторы. Кроме того *анодное напряжение* (см.) сбрасывается автоматически при перегрузке анодной цепи. Соответствующие сигнальные лампы регистрируют причину выключения контакторов. Последовательность включений указывается лампочками, расположенными над соответствующими кнопками. После нажатия кнопки и выполнения операции лампочка гаснет, а лампочка над следующей кнопкой загорается, указывая тем самым, что можно совершить следующую операцию включения. Но если в передатчике имеется какая-либо неисправность, не позволяющая совершить очередное включение, то вместо лампочки над кнопкой загорается аварийная лампочка, указывающая, какую именно неисправность надо устранить для того, чтобы операция м. б. совершена. По устранении неисправностей загорается только лампочка очередного включения. При перегорании каких-либо предохранителей загорается лампочка, указывающая номер предохранителя, подлежащего смене. Такая система блокировки и сигнализации, регистрирующая неисправности и недопускающая неправильных включений, достигается не путем добавочных реле, а главным образом электрическими переключениями, происходящими при включении и выключении основных контакторов благодаря добавочным контактикам, находящимся на них; поэтому значительно повышается надежность системы.

Монтаж передатчика, размещенного в 4 каркасах, полностью отражает современные тенденции в Т. в.ч. в СССР и за границей. В первом каркасе смонтированы выпрямители анодный и сеточных смещений с соответствующими фильтрами. Во втором каркасе размещен щит управления. В третьем каркасе смонтированы панели каскадов *I* и *II* (наверху), а также и панель каскадов *III* и *IV* (внизу). В следующем каркасе внизу расположена панель каскада *V*, наверху—панель каскада *VI*. Каждая из таких угловых панелей каскада радиочастоты прикрывается сверху, сзади и с боков съемным экраном, задняя стенка к-рого представляет собою двухстворчатую дверь, открывающую доступ к каскаду; каждая панель м. б. выдвинута вперед или вынута из каркаса. Панели —железные, омедненные; внутри каркасов изоляцией на радиочастоте служит всюду эбонит, кроме переключателей самоиндукции и конденсаторов каскадов *V* и *VI*, где применен *микалекс* (см.). Позади каркасов расположены анодный трансформатор, контакторный щиток и реостат накала; весь передатчик окружен с боков и сзади решетчатой оградой высотой 2,1 *м*, имеющей заблокированную дверь. На передних панелях каждого из каскадов кроме *I* и *II* расположены анодный и сеточный амперметры, верньер настройки конденсатора, рукоятка для изменения самоиндукции контура и гнезда для проверки напряжения накала переносным вольтметром. На панели каскадов *I* и *II* расположены кроме измерительных приборов и верньеров рукоятка для регулировки накала и анодного напряжения каскада *I*, рукоятка для переключения кварцевых пластин, термометр, кнопка для моментального выключения анодного напряжения с кварцевого каскада; при помощи последней можно, прерывая подачу анодного напряжения на кварцевую лампу, проверить устойчивость колебаний или режимы всех каскадов при негенерирующем каскаде *I*. На щите управления сосредоточены все органы управления и контроль передатчиков кроме элементов настройки каскадов радиочастоты и кварцевого каскада. Внутри каркаса этого щита смонтированы потенциометры анодного выпрямителя и выпрямителя смещений, а также манипулятор-модулятор. На самом щите расположены: 1) вольтметр с переключателем для измерения напряжения на анодах и экранирующих сетках всех каскадов кроме *I* и *II*, вольтметр с переключателем для измерения смещений на управляющих сетках, вольтметр с переключателем для промера напряжения на шинах питающей сети, общий вольтметр накала, амперметр анодного выпрямителя и амперметр *анодного тока* (см.) манипуляционных-модуляторных ламп; 2) кнопки включения и выключения напряжений, регулировка накала, сигнальные и аварийные лампочки; 3) переключатели для перехода с телеграфии на телефонию, для изменения глубины модуляции и для снятия модуляционной характеристики, кнопка включения анодного автомата, ключи механич. блокировки и телефонные гнезда для контроля подаваемой звуковой частоты.

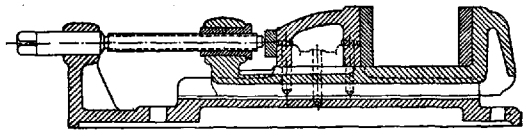
Описанный 1-kW передатчик легко м. б. сочленен с «мощным каскадом», заключенным в отдельном шкафу и позволяющим иметь на выходе мощность 15 kW. 15-kW коротковолновый передатчик кроме описанного 1-kW передатчика состоит еще из следующих частей: 1) мощного каскада и питающего его трансформатора, мощного выпрямителя, фильтра, переключателя с автотрансформатором для регулировки анодного напряжения мощного каскада (см. внешний вид шкафа мощного каскада на вкл. л., *4*) и 2) подсобных приборов: замыка-

Табл. 1.—Список мощных ($P_A > 100$ kW) мировых длинноволновых радиостанций для целей связи. *1

Частота в kHz	Длина волны в м	Позывной знак	Название радиостанции	Государство	Мощность в антенне в kW	Частота в kHz	Длина волны в м	Позывной знак.	Название радиостанции	Государство	Мощность в антенне в kW
13,75	21 820	PPV	Сепетиба	Бразилия	350	20,27	14 800	ICC	Кольтано	Италия	150
14,29	20 990	SPO	Варшава	Польша	200	20,76	11 450	IRB	Рим, Торренова	Италия	320
14,99	20 000	PMJ	Малабар Банденг	Голландск. Индия	800	21,05	14 250	FTT	Сент-Ассиз	Франция	250
15,07	19 900	JDG	Кольтано	Италия	350	21,37	11 040	GMU	Карнарвон	Англия	180
15,22	19 710	FTU	Сент-Ассиз	Франция	500	21,8	13 760	WII	Нью Брунсвик, Нью Джерсей	США	200
15,66	19 150	FYL	Круа д'Эн	Франция	360	22,1	13 580	WGG	Теккертон, Нью Джерсей	США	200
15,75	19 000	FZA	Сайгон (Кохинхина)	Индокитай (фр.)	500	22,35	13 420	WRQ	Мэрион, Массачузетс	США	200
16	18 750	GBR	Регбай	Англия	350	22,6	13 270	WRT	Нью Брунсвик, Нью Джерсей	США	200
16,2	18 520	ORU	Рюйсселед	Бельгия	250	22,9	13 100	NPO	Кэвит (Лос Банос), Филиппины	США	300
16,42	18 270	SPL	Варшава	Польша	200						
16,55	18 130	DFY	Науэн	Германия	300	23,08	13 000	DFW	Науэн	Германия	200
16,8	17 800	PCG	Коотвик	Голландия	170	23,7	12 660	LSA	Монте Гранде	Аргентина	400
17	17 650	TAF	Ангора	Турция	250	24	12 500	NBA	Дариен (Бальбоа), зона Панамского Канала	США	300
17,2	17 440	LSB	Монте Гранде	Аргентина	400						
17,2	17 440	SAQ	Варберг	Швеция	200÷400	24,83	12 080	LCM	Ставенгер *3	Норвегия	150
17,44	17 200	JND	Нагойа	Япония	550	25,25	11 880	FZB	Бамако (Западная Африка)	Франция	150
17,64	17 000	IRC	Рим, Торренова	Италия	350	25,82	11 620	WSO	Мэрион, Массачузетс	США	200
17,7	13 950	SPX	Варшава	Польша	200	26,1	11 490	NPM	Порль Гарбир (Гонолулу, Гаваи)	США	300
18,21	16 470	WQK	Рокки Пойнт, Нью Йорк	США	200						
18,29	16 400	FZC	Браззавиль (Экватор. Африка)	Франция	150	28,61	10 480	RAM	Москва	СССР	120
						30	10 000	PML	Малабар Бэнденг	Голландск.Индия	400
18,4	16 300	WCI	Теккертон, Нью Джерсей *2	США	200	30	10 000	IRA	Рим, Торренова	Италия	300
18,5	16 220	SPY	Варшава	Польша	200	31,15	9 630	GLC	Онгар	Англия	120
18,8	15 930	WSS	Рокки Пойнт, Нью Йорк	США	200	34,88	8 600	GNC	Карнарвон	Англия	100
18,82	15 950	FZA	Сайгон (Кохинхина)	Индокитай (фр.)	200	35,3	8 500	LSC	Монте Гранде	Аргентина	400
18,98	15 800	FZD	Тананарив (Мадагаскар)	Франция	150	38,44	7 800	PLC	Малабар Банденг	Голландск.Индия	120
19,22	15 600	PKX	Малабар Банденг	Голландск.Индия	800	43,8	6 850	RAM	Москва	СССР	120
19,22	15 600	PLA	Малабар Банденг	Голландск.Индия	400	45,43	6 600	PLB	Тжилилин Банденг	Голландск.Индия	120
19,6	15 300	JAA	Токио (Хараномаши)	Япония	400	58,5	5 130	WNL	Рокки Пойнт, Нью Йорк *4	США	190
19,8	15 150	FYN	Лион	Франция	150	63,5	4 511,2	WOH	Брандлей, Мейн *5	США	125

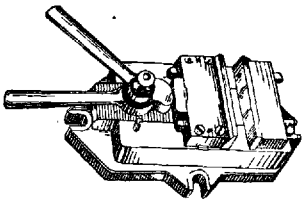
*1 По характеру излучения перечисленные в таблице радиостанции относятся по международной классификации типов излучения к типу A_1 (незатухающие колебания немодулированные). *2 Тип излучения—A_1 и A_2 (незатухающие колебания, модулированные звуковой частотой). *3 Тип излучения—A_2. *4 Тип излучения—A_1 и A_2 (незатухающие колебания, модулированные речью или музыкой). *5 Тип излучения—A_3.

фиг. 11 изображены Т. с зажимом помощью эксцентрика, связанного с рычагом и сидящего на пальце, закрепленном на затяжной



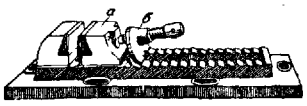
Фиг. 10.

щеке. Эксцентриковые Т. допускают лишь весьма небольшой диапазон зажатия и т. о. пригодны главным образом в условиях серийного производства. На фиг. 12 показаны быстро переставляемые тиски без винтового шпинделя; подвижная губа *а* и колодка *б* с гайкой нажимного винта перемещаются по Т-образному пазу вручную, и зажим производится после упора колодки в один из зубьев плиты.



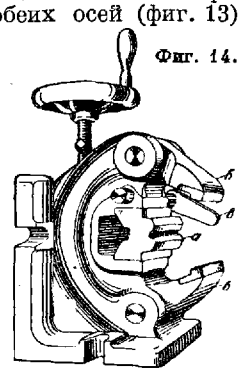
Фиг. 11.

Универсальные машинные Т. отличаются от простых тем, что они имеют основную плиту, относительно которой Т. могут поворачиваться: вокруг одной вертикальной или горизонтальной или вокруг обеих осей (фиг. 13).

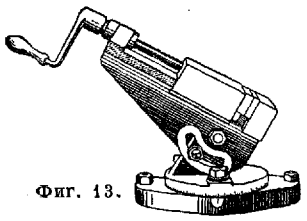


Фиг. 12.

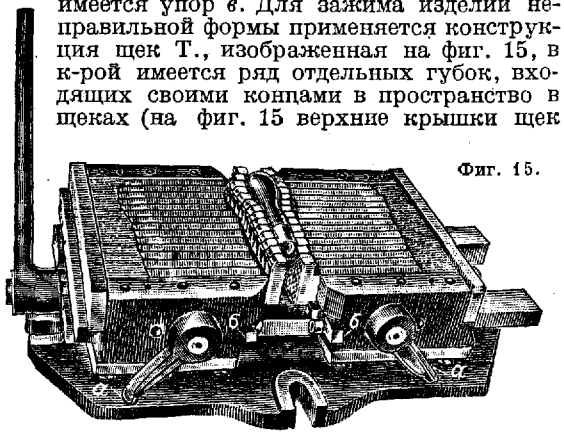
На фиг. 14 изображены самоцентрирующие машинные Т. для зажимания валов. Т. имеют призму *а*, к которой изделие прижимается двумя качающимися губками *б*; для установки изделия в продольном направлении имеется упор *в*. Для зажима изделий неправильной формы применяется конструкция щек Т., изображенная на фиг. 15, в к-рой имеется ряд отдельных губок, входящих своими концами в пространство в щеках (на фиг. 15 верхние крышки щек



Фиг. 14.

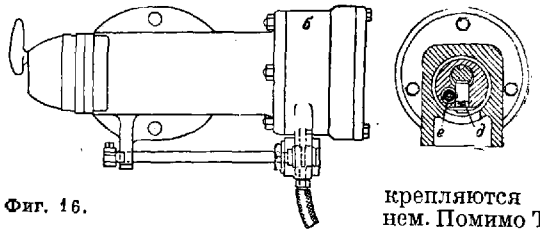


Фиг. 13.



Фиг. 15.

сняты), заполненное т. н. механической жидкостью, т. е. мелкими стальными шариками. Благодаря наличию механич. жидкости отдельные губки устанавливаются по контуру изделия и надежно его зажимают. Этими же Т. можно работать как Т. с параллельными губками; для этого рычагами *аа* губки приводятся в параллельное положение и шпонками *бб* за-



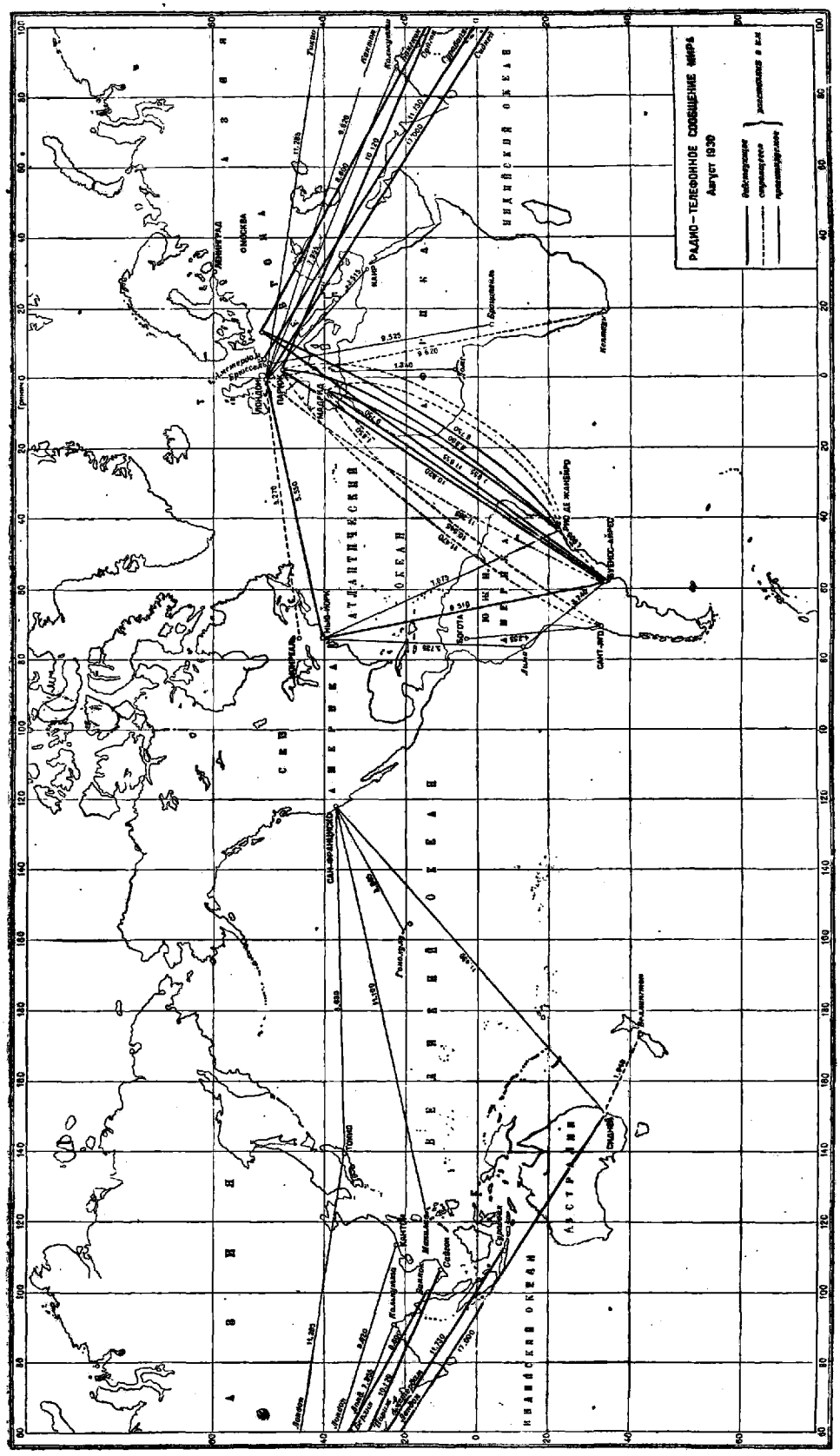
Фиг. 16.

крепляются в нем. Помимо Т. с зажимом винтом или эксцентриком существуют как машинные, так и слесарные Т., где закрепление детали происходит сжатым воздухом: поршень *а* (фиг. 16), приводимый в движение сжатым воздухом, помещен в цилиндре *б* и через шток *в* перемещает подвижную щеку *г*. Для установки подвижной щеки шток поршня снабжен кремальерой, с к-рой сцепляется палец *д*, поднимаемый и опускаемый рычагом с валиком *е*.

Лит.: Мюллер О., Приспособления для холодной обработки металлов, перевод с немецкого, Москва, 1932, стр. 123—130; Гольденштейн К., Имеющиеся в продаже зажимные приспособления, «Труды общества германских инженеров производственников», т. 3, Режущий инструмент, перевод с немецкого, Москва, 1927; Compressed Air-Operated Vice, «Machinery», London, 1932, v. 40, *1025*.

М. Шевтаков.

ТИСС, негной (Taxus baccata L., сем. Taxaceae), произрастающее в Европе, на Кавказе и Закавказьи, Гималаях, на Дальнем Востоке СССР, в Китае, Японии, США и Канаде дерево; достигает высоты 20 *м* при диам. до 100—130 *см*; обладает весьма густой и плотной кроной, спускающейся почти до земли. Ствол довольно сбежистый, покрыт в молодости гладкой красновато-серой корой, впоследствии отслаивающейся пластинками. Хвоя плоская, 20—30 *мм* длины и 2 *мм* ширины, с окончанием, вытянутым в острие, сверху темнозеленого цвета, снизу немного светлее, располагается спирально, но в силу смещения на побегах имеет вид двурядный. Хвоя Т. ядовита; ее долговечность 5—6 лет. Дерево двудомное. Возраст возмужалости Т. наступает в 30 лет. Цветет ранней весной, хотя мужские соцветия закладываются с осени; плоды—ложные костянки—созревают осенью в год цветения, шаровидной формы, сверху открытые. Семена в виде мелких орешков съедобны, всходят через 1—3 г. после посева. Т. размножается также отводками, черенками и дает обильную поросль, сохраняя до глубокого возраста способность порослеобразования. Т. отличается высокой долговечностью, до 2 000—3 000 лет, медленным ростом; очень теневынослив, предпочитает известковые плодородные, достаточно влажные почвы; выносит, особенно под пологом бука и других пород, очень низкие темп-ры; на Кавказе поднимается в горах до 1 500 *м* над уровнем моря. При сплошных рубках тиссовых древостоев естественного возобновления Т. не происходит, и в настоящее время эта порода вследствие ее хищнич. истребления является вымирающей. Древесина Т. тонкослойная, без смоляных хо-


РАДИО-ТЕЛЕФОННОЕ СООБЩЕНИЕ МИРА
Август 1930
Лейпциг
Москва
Ленинград
Ташкент
Иркутск
Пекин
Хабаровск
Сидней
Мельбурн
Батавия
Сингапур
Бомбей
Карачи
Багдад
Каир
Бейрут
Иерусалим
Рим
Берлин
Амстердам
Брюссель
Лондон
Париж
Мадрид
Лиссабон
Рио де Жанейро
Буэнос-Айрес
Монтевидео
Сантьяго
Нью-Йорк
Сан-Франциско
Гонолулу
Манила
Канton
Тонко
Ява
Новая Зеландия
Австралия
Северная Америка
Южная Америка
Атлантический океан
Тихий океан
Индийский океан

Фиг. 3.

дов, упругая и прочная, с красноватым ядром и белой узкой заболонью, прекрасно полируется, трудно колется, при протравливании с известью приобретает пунцово-фиолетовую окраску (красное дерево), от времени темнеет, становясь похожей на черное дерево. Объемный вес 0,72—0,84. По технич. свойствам древесина Т. обнаруживает повышенные качества по сравнению с таковыми всех хвойных пород, произрастающих в СССР.

Древесина Т. высоко ценится в столярном, токарном и граверном производствах, идет на отделку внутренних частей в кораблестроении. Т. образует чрезвычайно много мелких форм (48), используемых в декоративном садоводстве и озеленительных работах. Медленность роста Т. несмотря на исключительно высокие качества древесины этого дерева выводит эту породу из разряда лесных пород, переводя ее в разряд декоративных пород. В США и в Канаде встречается T. canadensis Wild. и T. brevifolia Nutt. (Тихоокеанский Т.). О физич. и механич. свойствах древесины Т. см. *Спр. ТЭ*, т. IV, стр. 36.

Лит.: Сукачев В., Лесные породы, систематика, география и фитосоциология их, ч. 1, Хвойные, вып. 1, М., 1928; Заклинский Н., Леса Абхазии, Л.—М., 1931; Медведев Я., Деревья и кустарники Кавказа, 3 изд., Тифлис, 1918; Пеньковский В., Деревья и кустарники как разводимые, так и дикорастущие в Европ. России, на Кавказе и в Сибири, ч. 1, Херсон, 1901. **Н. Кобранов.**

ТИТАН, Ti, химич. элемент четвертой группы периодич. системы (аналог циркония, гафния и тория). Ат. в. 47,90; порядковое число 22. Изотопы не выяснены окончательно. Элементарный Т.—парамагнитный металл уд. в. 4,49, серого цвета, напоминающий по внешнему виду сталь. На холоду он хрупок, при $t°$ красного каления ковок. В очень чистом виде он уже при обычной $t°$ отличается нек-рой вязкостью. Аморфный Т.—серо-черный порошок; $t°_{пл.}$ ок. 1 800°; при $t°$ вольтовой дуги Т. перегоняется. В виду большого сродства Т. к ряду элементов (см. ниже), в том числе напр. к углероду, алюминию и азоту, получить его в чистом виде можно лишь с большим трудом, напр. путем восстановления четыреххлористого Т. натрием:

$$TiCl_4+4Na=4NaCl+Ti.$$

В черной и цветной металлургии часто применяются (как раскислители и т. д.) сплавы Т. с железом (ферротитан, см. *Железосплавы*), медью и марганцем, получаемые путем восстановления двуокиси Т., напр. углем или алюминием в присутствии железа или соответствующих металлов. При низких $t°$ Т. на воздухе стоек. При красном калении он сгорает с образованием двуокиси при большом выделении тепла:

$$Ti+O_2=TiO_2 \quad +218\ Cal;$$

при $t°$ свыше 800° соединяется с азотом с образованием нитрида (образующегося поэтому и при горении титана на воздухе). С хлором соединяется уже при 300°, с фтором—при 150°. При высоких $t°$ соединяется с рядом металлоидов, причем образуются соединения, химически очень стойкие. Важнейшие из них: силицид Т. $TiSi_2$, нитрид Т. TiN, карбид Т. TiC и образующийся часто в доменных печах при плавке титанистых железных руд т. н. цианонитрид Т. Ti_5CN_4. Аморфный Т. легко абсорбирует водород (ок. 400 $см^3$ на 1 ч. Т.). С многочисленными металлами Т. образует сплавы, представляющие собой частично твердые растворы (напр. с железом) и частично соединения (например с алюминием). В кислотах Т. растворяется труднее, чем железо; в разбавленной соляной к-те напр. растворяется при нагревании с образованием треххлористого Т. $TiCl_3$. Азотная к-та окисляет Т. (как олово) с образованием нерастворимой метатитановой кислоты. Хорошо растворяется Т. и большинство нерастворимых его соединений в плавиковой кислоте. В соединениях Т. бывает двух-, трех- и четырехвалентным. Наименее стабильны соединения низшей степени валентности; за ними следуют соединения трехвалентного Т., к-рые также легко окисляются на воздухе до очень стабильных соединений четырехвалентного титана. В соединениях первых двух степеней валентности титан играет роль основания. Соли трехвалентного титана несколько напоминают по свойствам аналогичные соединения ванадия и хрома.

Трехокись Т. Ti_2O_3 получается в виде черного порошка при восстановлении двуокиси водородом. Треххлористый Т. $TiCl_3$ получается при воздействии газообразного HCl при высоких $t°$ на металлич. Т. или при энергичном восстановлении растворов $TiCl_4$. В безводном виде это фиолетовый порошок, образующий с водой фиолетовые и зеленые гидраты и фиолетовый раствор. Является сильным восстановителем, на чем основано его применение в аналитич. практике и в текстильной пром-сти (беление). Аналогичными свойствами обладает сернокислая закись титана $Ti_2(SO_4)_3$, получающаяся путем восстановления растворов двуокиси Т. в серной к-те; с щелочными сульфатами образует хорошо кристаллизующиеся двойные соли, в том числе и квасцы. Применяется как треххлористый Т. Двухлористый Т. $TiCl_2$ получается при термич. расщеплении высших хлоридов Т.; на воздухе окисляется с воспламенением до двуокиси. Двуокись Т. TiO_2 встречается в природе в виде минералов рутила, брукита и анатаза. В виде рутила применяется в керамической пром-сти. Для получения двуокиси Т. из ильменита (титанистого железняка) последний подвергают обычно при нагревании обработке конц. серной к-той. Образующиеся сульфаты железа и Т. выщелачиваются водой. Из раствора выделяют путем охлаждения главную массу сернокислого железа, а потом подвергают раствор гидролизу, во время к-рого выделяется водная двуокись Т. Последнюю тщательно отмывают и прокаливают. В патентной литературе описывается очень много других способов извлечения TiO_2 из ильменита. Из них следует здесь отметить: 1) сплавление руды с щелочными сульфидами, в результате которого получаются сернистые железо-натрий и щелочные титанаты, из которых кислотами выделяют TiO_2; 2) хлорирование руды (обычно в смеси с углем); получающийся $TiCl_4$ подвергается гидролизу; 3) хлорирование карбидов Т., получаемых путем нагревания в электрических печах смеси ильменита с углем. Двуокись титана добывается в относительно больших количествах, так как является исходным веществом для получения соединений титана и применяется непосредственно в малярном деле (см. *Белила*), где пользуются обычно смесями двуокиси Т. с сернокислым барием или кальцием, окисью цинка и т. д. Кроме того TiO_2 применяется как наполнитель в производстве резины и пластических масс, в керамич. и стекольной пром-стях и иногда как катализатор.

теля фильтра, вводного щитка, воздуходувки и реле пуска воды. Обе лампы ГК-2 000 включены в нем по пуш-пуллъной схеме. Контур (анодный) состоит из катушки и конденсатора постоянной емкости со смешными пластинами; при этом грубая настройка производится подбором числа пластин в конденсаторе и закорачиванием витков катушки; точная настройка—поворачиванием замкнутого витка, вращаемого в поле катушки. Для перехода с волны на волну имеется переключатель: в положении «короткие волны» он совершенно отсоединяет от схемы конденсатор постоянной емкости и позволяет закоротить то или иное число витков катушки; в положении «длинные волны» конденсатор присоединяется к схеме. В середине каскада симметрично расположены два нейтродинных конденсатора. Мощный каскад имеет два фидерных выхода для дневной и ночной антенны; каждая из них переключателем присоединяется к схеме; связь с фидерами—автотрансформаторная. Питание мощного каскада происходит двухпроводной линией, заканчивающейся в последнем настроенным сеточным контуром. В этом контуре установлены две катушки (для дневной и ночной волны). При работе на дневных (коротких) волнах включается меньшая катушка, причем емкостью служат только внутренняя емкость ламп и емкость схемы; настройка производится вращением короткозамкнутого витка внутри катушки; грубый же подбор самоиндукции производится закорачиванием того или иного числа витков. При переходе на ночные (длинные) волны в схему включается вторая сеточная катушка, к к-рой присоединен переменный конденсатор. Последний сконструирован т. о., что ось подвижных его пластин механически представляет одно целое с осью, вокруг к-рой вращается короткозамкнутый виток. Таким образом настройка сеточного контура имеет один общий орган настройки (верньер), к-рый при работе на коротких волнах изменяет самоиндукцию сеточного контура, а при длинных волнах—его емкость. Механически все переключатели мощного каскада связаны между собой и приводятся в движение штурвалом, расположенным на передней панели мощного каскада. Анодное напряжение (ок. 8 000 V) подается от мощного выпрямителя, работающего на 10-А газотронах по схеме Греца.

Конструктивно мощный каскад размещен след. обр.: в верхней части шкафа расположена высокочастотная часть, а в нижней находятся стенды для водопроводящих шлангов, гидрокнопка, термометры, трансформаторы накала, фильтр и потенциометр смещения, гридлик, добавочные реостаты накала ламп, максимальные анодные автоматы и реле переключения с телеграфной работы на телефонную; при помощи этого реле к средней точке сеточной катушки присоединяется либо гридлик (телеграфный режим) либо подается соответствующее смещение от потенциометра (телефонный режим). На передней панели его расположены: анодные амперметры, сеточный амперметр и вольтметр анодного напряжения, 4 верньера (для настройки анодного и сеточного контуров и двух нейтродинных конденсаторов), кнопка включения максимальных автоматов, кнопка включения, выключения и регулировки анодного напряжения и измерительные гнезда для проверки накала.

Ламповые генераторы и передатчики, самые распространенные из всех передатчиков, диференцируются по следующим главным признакам: 1) по диапазону генерируемых частот и мощности: длинноволновые передатчики, используемые теперь преимущественно для радиовещательных целей и для радионавигации (см. *Радиомаяк*), коротковолновые—для целей радиосвязи всех видов, особенно на дальние расстояния, и ультракоротковолновые, лишь начинающие входить в обиход; 2) по характеру работы—телеграфные и телефонные; к последним относятся и передатчики для *телевидения* (см.), передачи и приема неподвижных изображений, в частности и *фототелеграфии* (см.); 3) по назначению—судовые, авиационные, радиомаячные, радиовещательные, для телеграфной (обычно быстродействующей) связи, для коммерческой радиотелефонии, передвижные (военные), радиолюбительские и т. д.

В машинных радиопередатчиках источником токов радиочастоты служит машина высокой частоты. Радиопередатчики машинные строятся почти исключительно для телеграфной радиосвязи на большие расстояния на длинных волнах; возможно применение их с помощью *умножения частоты* (см.) и для мощного радиовещания и коммерч. радиотелефонирования.

В табл. 1 приведен список длинноволновых (мощностью в антенне свыше 100 kW) передающих радиостанций (ламповых и машинных), работающих на линиях дальней связи, с указанием наиболее характерных данных; в табл. 2

Табл. 2.—Мощные ($P_д > 20$ kW) коротковолновые радиостанции мира.

Местонахождение радиостанции	Название радиостанции	Мощность в kW (максимальная)
Аргентина	Оливос	24
Бразилия	Итагуахи	37,5
	Сепетиба	24
Голландия	Коотвик	60
	Малабар Банденг	80
	Тжиминди Банденг	40
Франция	Сент-Ассиз	30
Италия	Рим, Торренова	25
Канада, Квебек	Дреммондвилль	35
Порто-Рико	Сан-Жуан	80
Филиппинские о-ва	Манила	40
Виргиния, Вашингтон	Арлингтон	25
Мериленд, Вашингтон	Аннаполис	25
Калифорния	Болинас	80
Нью Йорк	Гарден Сити	30
о. Оаху, Гаваи	Каена Пойнт	30
Гаваи	Кахуку	80
Калифорния	Клируотер	30
Массачузетс	Мерион	70
Нью Джерсей	Нью Брунсвик	80
Калифорния	Пало Альто	30
Гонолулу, Гаваи	Пирль-Гарбор	25
Нью Йорк	Рокки Пойнт	80
Нью Йорк	Сейвилль	75
Нью Джерсей	Теккертон	70
Орегон	Хильсборо	75
Массачузетс	Четем	40
СССР		
Московская обл.	Москва	21
Ленингр. обл.	Ленинград	21
Дальневост. край	Хабаровск	21
Вост.-Сиб. край	Иркутск	21
Узбекская ССР	Ташкент	21

и 3 даны списки коротковолновых радиостанций мира (мощностью более 20 kW), обслуживающих линии связи; такой же список радиовещательных станций см. *Широковещание*; на фиг. 3 изображена карта мировой радиотелефонной связи для дальних связей (показаны важнейшие линии).

Излучение электромагнитной энергии. Высокочастотные генераторы и передатчики используются самостоятельно как таковые только в лабораторных целях и при применении их в печах высокой частоты (см. *Электрические печи*), в медицине (см. *Диатермия*) и *электромузыкальных инструментах* (см.). Почти во всех остальных случаях Т. в. ч. имеет место передача полученной энергии радиочастоты в *радиосеть* (см.), служащую для излучения (см. *Излучение и прием*). Радиосеть состоит из *антенны* (см.) и *заземления* (см.) или *противовеса* (см.); впрочем часто под термином «антенна» понимают всю радиосеть. Прототипом всех радиосетей явился *диполь* (см.) Герца; теория излучения этого диполя дана Герцем же (см. *Излучение и прием* и *Диполь*). Общие вопросы устройства радиосетей изложены в ст. ст. *Антенна*, *Ввод в радиотехнике*, *Емкость антенны*, *Кардиоидные схемы*, *Метрампер*, *Бронзо-силициевая проволока*, *Направленное радио*. В статье *радиосеть* (см.) дана и классификация их по функциональным признакам. Об опорах для радиосетей см. *Мачта антенная*. Специальные виды передающих антенн рассмотрены в ст. ст. *Конденсаторная антенна*, *Замкнутая антенна*,

Двуокись Т. обладает амфотерными свойствами: она образует с щелочами титанаты, к-рые очень легко гидролизуются и поэтому трудно растворяются даже в растворах щелочей и карбонатов. Кристаллизованные титанаты не могут поэтому быть получены из растворов. Несколько сильнее выражены щелочные свойства двуокиси Т. С серной к-той Т. образует ряд продуктов общего состава $TiO_2 \cdot nSO_3 \cdot mH_2O$, из к-рых хорошо известен напр. сернокислый титанил $TiO \cdot SO_4$, в к-ром роль основания играет двухвалентный катион $TiO^{"}$. Четыреххлористый Т. $TiCl_4$ получается при обработке хлором при высоких $t°$ двуокиси Т. или ильменита, лучше всего смешанных с углем; бесцветная, чрезвычайно гигроскопичная, сильно преломляющая свет жидкость уд. в. 1,75 с $t°_{кип.}$ 136°. На воздухе очень сильно дымит вследствие гидролиза паров с образованием TiO_2. Применяется вследствие этого в военном деле как дымообразователь (см. *Дымы и туманы*). Применяется также иногда как сырье для получения двуокиси Т. и в органич. синтезе как конденсирующее вещество. Т. образует ряд хорошо растворимых двойных солей с щавелевокислыми щелочами. Например щавелевокислый титан-калий $TiO(KC_2O_4)_2 \cdot 2H_2O$ и аналогичная соль аммония применяются в качестве протравы при крашении тканей, кожи и дерева. Для тех же целей применяется иногда хорошо растворяющийся и кристаллизующийся фтористый титан-калий $K_2TiF_6 \cdot H_2O$ или аналогичная соль аммония.

Содержание Т. в земной коре определяется цифрой 0,58%. Т., называемый иногда необоснованно «редким» элементом, т. о. является более распространенным, чем напр. хлор, фосфор или марганец. В природе Т. встречается всегда в виде двуокиси или ее производных (простых или сложных)—титанатов. Важнейшие промышленные минералы Т.: ильменит, рутил, титанистые железняки, в частности титаномагнетит. Весьма вероятно, что в СССР будет также иметь промышленное значение сфен (или титанит), титаносиликат кальция $CaTiSiO_5$, большие залежи которого найдены в Хибинской тундре. Сырьем для добычи двуокиси Т. могут возможно служить также и титанистые шлаки (до 40% TiO_2), получающиеся при выплавке чугуна из титаномагнетитов Урала. Следует также упомянуть: перовскит, титанат кальция $CaTiO_3$, псевдобрукит, титанат железа $Fe_4(TiO_4)$, брукит и анатаз, две модификации двуокиси титана TiO_2. Кроме того Т. входит в менее значительных количествах в состав многочисленных минералов, а в особенности содержащих ниобий, тантал, торий и редкие земли. Пахотная земля содержит в среднем 0,5% Т.

Лит.: Шеллер В. и Поуэлл А., Анализ минералов и руд, содержащих редкие элементы, Л., 1928; Мур Р., Химический анализ редких технических металлов, Л., 1931; Сырокомский В., Титан, «НИ», т. 3, Л., 1927; Тринклер Г., Титан, Годовой обзор минеральных ресурсов СССР за 1925/26 г., Л., 1927; его же, Титан, там же, 1926/27 г., Л., 1928; Thornton W., Titanium, N. Y., 1927; Robinson A., Titanium, Dep. of Mines, Ottawa, Canada, 1922; Youngman E., Titanium, «U. S. Bureau of Mines», Wsh., 1930, Inform. Circular 6365; Youngman E., Deposits of Titanium Bearing Ores, ibid., 1930, Inform. Circ. 6366.

Е. Кроткан.

ТИТАНИСТЫЕ РУДЫ, титансодержащие минералы, как то: рутил (TiO_2), ильменит ($FeTiO_3$), титаномагнетит ($FeTiO_3 \cdot Fe_3O_4$), сфен ($CaTiSiO_5$) и перовскит ($CaTiO_3$). Из всех этих минералов рутил, ильменит и титаномагнетит являются основными титанистыми рудами.

Рутил (см.) представляет собой двуокись титана; две другие модификации двуокиси титана — анатаз и брукит — встречаются значительно реже. Анатаз, бесцветный красный или синий минерал с металловидным блеском; твердость 5,5—6; уд. в. 3,8—3,95. Кристаллизуется так же, как рутил, в тетрагональный сингонин. Анатаз в последнее время применяется как детектор. Брукит, коричнево-красноватый минерал, кристаллизуется в ромбич. сингонин и представляет только минералогич. интерес. Ильменит содержит 40÷60% двуокиси титана. Иногда часть железа замещается магнием или марганцем. Цвет—от бурого до железночерного. Блеск полуметаллический. Твердость 5,5; уд. в. 4,5—5. Образует плотные массы, включения, зерна. Встречается в изверженных породах. Месторождения ильменита известны в Скандинавии, Северной Америке и в СССР на Урале. Вследствие высокого содержания титана ильменит применялся для изготовления нек-рых особо высокосортных сортов стали и чугуна. Кроме того он идет на изготовление титанистых белил, в настоящее время вытесняющих свинцовые и цинковые белила, и четыреххлористого титана, применяющегося в военном деле. Титаномагнетит, механич. смесь ильменита и магнитного железняка. Применяется так же, как и ильменит (см. *Титаномагнетиты*). Сфен, или титанит, с содержанием TiO_2 35÷40%. Цвет—коричневый, серый, зеленый. Блеск стеклянный. Твердость 5—5,5; уд. в. 3,4—3,6. Встречается в изверженных породах и в кристаллич. сланцах. Месторождения известны на Урале и в Хибинских горах. Практически интересных залежей в СССР пока не разведано. Перовскит—очень редкий минерал, встречающийся в контактах; единственное месторождение известно на Юж. Урале, в Чувашской степи, близ Златоуста. Твердость 5,5; уд. в. 3,9—4. Цвет черный или бурый. Блеск алмазный.

Лит.: Тринклер Г., Титан, Годовой обзор минеральных ресурсов СССР за 1926/27 г. (имеется библиография); Сырокомский В., Титан, «НИ», т. 3, Л., 1927 (имеется библиография).

Н. Федоровский.

ТИТАНОМАГНЕТИТЫ, руды железа и титана, представляют собой механич. смеси двух минералов: магнетита (см. *Железные руды*), пронизанного ильменитом (см. *Титанистые руды*). Содержание в них окиси титана сильно колеблется. Т. образуют неправильные массы или резко ограниченные полосы в основных породах (габброноритах). Месторождения Т. известны в Скандинавии, Финляндии, США, Канаде, Индии и в СССР (Урал и Карелия). На Урале известно большое число месторождений Т. Все они приурочены к полосе выходов основных пород на восточном склоне Урала. Наиболее значительные из них следующие: а) Кусинское месторождение с рудником Магнитным на р. Магнитке в Назямских горах. Руда залегает в виде жилообразной массы в габбровых породах. Запас руды по кат. A_2 4 930 тыс. *т*, по кат. A+B+C 60 000 тыс. *т*. В руде содержится 80,14% окиси железа, 15,88% двуокиси титана, 1,85% кремнекислоты, 0,84% окиси марганца, 0,48% окиси магния, 0,53% окиси кальция. В связи с условиями залегания, мощными запасами, большим содержанием двуокиси титана и возможностью одновременной эксплоатации с железными рудами данное месторождение—крупнейшее в мире. б) Первоуральское месторождение на горе Магнитной в 45 *км* к северу от Свердловска;

Табл. 3. — Позывные знаки и частота мощных ($P_A > 20$ kW) коротковолновых радиостанций (по состоянию к 1 июня 1933 г.).

Позывные знаки	Радиостанции	Частота в kHz	Позывные знаки	Радиостанции	Частота в kHz	Позывные знаки	Радиостанции	Частота в kHz
CFA	Дреммондвилль	6830	KYG	Каена Пойнт	16580; 16900; 22100; 22160	WDQ	Нью Брунсвик	5265
CGA	»	12093	LSR	Оливос	18930	WDS	Рокки Пойнт	18900
CJA	»	13315	LSS	»	13550			
FQE	Сент-Ассиз	12160	LST	»	9110	WDW	Нью Брунсвик	4545
FQO	» »	—	LSV	»	6730			
FTA	» »	11940	NAA	Арлингтон	17740	WEA	Рокки Пойнт	10610
FTE	» »	18250	NPM	Пирль-Гарбор	8090			
FTF	» »	7770				WEB	»	6935
FTH	» »	10940	NSS	Аннаполис	8030	WEC	Рокки Пойнт	8930
FTK	» »	15880	PCK	Коотвик	18400; 18405; 18410			
FTM	» »	19355	PCQ	»	18070	WED	»	10630
FTN	» »	12260	PCT	»	14500	WEF	»	9190
FTO	» »	18250	PCV	»	17795; 17800; 17805; 17810	WEG	»	7415
IRJ	Торренова	13210				WEJ	»	6710
IRM	»	12000	PDK	»	10410; 10415; 10420	WEL	»	8950
KAY	Манила	14980	PDQ	»	10990; 10995	WEM	»	7100
KAZ	»	9990	PDT	»	7350	WEN	»	7407,5
KBJ	»	13240	PDV	»	12050; 12055; 12060	WEO	»	6957,5
KBK	»	6380	PFF	»	20825; 20830; 20835	WER	»	6710
KDK	Кахуку	7520	PGA	»	7830, 7835; 7840	WES	»	9450
KEB	Болинас	6890; 7370	PGC	»	9575	WET	»	9470
KEE	»	7715	PGD	»	6020; 6025; 6030	WEU	»	5270
KEI	»	10820	PLD	Тжиминди Банденг	20800	WEV	»	6912,5
KEJ	»	9010				WEX	»	13150
KEL	»	6860	PLE	Малабар Банденг	18820; 18830; 18840	WEZ	»	6927,5
KEM	»	15490				WFX	»	18980
KEN	»	6845	PLF	»	17850	WGA	Гарден Сити	7130; 7437,5; 7445; 10930; 14850; 14875; 14890; 18820; 22660; 22700
KEQ	Кахуку	6890	PLG	»	10670; 10680; 10690; 15940; 15950; 15960			
KER	Болинас	10390						
KES	»	10110	PLJ	»	15050			
KET	»	9180	PLK	»	14480	WGT	Сан-Жуан	13705
KEZ	»	10400	PLL	»	13600	WGU	»	6852,5
KFS	Пало Альто	5525; 8690; 8980; 10170; 10820; 10890; 11050; 13060; 13580; 16980; 21580; 22100	PLM	»	12265	WHR	»	13420
			PLR	»	10630	W1A	Нью Брунсвик	(использует 91 частоту)
			PLS	Тжиминди Банденг	10365			
						WIK	»	13930
KGH	Хилльсборо	4393; 4400,5; 4405; 4410; 4415; 5975; 5982,5; 5990; 7682,5; 7737,5; 7752,5; 8980; 10170; 10820; 10890; 13015; 17110	PLV	Малабар Банденг	9415; 9425	WIR	»	4510
						WIY	Рокки Пойнт	13870
			PLW	»	8125			
			PLX	»	26200	WIZ	»	6965
			PLY	»	24000	WJR	»	4276
			PLZ	»	23000	WJT	Сан-Жуан	4050
KGS	Каена Пойнт	7430; 7445; 10930; 14880; 14800; 18820; 22700	PMA	»	19335; 19345; 19355	WKC	Рокки Пойнт	13465
			PMB	»	20560; 20570; 20580			
			PMC	Тжиминди Банденг	18125; 18135; 18145	WKD	»	13435
KIK	Болинас	5110				WKJ	»	9160
KIO	Кахуку	11680	PMD	Малабар Банденг	7985; 7990; 8005	WKL	»	8940
KKH	»	7520				WKM	»	18860
KKL	Болинас	15475	PME	»	7870	WKO	»	15970
KKP	Кахуку	16030	PMF	»	7530	WKP	»	6950
KKQ	Болинас	11950	PMW	»	17630	WKQ	»	16000
KKR	»	15460	PMX	»	19080	WKU	»	14830
KKW	»	13780	PPX	Сепетиба	6682,5; 10325; 20840	WKW	»	19020
KKZ	»	13690	PSA	Итагуахи	10760; 15070; 19070	WLL	»	17900
KLL	»	13720	PSB	»	9560; 10220; 21080	WPE	»	13840
KMM	»	20780	PSC	»	7935; 14935; 18640	WQA	»	21220
KNR	Клируотер	4398; 4400,5; 4405; 4410; 4415; 5975; 5982,5; 5990; 6815; 7682,5; 7737,5; 7752,5; 8980; 10170; 10820; 10890; 13015; 17110	PSD	»	8185; 10120; 14690	WQB	»	17940
			RIM	Ташкент	7325; 12252	WQC	»	15040
			RKA	Москва	4435; 8700; 17750	WQD	»	18960
			RKB	»	7787; 7840; 15580	WQE	»	17860; 18920
			RKD	»	9500; 10367	WQF	»	17920
			RKE	»	5780; 6330; 8125	WQH	»	18880
			RKF	»	3125; 6880	WQJ	»	17880; 21240
KPH	Болинас	3120; 5525; 5545; 6370; 6500; 8390; 8440; 11050; 11160; 12550; 12730; 12735; 13580; 13700; 16880; 21725; 21940; 21980; 22100; 22325; 22425	RKL	Хабаровск	6666; 10323; 17380	WQL	»	14815
			RLL	Иркутск	9935; 18330	WQO	»	6725
			RME	Москва	6000	WQP	»	13900
			RRF	Ленинград	10295; 18010	WQQ	»	20250
			RRG	Хабаровск	10250; 17690	WQR	»	16015
			RSM	»	4273	WQS	»	13115
			RTA	Ташкент	14400	WQT	»	13885
KQC	»	18000	RTK	Москва	7225; 14250; 14450	WQU	»	13855
KQH	Кахуку	15985	WCC	Четем	3120; 5545; 6320; 6330; 8450; 11145; 11220; 12615; 16900; 21750; 21875; 22300	WQV	»	14800
KQJ	Болинас	18020				WQW	»	21300
KQR	»	18040				WQX	»	20180
KQZ	»	17980				WQY	»	20100
KRO	Кахуку	5845	WCG	Мерион	4188; 5525; 6455; 6470; 8430; 11050; 12580; 12610; 16580; 16740; 21860; 21900; 22100	WQZ	Сан-Жуан	15115
KSS	Болинас	20820				WSC	Теннертон	3120; 5525; 5550; 6340; 6350; 6485; 8350; 8370; 8430; 11050; 11175; 11185; 11205; 12520; 12570; 12675; 12820; 13050; 16580; 16780; 19860; 21700; 21740; 21780; 21820; 21900; 22100; 22350
KUN	»	18060						
KUW	Манила	9110						
KWE	Болинас	15130	WCG	Манила	10380			
KWT	Пало Альто	4398; 4400,5; 4405; 4410; 4415; 5975; 5982,5; 5990; 7532,5; 7737,5; 7752,5; 8850; 13015; 13750; 17110; 17680	WDA	Рокки Пойнт	6732,5			
			WDB	»	6717,5			
			WDC	Нью Брунсвик	14785			
			WDG	Рокки Пойнт	4535	WSL	Сейвилль	5525; 5575; 8670; 11050; 11350; 11 80; 13060; 13580; 15900; 22100; 22700
KYG	Каена Пойнт	4116; 5525; 6515; 8630; 11020; 11050; 11080; 11110; 11200	WDK	Нью Брунсвик	5185			

Т. образуют залежи среди габбровых и горнблендитовых пород. Запасы крупные—по кат. В+С 6 000 тыс. *т*, по кат. C_2 4 000 тыс. *т*; содержание закиси и окиси железа 80 ÷ 89,8%, двуокиси титана ок. 5,1%. в) Гора Качканар—одно из крупных месторождений Т. на Урале; в центральной части горы залегают жилообразные рудные тела среди габбровых пород; рудные тела вкраплены также и в окружающие гору породы. Разведанные запасы кат. В 1 000 тыс. *т*, кат. C_2 30 000 тыс. *т*. Руда содержит 2% двуокиси титана, 21 ÷ 59% железа, 0,02 ÷ 0,03% P_2O_5. г) Капанское месторождение в 12 *км* от ст. Тундуш Самаро-Златоустинской ж. д. с запасом по кат. В 1 500 тыс. *т*, по кат. С 4 500 тыс. *т*, по кат. C_2 10 000 тыс. *т*. Среднее содержание в руде: $FeO+Fe_2O_3$—51,5%, TiO_2—14,1%, P_2O_5—0,63%. Еще в недавнее время Т. почти не находили себе применения в пром-сти благодаря своей тугоплавкости. Руды железа, содержащие более 1% титана, металлургами 19 в. браковались. Но широкое распространение Т. и отсутствие в них серы, мышьяка и фосфора заставили обратить на них внимание. В самое последнее время на уральских з-дах произведены опытные плавки Т. в доменных печах, причем плавки эти проведены по двум способам: с применением как топлива соленого кокса (с введением в шихту известняка) и обыкновенного кокса (с введением в шихту доломита). Плавки прошли с положительным результатом. По первому способу получался хромованадиевый чугун и титанистый шлак, причем в шлак переходит до 95% титана, а в чугун—до 90% ванадия и хрома из находящихся в руде; шлак является искусственной богатой ванадиевой рудой (7÷10% пятиокиси ванадия); шлак кроме того содержит небольшое количество (2 ÷ 2,5%) окиси натрия. По второму способу получены чистые по сере чугуны (0,02 ÷ 0,03%) с содержанием фосфора в среднем 0,6 ÷ 0,8%, ванадия 0,5 ÷ 0,65%, хрома 0,7 ÷ 0,8%, титана 0,5 ÷ 0,6% и кремния 0,3 ÷ 0,7%. Шлаки содержали 25 ÷ 30% окиси титана, извести и магнезии в сумме 30 ÷ 35%. Чугун, выплавленный из титаномагнетитовых руд, будет перерабатываться в качественную бессемеровскую и мартеновскую хромованадиевую сталь, а шлаки—для извлечения окиси титана, изготовления титановых белил и для производства титанистого цемента.

Лит.: Сырокомский В., Титан и его соединения, «Материалы для изучения естественных производительных сил при Академии наук СССР», Л., 1926, *56*; Обручев В., Рудные месторождения, ч. 2, М.—Л., 1929; Федоровский Н., Проблема титаномагнетита, «Труды ин-та прикладной минералогии», М., 1932; его же, Рудо-минеральное сырье в черной металлургии, там же, М., 1933; Шманенков И., Плавка уральских титаномагнетитов, М.—Л., 1932. **Н. Федоровский.**

ТИТР в химическом анализе, см. *Анализ химический* и *Титрование*. Т. в технологии жиров, см. *Жиры и масла* и *Мыловарение*.

ТИТРОВАНИЕ, основной метод объемного количественного анализа (см. *Анализ химический*), заключающийся в приливании к определенному (отмеренному при помощи пипетки) количеству жидкости из калиброванной (разделенной на доли *см*³) бюретки точно количественно приготовленного титрованного раствора химич. реагента. Содержание этого реагента в одном *см*³ раствора называется титром раствора. Окончание Т. определяется чаще всего переменой окраски прибавляемого к титруемой жидкости *индикатора* (см.). В зависимости от объекта, подвергающегося исследованию, различают: ацидиметрическое, алкалиметрическое, оксидиметрическое, иодометрическое, манганометрическое, аргентометрическое и другие виды Т. Особый вид Т. представляет собою Т. по каплям (Tüpfelanalyse). Для определения константы диссоциации кислот и щелочей, растворимости солей, потенциалов электродов, окислительно-восстановительных потенциалов и других физико-химич. констант пользуются кондуктометрическим и потенциометрическим Т. (см. *Концентрация водородных ионов*). Для получения точных результатов нет необходимости пользоваться при Т. строгими титрованными растворами, например нормальным, децинормальным, сантинормальным и т. д. Можно производить Т. и эмпирическими растворами; в этих случаях количество вещества, содержащегося в использованном для Т. числе *см*³, приходится перечислять при помощи поправки, соответствующей данному раствору. Посуда и приборы, применяемые для Т. (бюретки, пипетки, измерительные колбы и т. д.), должны быть прокалиброваны и снабжены соответствующими поправками. Их объем всегда относится к определенной темп-ре; для других темп-р имеются таблицы поправок. Для точности отсчет титрованного раствора из бюретки производится по нижней касательной к мениску вытекающей из нее жидкости, причем при точной работе имеет существенное значение также и время, протекшее от момента истечения последней капли до момента отсчета по бюретке. Внутренняя задняя стенка бюретки часто снабжена цветной узкой полоской (полоса Шельбаха) на молочном стекле; благодаря параллаксу на этой полоске создается кажущееся заострение этой полоски сверху и снизу, к-рое и является меткой для отсчета при Т. вместо нижней касательной к мениску. При Т. непрозрачных жидкостей иногда пользуются разного типа поплавками, облегчающими отсчет уровня жидкости. При исследовании часто приходится пользоваться кривыми Т., в к-рых на одной из координат откладывается число прибавленных *см*³ раствора реагента, а на другой—соответствующая физико-химич. константа: концентрация водородных ионов, водородный показатель (P_H), окислительно-восстановительный потенциал или другие величины. Часто в этих случаях кривые обнаруживают скачки в своем ходе, по к-рым можно сделать важное заключение о совместном присутствии нескольких к-т в растворе, о постепенной диссоциации многоосновных к-т и т. п.

Лит.: Шилов Н., Объемный анализ, М., 1931; Тредвел Ф., Курс аналит. химии, т. 2, кн. 2—Объемный и газовый анализ, пер. с нем., 6 изд., М., 1931; Kolthoff I., Die konduktometrischen Titrationen, Dresden, 1923; Müller M., Die elektrometrische (potentiometrische) Massanalyse, 4 Aufl., Dresden, 1926; Kolthoff I. a. Furman N., Potentiometric Titration, N. Y., 1926. **Б. Беркенгейм.**

ТИФДРУК, немецкое название способа «глубокая печать», вошедшее в нашу полиграфич. терминологию рядом со словами гелиогравюра и меццо-тинто.

Т., так же как и гелиогравюра и меццо-тинто, является способом глубокой печати с медной гравюры, на к-рой печатное изображение лежит ниже уровня гладкой полированной поверхности печатной формы в виде микроскопич. квадратных углублений (колодцев) различной степени глубины.

Отличительная особенность и преимущество перед высокой и плоской печатью Т., как и предшествовавших ему глубоких способов пе-

Многократная антенна, *Многократный прием* в радиотехнике, многократная радиопередача, *Лучевая антенна*, *Короткие волны*, передающие антенны, *Ультракороткие волны*, *Радиомаяк*.

Распространение электромагнитной энергии [3, 4]. I. Длинные волны. Простейшая теория распространения излученных антенной электромагнитных волн (см. *Волны электромагнитные*) базировалась на следующих предположениях: 1) антенна-диполь перпендикулярна к поверхности земли, 2) земля—совершенный проводник, 3) поверхность ее — плоская. Напряженность (сила) электрич. поля, получающегося в любой точке пространства, рассчитана для этого случая М. Абрагамом [5] и Ф. Хакком [6]. Ценнек [7] впервые указал на необходимость принимать в расчет действительные параметры почвы, причем предложил для падения силы поля с расстоянием ф-ию вида

$$E = E_0 \cdot e^{-ad}, \qquad (1)$$

при этом поверхность земли предполагалась плоской. Общее математическое решение проблемы для любых свойств почвы дал А. Зоммерфельд [8,9]. Его теория предполагает антенну с квазистационарным (как в диполе Герца) током, причем размерами антенны можно пренебречь сравнительно с расстоянием. Если считать антенну расположенной в центре системы полярных координат r, φ и обозначить через z высоту над землей, то поле м. б. представлено ф-ией Π, удовлетворяющей диференциальному ур-ию

$$\Delta\Pi + k^2\Pi = 0, \qquad (2)$$

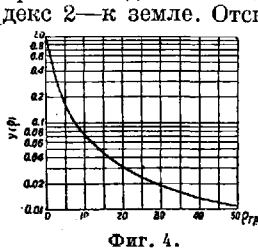
где $k^2 = \frac{\varepsilon\omega^2 + j\sigma\omega}{c^2}$, причем и для воздуха и для земли магнитная проницаемость μ принята равной 1; ε и σ—диэлектрич. коэф. и проводимость среды, в которой происходит распространение, ω—угловая частота, c—скорость света. Из этой потенциальной ф-ии Π напряженности электрического и магнитного полей определяются как

$$\left.\begin{aligned} E_r &= \frac{\partial^2\Pi}{\partial r\,\partial z}, \quad E_\varphi = 0; \quad E_z = k^2\Pi + \frac{\partial^2\Pi}{\partial z^2} \\ \text{и} \\ \bar{H}_r &= \bar{H}_z = 0; \quad \bar{H} = \bar{H}_\varphi = -j\,\frac{\varepsilon\omega + j\sigma}{c}\,\frac{\partial\Pi}{\partial r} \end{aligned}\right\} \cdot (3)$$

Дальнейший анализ для точек вблизи поверхности земли ($z \cong 0$) показывает, что дальность зависит от величины $\varrho_{чр}$, названной Зоммерфельдом «численным» расстоянием:

$$\varrho_{чр} = \left| \frac{k_1^2}{k_2^2} \cdot \frac{k_1^2 - k_2^2}{k_2^2} \cdot \frac{k_1}{2} \right| \cdot r, \qquad (4)$$

причем индекс 1 относится к воздуху, а индекс 2—к земле. Отсылая за сложными выводами Зоммерфельда к первоисточнику [8,9], мы далее приводим новый вариант решений, почти столь же строгих, но значительно более простых, данный недавно ван-дер-Полем и К. Ф. Ниссеном [10, 11]: при предположении, что $\varepsilon_1 \cong 1$ и $\sigma_1 \cong 0$ (для воздуха) получается $k_1 = \frac{\omega}{c}$. Делая дальнейшую предпосылку, что $|k_2^4| \gg |k_1^4|$, что допустимо для $\lambda > 200$ *м* ($f < 1\,500$ kHz) над озелененной почвой, получаем для области *волновой зоны* (см.)



Фиг. 4.

$$\Pi(r) = \frac{e^{jk_1 r}}{r} \cdot y(\varrho_{чр}), \qquad (5)$$

где $y(\varrho_{чр})$ определяется по кривой фиг. 4. Если ток проводимости значительно больше тока смещения, т. е., если почва не представляет собой очень плохого проводника и длина волны не слишком мала, что соответствует условию $\sigma_2 \gg \varepsilon_2\,\omega$, можно написать:

$$\varrho_{чр} = \frac{\pi \cdot 10^{-15}}{6 \cdot \sigma} \cdot \frac{r}{\lambda^2}.$$

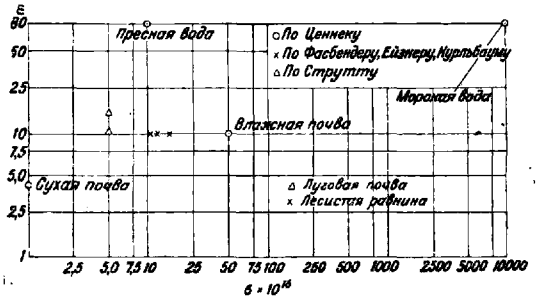
Предполагая далее, что $\frac{y(\varrho_{чр})}{r}$ мало изменяется сравнительно с $e^{jk_1 r}$, получаем окончательно

$$E_z = \bar{H} = k_1^2 \cdot \frac{e^{jk_1 r}}{r} \cdot y(\varrho_{чр})$$

или

$$|E_z| = |\bar{H}| = \frac{k_1^2}{r} \cdot |y(\varrho_{чр})|.$$

Экспериментально найденные рядом ученых [12, 13, 14] значения ε и σ для различных земных покровов даны на фиг. 5. Однако исследования



Фиг. 5.

последних 5—10 лет показывают, что при рассмотрении процессов распространения электромагнитных волн любой длины нельзя более вести расчет *напряженности* (см.) электрич. поля в месте приема, исходя только из свойств почвы. Даже при очень длинных волнах (ночью), а при более коротких и днем, часть энергии, воспринимаемой приемным устройством, получается из верхних слоев атмосферы. Именно только влиянием слоя Хевисайда м. б. объяснены вполне исчерпывающе следующие особенности, наблюдаемые при длинных волнах: 1) различие между дневной и ночной дальностью, 2) временные колебания силы принимаемого поля, 3) ошибки в пеленгации, 4) факт лучшего совпадения с измеренными значениями результатов расчета по ф-ле, учитывающей проводящий слой атмосферы. Из соответствующих теорий для случая длинных волн [15, 16, 17], вполне подтвержденных экспериментами, следует, что роль отраженной (небесной) волны (т. е. отраженной или преломленной в верхних слоях атмосферы) тем больше, чем короче волна. Для каждой длины волны существует определенное расстояние d, для к-рого вертикальная составляющая напряженности поля небесной волны равна таковой же земной (прямой) волны; при этом для более коротких расстояний доминирует земная волна, а для более дальних—небесная. Эпплтон и Ретклифф [18] нашли, что для $\lambda = 400$ *м* ($f = 750$ kHz) это расстояние $d = 160 \div 250$ *км*, а для $\lambda = 1\,600$ *м* ($f = 187{,}5$ kHz) $d = 600 \div 1\,000$ *км*. Для диапазона радиовещательных волн (см. *Несущая волна*) при расстояниях от 30 до 1 000 *км* амплитуда небесной волны не превышает трети прямой волны до тех пор, пока $d < 10^3\,y(\varrho_{чр})$, где $y(\varrho_{чр})$ находится по фиг. 4. Для практич. расчетов напряженности элек-

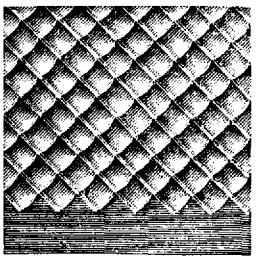
чати—офорт, гелиогравюра, меццо-тинто,—заключается в его способности передавать полутоновое изображение не как сочетание различной величины одинаковой плотности печатных элементов (точек растра, линий, штрихов, пунктиров, как в автотипии и гравюре на дереве), а как сочетание одинаковой величины, но различной плотности квадратиков. Вследствие этой особенности Т. имеет значительно большую разрешающую способность передавать на печатном оттиске полутоновое изображение. В процессе печати квадратики (колодцы) печатных элементов изображения на форме, будучи различной глубины, заполняются различным количеством жидкой краски. Проходя между резиновым печатным цилиндром и медным цилиндром печатной формы, бумага воспринимает на себя различной плотности наслоения краски.

Преимущества глубокой печати можно формулировать сл. обр.: 1) способ обеспечивает высокое качество; 2) стоимость $см^2$ иллюстрационной формы дешевле, чем клише; 3) высокая скорость и большая дешевизна ротационной иллюстрационной печати (отсутствие приправки, меньше приладки, меньше времени на смывку формы); 4) возможность использования для высококачественной печати более дешевых сортов бумаги; 5) стоимость печатных машин дешевле машин для других видов печати. Недостатки: 1) невозможность печатать со скоростью современной газетной печати; 2) отсутствие возможности быстрого и дешевого производства стереотипных форм при тиражах, превышающих 100 тыс.; 3) при преобладании текста на форме стоимость формы дороже типографско-цинкографской; 4) текст способом глубокой печати уступает в четкости типографскому способу печати.

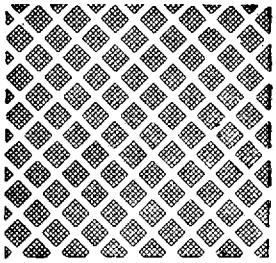
Процессы производства печатной формы для способа Т. 1) С оригиналов в камере производят полутоновые негативы. 2) После ретуши контактным путем или в камере же производят диапозитивы. Диапозитивы должны иметь перевернутый вид, поэтому для производства диапозитивов контактным путем негативы снимаются через призму. При производстве диапозитивов в камере негативы могут иметь нормальный—обратный вид, т. к. при проекции в камере негатив можно ставить не только эмульсионной стороной, но и стеклянной стороной к пластинке. 3) Текст воспроизводится в форме забронзированных черных оттисков со сверстанного набора на прозрачном листе целлофана или пелюра, иногда для текста применяют мокроколлодионный фотографич. процесс. 4) Оформленные диапозитивы текста и рисунков (ретушь, окантовка, обрезка по размеру и пр.) укрепляются по макету на зеркальное стекло в соответствующем порядке в форме т. н. монтажа. 5) Монтаж из рисунков и текста копируется на дневном или искусственном свету на очувствленную сатинированную пигментную бумагу в пневматич. копировальной раме. Очувствление производится в 3—4% растворе двухромокислого натрия в продолжение 2—3 минут при $t°$ раствора 10—20°. Сушка пигмента и его сатинировка производятся так же, как и обычная сатинировка бромосеребряных отпечатков на обезжиренном и тальком протертом зеркальном стекле. Продолжительность сушки при вентиляторе и $t°$ в 18° в сушильном шкафу или комнатке составляет в среднем $1^1/_2$—3 ч. 6) Копирование на пигментную бумагу производится 2 раза: сначала с растра, а потом с монтажа диапозитивов. 7) Откопированная пигментная бумага путем предварительного общего смачивания (мокрый способ) или постепенного смачивания в переводном станке (сухой способ) приглаживается или прикатывается к обезжиренному отполированному медному цилиндру. 8) От проявления в горячей воде (40—45°) бумажная подкладка отделяется от пигментного слоя, остающегося прилипшим к поверхности цилиндра. При дальнейшем проявлении в теплой воде происходит растворение желатины пигментного слоя и тем более и глубже там, где пигментный слой оказался наименее задубившимся. Т. о. наибольшему растворению подвергаются те части пигментного слоя, к-рые при копировании находились под наиболее непроницаемыми плотно зачерненными местами диапозитивов, и, наоборот, наименьшему растворению подвергаются части, пришедшиеся под наиболее прозрачные, наименее зачерненные места диапозитивов. Если принять наибольшую плотность диапозитивов по фотометру за 2,5, а наименьшую за 0,5, то на проявленном пигментном слое образуется рельеф, характеризующийся нек-рой кривой координаты от 0,5 через различные градации до 2,5. Характеристич. кривая проявленной пигментной копии зависит гл. обр. от характеристики кривой плотностей на диапозитивах. Медный цилиндр подвергается травлению при помощи полуторахлорного железа через проявленный и равномерно подсушенный пигментный слой. Процесс травления идет по ф-ле

$$Cu+2FeCl_3=CuCl_2+2\,FeCl_2.$$

Кривая рельефа травления на цилиндре находится в обратно пропорциональной зависимости от кривой рельефа проявленного пигментного слоя копии. Травление производится обычно четырьмя или пятью ваннами раствора хлор-



Фиг. 1.



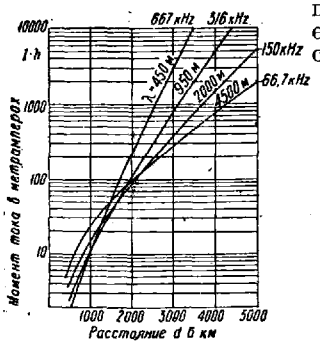
Фиг. 2.

ного железа (плотность растворов обычно 42, 40, 38, 36, 35 при $t°$ 16—18°). Проницая толщину пигментной желатины по принципу набухания и диффузии, хлорное железо пройзводит травящее действие на медь. Чем больше времени ушло на травление плотными ваннами и меньше—жидкими, тем больше диапазон контраста между наиболее глубокими и наиболее мелкими частями на цилиндре, тем больше контраст между крайними пределами света и тени на печатном оттиске с данной формы. Глубина травления обычно не превышает 0,08 *мм*, поэтому для травления с нового оригинала использованный в печати цилиндр подвергается шлифованию и полированию. Толщина медного слоя на цилиндрах обычно ок. 1 *мм*. Сработанный слой меди можно снова нарастить электролитич. путем. На фиг. 1 и 2 даны микрофотографии (увеличение в 20 раз) с вытравленной тифдручной негативной формы (вид углубленных квадратиков-колодцев в тенях).

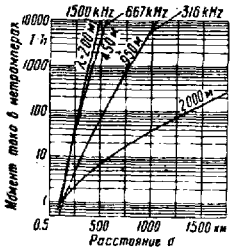
трич. поля E до сих пор наиболее распространенной является ф-ла Остина, подвергавшаяся многочисленным проверкам, гл. обр. в отношении коэф. поглощения α[3],

$$E = 10^3 \frac{0{,}12 \cdot \pi \cdot I \cdot h}{\lambda d} \cdot \sqrt{\frac{\vartheta}{\sin \vartheta}} \cdot e^{-\frac{\alpha d}{\lambda^m}}, \qquad (6)$$

где E—напряженность поля в $\frac{\mu V}{м}$, I—сила тока в передающей антенне в А, h—действующая высота той же антенны, λ—длина волны, d—расстояние (все длины—в *км*), ϑ—геоцентрич. угол; общепринято для приближенных подсчетов $\alpha = 0{,}0014$ и $m = 0{,}6$. В Т. в. ч. условия распространения электромагнитной волны в значительной степени определяют собой дальность действия радиостанции,—то расстояние, на к-ром при нормальных атмосферных условиях может поддерживаться эксплоатационно надежная радиосвязь. Эта дальность при заданной мощности передатчика зависит от следующих факторов: 1) от силы тока в передающей антенне, 2) от ее действующей высоты, 3) от выбора

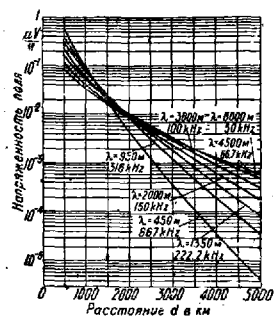


Фиг. 6.

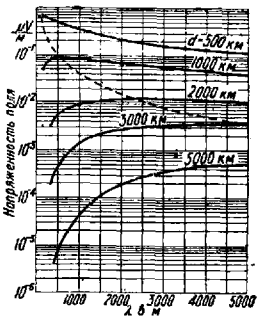


Фиг. 7.

рабочих волн, 4) от коэфициента поглощения, 5) от действующей высоты приемной антенны, 6) от чувствительности приемника, 7) от уровня радиопомех в месте приема, 8) от избирательности приемника, 9) от направленности антенн (передающей и приемной). При проектировании радиосвязи обычно принято задавать величину E в месте приема (о некоторых нормах для E см. *Напряженность*). Ряд приводимых графиков позволяет легко рассчитать: 1) величину момента тока передающей антенны в *метрамперах* (см.), необходимую для получения $E = 1 \frac{\mu V}{м}$ в зависимости от расстояния и длины волны (фиг. 6—для моря, фиг. 7—для суши); 2) напряженность поля E

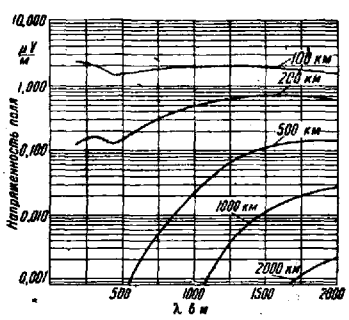


Фиг. 8.



Фиг. 9.

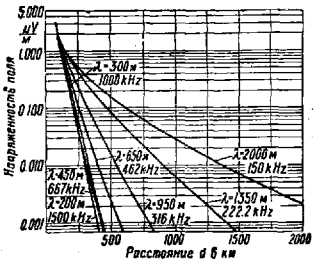
в месте приема на каждый метрампер в антенне передающей станции в зависимости от расстояния и длины волны (фиг. 8 и 9—для моря, фиг. 10 и 11—для суши); 3) дальность радиостанции при напряженности поля в месте приема $E = 1 \frac{\mu V}{м}$ в зависимости от длины волны для разных величин момента тока (фиг. 12—для моря, фиг. 13—для суши). Чтобы определить дальность передающей радиостанции, соответствующую силе поля в $m \frac{\mu V}{м}$, следует найти по графикам фиг. 6 или 7 абсциссу точки кривой, соответствующей рабочей волне, ордината к-рой (точки) равна $\frac{1}{m}$



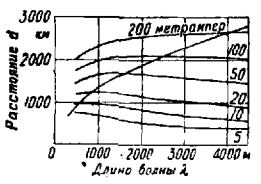
Фиг. 10.

метрампер; при работе с графиками, изображенными на фиг. 8—11, следует помнить, что в радиостанции с n метрамперами сила поля при равных расстояниях и длинах волн будет в n раз больше.

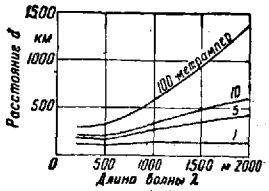
II. Короткие волны. Уже при первых же практических применениях в Т. в. ч. коротких волн было обнаружено, что измеренные напряженности поля получаются во много десятков раз бо́льшими тех значений, к-рые дает теория Зоммерфельда [8, 9], учитывающая только прямую волну. Это обстоятельство ясно показывает, что в этом диапазоне распространение волн вдоль земной поверхности не играет сколько-нибудь заметной роли, что волны следуют гл. обр. каким-то другим путем. Этот другой путь состоит в том, что энергия, излучаемая антенной вверх, распространяется в пространстве и возвращается



Фиг. 11.



Фиг. 12.

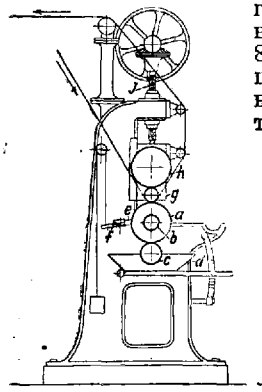


Фиг. 13.

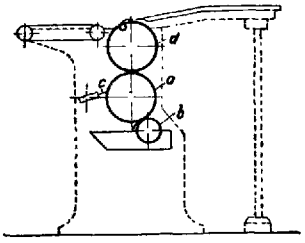
обратно к земле вследствие свойств лучепреломления, к-рыми обладает неоднородная атмосфера. Далее вкратце излагаются происходящие при этом процессы.

Дисперсия и абсорбция электромагнитной волны в ионизованной среде. В 1902 г., задолго до наступления в Т. в. ч. коротковолновой эры, О. Хевисайд [14] и А. Е. Кеннели [19] пришли к выводу, что высшие слои атмосферы оказывают значительное влияние на распространение волн. Тогда же были сделаны первые расчеты—предположения об электрич. состоянии верхних слоев атмосферы. В 1912 г. появилась работа Эккльса [20], проследившего в численных выражениях влия-

Процесс печати Т. в принципе состоит в следующем: цилиндр обильно покрывается жидкой краской, состоящей из красителя, протертого каким-нибудь смолистым лаком и растворенного в бензине, бензоле, ксилоле или скипидаре. При вращении его полированная поверхность тщательно очищается от краски, оставляемой лишь в углублениях (колодцах различной глубины), с помощью эластичной тонкой стальной пластинки, называемой р а к л е м. Бумага ролевая или флатовая приводится в контакт с цилиндром при помощи специального резинового валика, контактируемого в свою очередь с печатным цилиндром, обусловливающим давление, необходимое для принятия краски из углублений формы. По принятии печатного оттиска с цилиндра бумага движется на сравнительно большое расстояние до приемки. На своем пути она обдается воздухом, и в приемке оттиск уже сухой. Современные машины делятся в основном на машины, печатающие с флатовой бумаги, и на машины,—с ролевой бумаги. Схематически машины, печатающие с ролевой бумаги, имеют в основных чертах следующий вид (фиг. 3). Цилиндр *a* движется на своей оси в оправе *b* и покрывается краской при помощи красочного валика *c*, вращающегося в корыте с жидкой краской *d*. Краска перед моментом печати снимается с полированной поверхности раклем *e*. Ракль держится в стальной оправе *f* и приходится в параллельном положении в отношении оси цилиндра и имеет небольшой наклон (20, 30°) вверх. Бумага проводится к цилиндру через ведущие ролики, резиновый ролик *g*, который состоит из стального стержня, покрытого твердой резиной. В контакте с этим роликом находится печатный цилиндр *h*, осуществляющий давление при помощи винтов *j*. Максимальная оборотоспособность современных ротационных машин 20 000 об/ч., однако в журнально-газетной печати осуществляется скорость лишь в 8—10 тыс. об/ч. с одного цилиндра, а для цветной высококачественной печати не больше 3 тыс. Машины, печатающие с флатовой бумаги, схематически можно представить в следующем виде (в общих чертах). На фиг. 4 медный цилиндр *a* вставлен в оправу. Краска на цилиндр наносится массовым валиком *b*, ракль *c* здесь, так же как и в машине для печати с ролевой бумаги, имеет параллельное положение к оси цилиндра. Давление ракля на поверхность цилиндра осуществляется регулирующими винтами или рычагами. Печатный цилиндр *d*, осуществляющий давление во время печати, покрыт резиновым полотном. Эксплоатационная способность машин, печатающих с флатовой бумаги, при ручной накладке в среднем 1 500 оттисков, а при самонакладке—до 5 000 оттисков в час. Однако даже при самонакладке для цветной печати средняя оптимальная скорость этих машин 2 000—3 000 в час. За последние годы Т. получил исключительно высокое развитие в пределах полиграфич. пром-сти. Его удельное значение продолжает возрастать с каждым годом как конкурента высокой печати.



Фиг. 3.



Фиг. 4.

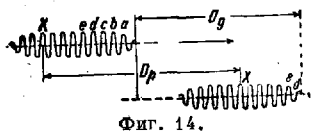
Лит.: Е ф р е м о в С., Глубокая печать мецо-тинто, М.—Л., 1928; Л а у б е р т Ю., Фото-механические процессы, пер. с нем., М.—Л., 1931; «Deutscher Drucker», B., 1928, *12*; «Deutscher Drucker», B.; «Penroses Annual», L., 1926, *32*; «Process Engravors Monthly», L. **П. Мадор.**

ТКАНИ, текстильные изделия или фабрикаты, состоящие из одной или двух систем нитей, расположенных и соединенных (переплетенных) между собой различными способами для получения взаимной связи. Способы расположения и соединения между собой нитей, а также и способы производства Т. разнообразны. Т. предназначаются для удовлетворения троякого рода потребностей. 1) О д е ж д ы, нательной (нижнее белье) и верхней. Для нательной и верхней одежды находят применение волокнистые материалы всякого рода (шерсть, хлопок, лен, шелк натуральный и искусственный и т. п.). 2) Д о м а ш н и х п о т р е б н о с т е й (быта): занавески, столовое белье, одеяла и покровы всякого рода, предметы убранства жилищ, на что идут шерсть, пенька, лен, шелк, джут, хлопок и т. п. 3) Т е х н и ч е с к и х п о т р е б н о с т е й—брезенты, передаточные ремни, пожарные рукава, сита, прессовые салфетки, мешки, наконец простейшие предметы — канаты и веревки. На эти изделия идут волокнистые материалы всякого рода, преимущественно крепкие, хотя бы и грубые,—пенька, верблюжья шерсть, конский волос и т. п. Главнейшие или типичные группы следующие. 1) П л е т е н ы е и з д е л и я из одной системы нитей (прошивки, тесьма, кружева, нек-рые басонные изделия и пр.). 2) Т ю л е в ы е и г а р д и н н ы е и з д е л и я: т ю л ь г л а д к и й (п р о с т о й), представляя прозрачную ткань, образуется из двух систем нитей; т ю л ь у з о р ч а т ы й (г а р д и н н ы й) образуется из нескольких систем нитей, при которых нити одной системы располагаются прямолинейно, нити другой системы (узорчатые) идут наклонно (зигзагообразно). 3) В я з а н ы е, и л и т р и к о т а ж н ы е, и з д е л и я образуются одной или несколькими нитями, идущими правильными петлеобразными рядами, один над другим так, что петли одного ряда входят в петли следующего ряда. Если ряды петель, образованные одной нитью, идут поперечно к краям изделия, то изделие называется у т о ч н о-в я з а л ь н ы м. Если же петли, образованные одной нитью, идут продольно и входят направо и налево в петли соседних нитей, то изделие называется о с н о в о-в я з а л ь н ы м. 4) С е т и образуются способом вязки нитей т. о., что нити, идущие диагонально, при пересечении своем с нитями другого направления связываются с последними при помощи особого рода узлов. Такой способ вязки применяется при изготовлении и более тонких изделий, напр. косынок, накидок и т. п., и называется филетовым или филейным (см. *Сети рыболовные* и *Вязально-трикотажное производство*). Т. в узком понятии называют изделия, к-рые получаются путем т к а н ь я. Всякого рода и вида Т., будучи изготовленной на ткацком станке, состоит из двух взаимно переплетающихся систем нитей—основы и утка (см. *Переплетение*

ние состояния ионизации атмосферы на распространение волн. Эккльс при этом указал, что существование свободных ионов в атмосфере приводит к уменьшению величины диэлектрич. коэф. такой среды до значений <1; этим соответственно обусловливается увеличение скорости распространения (точнее фазовой скорости) электромагнитных волн. Если принять далее, что с увеличением высоты возрастает и ионная концентрация, то получается постепенное искривление луча, могущее соответствовать кривизне земли. На сделанном им предположении о меняющихся вместе с высотой над поверхностью земли показателях преломления базируются все дальнейшие работы в этой области. В 1924 г. Дж. Лэрмор [21] дал расчет затухания и скорости распространения электромагнитных волн при их распространении в ионизованной атмосфере. Затухание обусловливается тем, что носители электрических зарядов (ионы или электроны), приведенные в движение под влиянием поля волн, претерпевают столкновения с газовыми молекулами атмосферы. Какого-либо заметного поглощения излученной энергии не наблюдается при соблюдении лишь следующих двух условий: 1) если амплитуда колебаний (ионов или электронов), вызываемых влиянием поля волн, мала сравнительно со средней длиной свободного пути этих носителей зарядов, 2) если продолжительность периода таких колебаний невелика сравнительно со временем, требующимся для пробега этими носителями средней длины свободного пути. Для получения из своей теории тех значений поглощения, к-рые соответствовали бы экспериментально найденным результатам, Лэрмор сделал предположение, что ионизованные слои лежат очень высоко (на высоте ок. 100 *км*). Лэрмор вычислил фазовую скорость v_p волны в среде, содержащей носителей свободных зарядов,

$$v_p = \frac{c}{\sqrt{1-\frac{Ne^2}{c^2\cdot\pi m}\cdot\lambda^2}}, \qquad (7)$$

где N—число носителей в 1 $см^3$, e и m—заряд и масса одного носителя и λ—длина волны электромагнитного излучения. Из этого уравнения следует, что достаточно предположить совсем незначительное повышение концентрации этих носителей зарядов, чтобы получить искривление луча, соответствующее кривизне земли; так напр., для $\lambda = 1\,000$ *м* ($f = 300$ kHz) уже достаточно того, чтобы на высоте 100 *км* в 1 $см^3$ содержалось на 0,3 электронов или на 500 водородных ионов более, чем вблизи земной поверхности. Кроме фазовой скорости v_p при распространении в ионизованной среде встречается еще другая скорость, также отличная от скорости света c,—именно групповая [22] скорость v_g. Эта последняя возникает в том случае, если рассматривать как одно целое группу волн высокой частоты, образующую самый короткий посылаемый сигнал; она м. б. вычислена, если разделить длину пути D_g на соответствующую величину времени. На фиг. 14 для пояснения представлены схематически два положения волновой группы для двух различных моментов времени. Фазовая скорость соответствует одиночной высокочастотной волне, напр. гребню X; при распространении в ионизованной среде первые волны a, b, c теряют энергию,



Фиг. 14.

т. к. они приводят в колебание встречающиеся ионы или электроны. Эта энергия, поскольку она не расходуется в столкновениях носителей зарядов с молекулами, имеет стремление поддержать волновой процесс. Вследствие этого при распространении такой волновой группы ее находящаяся впереди часть постоянно ослабевает, а находящаяся позади часть—удлиняется; т. о. волновой гребень X относительно своего порядка в группе передвигается вперед. Фазовая скорость v_p получается путем деления длины пути D_p, к-рый разделяет положение этого волнового гребня в два рассмотренных момента времени, на время, протекшее между последними. Ясно, что v_p всегда больше v_g. Если обозначить $\frac{4\pi Ne^2}{m\omega^2}$ через γ, то

$$v_g = c\sqrt{1-\gamma} \quad \text{и} \quad v_p = \frac{c}{\sqrt{1-\gamma}}.$$

Влияние магнитного поля на процесс распространения. Эпплтон и Барнетт учли в своих работах (1925 г.) [23, 24] влияние земного магнитного поля; при этом они получили для v_p выражение

$$v_p = \frac{c}{\sqrt{1-\frac{4\pi Ne^2}{m\omega^2 \pm eH_3\omega}}}, \qquad (8)$$

где H_3—напряженность земного магнитного поля. Отсюда следует наличие существования резонансной длины волны, для к-рой

$$m\omega^2 = e\cdot H_3\cdot\omega. \qquad (9)$$

Этот случай вполне возможен, если носителями зарядов являются электроны; в случае же ионов соответствующая «критическая длина волны» м. б. только при таких волнах, к-рые лежат далеко за пределами диапазона, используемого в Т. в. ч. Появившаяся в том же году работа Никольса и Шелленга [25] независимо от Эпплтона приводит к тем же выводам и конкретизирует их дальше. Именно она разъяснила факт очень плохого прохождения днем волн в диапазоне 200÷300 *м* (1 500÷1 000 kHz), т. к. расчет дает критич. значение ω_0 из (9),

$$\omega_0 = \frac{e}{m}\cdot H_3, \qquad (10)$$

что для $H_3 = 0{,}5$ CGS соответствует (при электронах — носителях зарядов) $\lambda_0 = 214$ *м* ($f = 1\,400$ kHz). Значение этой резонансной длины волны заключается прежде всего в том, что при ней амплитуды колебаний электронов очень сильно возрастают до величин, к-рыми уже нельзя пренебречь по сравнению с длиной свободного пути; поэтому в диапазоне, близком к этой длине волны, наступает сильное избирательное поглощение, влекущее за собой заметное падение дальности радиосвязи. Ряд других ученых [26, 27, 28, 29] исследовал особенности коротких волн (10÷100 *м*) и причины сильного искривления под влиянием ионизации лучей таких волн, не соответствовавшего выводам ф-лы (8). Тэйлор и Халберт ввели в расчет λ_0 и получили дисперсионное ур-ие в виде

$$v_p = \frac{c}{\sqrt{1-\frac{A\lambda^2}{1-\lambda/\lambda_0}}}, \qquad (11)$$

где $A = \frac{Ne^2}{c^2\pi m}$ и $\lambda_0 = \frac{2\pi cm}{eH_3} = 214$ *м*. При дальнейших расчетах отказались от предположения о постепенном загибании лучей и ввели такую предпосылку, — ионизующий слой резко ограничен снизу, причем на пограничной поверхности происходит полное отражение. Для этого случая можно из ур-ия (11), исходя из

тканей). Основные нити определяют длину куска Т., а уточные нити—ширину. В виду того что всякого характера, рода и вида Т. существует громадное количество, для удобства их производства, учета, распределения, изучения и т. п. последние приходится подразделять—классифицировать—по особым признакам. Наиболее существенными (главными) признаками, по к-рым различаются между собою Т., являются следующие: 1) род материала пряжи, из к-рого Т. выработаны, и номера пряжи, 2) характер материала, 3) род переплетения, 4) плотность и другие признаки (вес, длина, ширина и т. п.), зависящие от четырех первых, 5) вид наружной поверхности Т. и характер ее отделки, 6) назначение Т. и т. д.

Т. по роду пряжи и виду волокнистого материала, из к-рого они изготовлены, подразделяются на: 1) хлопчатобумажные, 2) льняные, 3) пеньковые, 4) джутовые, 5) шерстяные (суконные и камвольные), 6) шелковые и 7) Т. из искусственных волокон. Они м. б. чистые, когда основа и уток состоят из одного волокнистого материала (напр. основа и уток—хлопок или шерсть), и смешанные, когда основа и уток состоят каждый из разных волокнистых материалов (основа—шерсть, а уток—хлопок, или наоборот). Цель изготовления смешанных Т. состоит гл. обр. в удешевлении их стоимости за счет введения в состав Т. одного рода пряжи (основы или утка) из более дешевого и другого рода пряжи из более дорогого волокнистого материала при условии сохранения надлежащего внешнего вида, а также и качества Т. Смешанные Т. обычно принято называть по названию того волокнистого материала пряжи, входящей в состав Т., к-рая является наиболее ценной в данной Т.; поэтому смешанные Т. подразделяются на полульняные, полушерстяные и полушелковые. За последнее время, в связи с экономией более ценных волокнистых материалов, начинает широко практиковаться способ производства Т. из пряжи, изготовляемой из смеси двух и более материалов, напр. из хлопка и шерсти, шерсти и угаров натурального и искусственного шелка. Такого рода Т. являются также смешанными и м. б. смешанными не только по волокну, входящему в состав каждого вида пряжи, но и по роду самой пряжи. В ткачество пряжа поступает или в том состоянии, как она получается из прядения (суровой—простой или крученой), или предварительно отбеленной, окрашенной, отделанной, фасонной и т. п. Суровым товаром, или суровьем, называют Т., поступившие с ткацкого станка; они обычно бывают грязноватого, серовато-желтого цвета, грубы и жестки наощупь, могут содержать в себе естественные и искусственные засорения, имеют матовую поверхность, мшистость от выступающих волокон и т. п. Единицей суровья (суровой Т.) считается кусок, длина к-рого различна для каждого рода Т. Суровые Т. различаются по ширине и длине, номеру пряжи, по своему весу, плотности, характеру переплетения, по применению особой пряжи для утка и основы (Т. ворсовые с начесом и угарные), по признаку их назначения и т. п. Суровье, выходящее с ткацких ф-к, в большинстве своем еще не является готовым продуктом, поступающим на рынок; чтобы придать суровым Т. надлежащий вид, чистоту, мягкость и прочие качества, они должны подвергнуться дальнейшей обработке различного рода, как то: белению, крашению, набивке, отделке и т. п. Изготовление Т. всех родов из пряжи, подвергнутой дальнейшей обработке (отбелка, крашение, набивка и т. п.), применяется при выработке пестротканых и готовых товаров, сработанных разными или одинаковыми по окраске основой и утком (туальденор, сарпинка, шотландка и т.п.) или просновкой основы и утка полосками пряжи других цветов (оксфорд, кретон, зефир, тик и т. п.), из набивной основы и сурового утка или набивного утка (ткани Шине), меланжевых, гл. обр. одежных, Т. из пряжи крашеного хлопка (сукна меланжевые), из пряжи, крашенной в шерсти и ленте гребенной шерсти, и т. п. Такого рода Т. относятся к лучшим по прочности и качеству сортам.

Все Т. в зависимости от конструкции своего переплетения подразделяются на следующие группы (см. *Переплетение тканей*). 1) Гладкие Т. Эту группу представляют Т. с простейшими видами переплетений (гроденаплевым, саржевым и атласным), т. н. гладкого, или главного, класса переплетений. Т. этой группы несложны по своей конструкции и названы гладкими потому, что их поверхность не выявляет б. или м. заметного рисунка переплетения. Класс переплетений, объединяющий данную группу Т., назван еще главным в виду того, что громадное число Т., входящих в другие группы, является по сути дела видоизменениями или усложнениями трех указанных представителей Т. гладкой группы. Гладкие ткани представляют главную массу наиболее вырабатываемых и употребляемых тканей всех родов с присвоенными им собственными произвольными наименованиями. 2) Мелкоузорчатые, или армюрные, Т. Эта группа включает в себя самое большое количество всевозможных видов и родов Т. (с присвоенными им собственными и произвольными наименованиями), поверхность к-рых представляет собой мелкие узоры в виде бороздок, прямоугольничков, клеток и т. п. 3) Сложные Т. Эта группа объединяет ткани со сложными конструкциями переплетений. Т. этой группы (с присвоенными им собственными и произвольными наименованиями) могут иметь поверхность, выявляемую переплетением, начиная от гладкой, мелкоузорчатой и крупноузорчатой (жаккардовой) и кончая различными однотонными и цветными эффектами в виде ворса, петель, вышивок и т. п. Наиболее типичными представителями данной группы являются ткани двойные, многослойные, ворсовые или бархатные, махровые, газовые или барежевые и т. п. 4) Эту группу составляют Т. крупноузорчатые (жаккардовые), включающие в себя Т., имеющие крупный тканый узор, выполненный с помощью машины Жаккарда.

По своей плотности Т. подразделяется на три группы: редкие, средней плотности и плотные сорта, или густой плотности (число нитей на 1 *см*, 1 дм. и т. п.). Плотность различается по основе и утку. При правильной выработке Т. плотность последней бывает одинаковой на протяжении всего куска. От плотности и толщины нитей — номера основы и утка— зависит степень прозрачности Т. Соответственно перемене плотности происходит изменение прочности и качества или добротности Т. Плотность не всегда одинакова во всех видах, группах и сортах Т., она применяется в зависимости от материала—пряжи, ее номера, сортов, назначения Т. и т. п. Т. вырабатываются в виде ординар-

предельного угла полного отражения и из геометрических зависимостей, вывести ур-ие, определяющее расстояние «прыжка» $2s$ в ф-ии от A (т. е. N), λ и h (высоты нижнего пограничного слоя).* Неизвестные величины A (т. е. N) и h находятся путем подстановки в это ур-ие экспериментально найденных величин $2s$ для двух значений λ(напр. 16 и 40 *м*); т. о. вычислено: $N=3{,}95\cdot10^5$, $A=3{,}54\cdot10^{-8}$ и $h=245$ *км*. На фиг. 15 приведена кривая, рассчитанная [28, 29] при этих предположениях. Точки, отмеченные прямоугольниками, представляют экспериментально найденные величины $2s$ (две точки—для $\lambda=16$ и 40 *м*—были использованы для определения N и h); положение на кривой других двух точек показывает хорошее совпадение теоретических и экспериментальных результатов.



Фиг. 15.

Высота слоя и ионная концентрация. Особенности распространения коротких волн, т. е. образование *зон молчания* (см.) и *замираний* (см.), можно объяснить и не принимая во внимание земного магнитного поля. Не останавливаясь на работах Бэкера и Райса [30], приведем лишь основные выводы теории Лассена [31, 32], базирующейся на предположении, что ионизация верхних слоев атмосферы обязана исключительно ультрафиолетовым солнечным лучам и что в этом случае можно считать ионизацию и поглощение солнечного излучения в атмосфере взаимно пропорциональными процессами. Это приводит к ур-ию

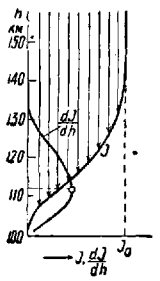
$$\frac{dJ}{dh}=aJ=a_0e^{-bh}\cdot J, \qquad (12)$$

где J—напряженность ультрафиолетового излучения, h—высота слоя над землей, a—относительная способность газа к поглощению, a_0—то же для земной почвы и b—коэф., учитывающий падение давления с высотой. Ур-ие (12) показывает максимум при

$$h=\frac{1}{b}\ln\frac{a_0}{b},$$

что для $a_0=2{,}7$ и $b=1{,}3\cdot10^{-6}$ соответствует $h=112$ *км* (фиг. 16); и выше и ниже этой высоты ионизация атмосферы сильно падает, так что слой по этим предположениям активен только в полосе толщиной ок. 30 *км*. Для определения концентрации носителей зарядов N_m в пункте наиболее сильной ионизации Лассен исходит из ур-ия (8) и вычисляет показатель преломления

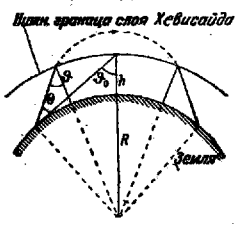
$$n=1-\frac{Ne^2}{2\pi mc^2}\cdot\lambda^2. \qquad (13)$$



Фиг. 16.

Для определения из этого ур-ия величины N_m Лассен вводит пограничную волну $\lambda=14$ *м* ($f=21\,000$ kHz), загибающуюся еще к земле при полном дневном освещении. Для этой волны $n=\sin\vartheta_0$ (предельный угол полного отражения), причем угол падения ϑ_0 соответствует (фиг. 17) лучу, оставляющему землю по касательной ($\theta_0=0°$). Тогда, если считать, что $\lambda=14$ *м* соответствует $\theta_0=0°$, получается значение $N_m=4\cdot10^8$, если носителями являются водородные ионы. При расчете уменьшения ионной концентрации ночью, т. е. после прекращения солнечного облучения, вводится коэфициент рекомбинации β. Если N_m—начальная концентрация для времени $t=0$, то для числа N_t пар носителей, содержащихся в 1 *см*³, через t ск. после захода солнца имеем

$$N_t=\frac{N_m}{1+\beta N_m t}.$$

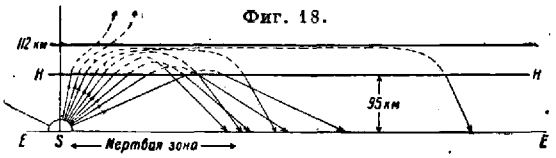


Фиг. 17.

Отсюда получается для $\beta=2{,}2\cdot10^{-13}$ и $t=4{,}3\cdot10^4$ ск. (соответствует 12 час. ночи) величина $N_t=8{,}5\cdot10^7$; таким образом в течение ночи ионизация падает лишь на 20% от своего максимального дневного значения. Лассен рассчитал для каждой волны предельный угол полного отражения $\vartheta_{пред.}$ и соответствующий угол возвышения $\theta_{пред.}$, под к-рым луч оставляет землю; значение этих углов видно из следующих данных:

λ в *м*	f в kHz	$\vartheta_{пред.}$ в°	$\theta_{пред.}$ в°
14	21 400	80	0
20	15 000	73	13
30	10 000	65	22
40	7 500	56	32
60	5 000	33	56
70	4 300	11	79
80	3 750	—	—

Угол $\theta_{пред.}$ замечателен тем, что все лучи, выходящие из антенны под бо́льшим, чем $\theta_{пред.}$, углом, не возвращаются к поверхности земли. Т. о. волны порядка 20 *м*, обычно используемые для перекрытия днем очень больших расстояний, должны излучаться очень полого, что и имеет место на практике. Общее представление о процессе распространения короткой волны по теории Лассена дает фиг. 18. Хотя эта схема и является идеализированной (земная поверхность *EE* и нижняя граница слоя Хевисайда *HH* представлены плоскими), однако на ней ясно интерпретируются: влияние угла, под которым происходит излучение, процесс передачи энергии на большие расстояния и образование мертвых зон. В последнее время Лассен и Ферстерлинг [33] весьма значительно расширили свою первоначальную теорию. Они приходят к допущению двух ионизованных слоев: нижнего на высоте 100÷150 *км*, образующегося вследствие ионизации азотно-кислородной атмосферы, и верхнего—на высоте 200÷800 *км*, получающегося вследствие ионизации водородной атмосферы. Внутри этих слоев ионная и электронная концентрация постоянно меняется и имеет один максимум, лежащий для нижнего слоя на высоте около 120 *км*, а для верхнего на высоте около 400 *км*. Короткие волны, используемые в Т. в. ч. для сверхдальней (например трансокеанской) радиосвязи, проникают как правило через нижний слой и отражаются только от верхнего слоя. Влияние нижнего слоя на распространение волн состоит гл. обр. в том, что им обусловливается затухание пронизывающих его волн. Сверхдальние радиосвязи короткими волнами происходят по всей

Фиг. 18.


* Прыжок $2s$ — расстояние по земле SE (фиг. 19) между двумя последовательными пунктами касания волной земной поверхности.

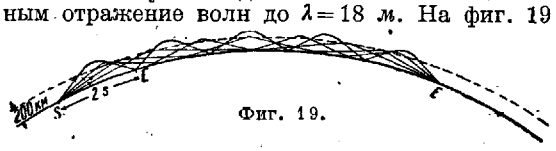
ных, двойных и тройных кусков в зависимости от того, какую длину Т., учитывая ширину, номер пряжи и т. п., позволяет накатывать на себя товарный валик ткацкого станка при выработке Т. Хл.-бум. Т. в зависимости от ассортимента имеют обычно ширину в готовом виде 60—80 *см*, а длину куска 35—42 *м*; для одежных Т. ширина доходит до 142 *см*.

Ширина готовой льняной Т. бывает 80—84 *см* при длине куска в 35,5 *м*. Грубошерстные Т. суконные при ширине Т. в 133 *см* длину куска имеют в 35 *м*; триковые при ширине 133—142 *см*—длину куска в 35 *м*; драповые при ширине 142 *см*—длину куска в 35 *м*. Тонкошерстяные камвольные Т. имеют ширину 86—142 *см* при длине куска в 40 *м*. Шелковые Т.—узкие имеют ширину 51—52 *см* и широкие 105—107 *см*; длина куска 30—40 *м*. По весу Т. распределяются обычно на три группы: легкие, средние и тяжелые. Для определения веса одной квадратной единицы Т. путем расчета нужно иметь данные о плотности Т. по основе и утку, о номере пряжи, степени уработки и усадки. Вес Т. является характерным признаком, имеющим большое значение в двух направлениях: 1) он указывает на количество материала (пряжи), затраченного на Т. определенного размера, и при прочих равных условиях дает возможность судить о ее достоинствах, стоимости и т. п. и 2) является показателем для выбора одежды, когда Т. служит материалом для последней. Существенным признаком является наружный вид Т., к-рый зависит от отделки (аппретуры, отбелки, окраски и набивки), а также от того, остается ли поверхность Т. открытой, т. ч. видно переплетение отдельных нитей основы и утка, или она покрыта начесом (ворсована), напр. в бумазее, байке и других Т., или покрыта стоячим ворсом (бархат, плис, нек-рые сорта ковров и т. п.), или же Т. подверглись валке (сукно и т. п.).

Хлопчатобумажные ткани. Вследствие разнообразного своего назначения (белье, платье, одежда, предметы быта, технич. нужды и т. п.) хлопчатобумажные Т. вырабатываются в большом ассортименте по сравнению с льняными, шерстяными и другими тканями, и производство их занимает первое место. Все хлопчато-бумажные Т., выпускаемые фабриками в СССР, подразделяются для удобства распределения и учета по определенным признакам на следующие группы и подгруппы (сюда входят 430 стандартных сортов): 1) ситцевая, 2) бязевая, 3) бельевая: а) бязевая подгруппа, б) миткалевая подгруппа, в) специальная подгруппа, 4) сатиновая, 5) плательная: а) демисезонная подгруппа, б) летняя, 6) одежная: а) гладкокрашеная подгруппа, б) набивная подгруппа, в) меланжевая и пестротканая подгруппы, г) зимняя подгруппа, 7) подкладочная, 8) пестротканая, 9) специальная, 10) восточная, 11) ворсовая, 12) суровая, 13) платочная, 14) штучная. Преобладающими переплетениями при производстве хл.-бум. Т. являются гладкие переплетения (гроденаплевое, саржевое и атласное). Т. с другими видами переплетений в настоящее время составляют очень незначительную часть производства. С переплетениями гладкого класса вырабатывается главная масса всех хл.-бум. Т. В этом отношении на первом месте стоит миткаль. Соответствующие сорта миткаля после требуемой отделки, напр. отбелки, выпускаются как бельевая Т. под названием мадеполам, муслин, нансук, батист, шифон и т. п., после набивки и крашения миткали выходят под названием ситца, головных набивных платков и т. п. Бязь в отбеленном виде предназначается как простынная и бельевая Т.; набивная и гладкокрашеная—как плательная, рубашечная и т. п. Сатины набивные и гладкокрашеные имеют широкое применение; из отделки выходят со своим собственным наименованием. Ткани саржевого переплетения выпускаются набивные и гладкого крашения, как плательная, подкладочная и рукавная ткани; саржевая ткань с начесом идет под названием бумазеи набивной и гладкого крашения, предназначаемой на платье, подкладку и т. п.

Шерстяные Т. В отношении своего значения применительно к одежде за шерстяными Т. остается такое же первенствующее положение, как и за хл.-бум. Т. Но по своему разнообразию и числу сортов, по количеству вырабатываемой продукции и стоимости, потреблению и т. п. шерстяные Т. занимают следующее место за хл.-бум. Т. Шерстяные Т., равно как и хл.-бум., подразделяются также на соответствующие группы и классы. В основу классификации шерстяных Т. прежде всего кладется производственный признак, гл. обр. способ прядения пряжи, из к-рой сработана Т., и его особенности, а также признак качества шерсти. А затем классификация шерстяных Т. идет по группам назначения—применения. По способу прядения все шерстяные Т. подразделяются на следующие три группы, или класса: 1) класс суконных Т., в который входят Т., сработанные из пряжи аппаратного прядения, 2) класс камвольных Т., включающих в себя Т. из пряжи камвольного прядения, 3) класс комбинированных Т., содержащий в себе Т., сработанные одновременно из пряж аппаратной и камвольной. Суконные Т. в свою очередь подразделяются на два вида: 1) тонкосуконные, сработанные из тонкой мериносовой, метисной и высших сортов грубой шерсти (мягкие сукна, трико и драпы), и 2) грубосуконные, сработанные из грубой шерсти (грубое сукно, байка, бобрик). Т. из пряжи камвольного прядения подразделяются на 3 подкласса: 1) камвольные Т. из пряжи франц. прядения, 2) камвольные Т. из пряжи англ. прядения и 3) Т. из пряжи полукамвольного прядения. Каждый класс и подкласс подразделяются в зависимости от состава пряжи на 3 вида Т.: чистошерстяные, полушерстяные и смешанные. Отличительной особенностью Т. суконного класса является сильная увалка их и присутствие на их поверхности б. или м. плотно свалянного слоя волокон, к-рый вполне или отчасти закрывает переплетение нитей в Т. Разница между грубо- и тонкосуконными Т. состоит как в качестве шерсти и мягкости Т., так и в их весе. Суконные Т. вырабатываются гроденаплевым (суконным) переплетением из пряжи, отличающейся мшистостью, неровностью и сравнительно слабым кручением. Номера пряжи для различных сортов сукон неодинаковы, они находятся в зависимости от вырабатываемого сорта сукна. Сукна красятся и в шерсти и в ткани. Суровая суконная Т. не похожа на готовое сукно; она тоньше, шире, не имеет ворса, в ней видны нити основы и утка. Сукно при отделке подвергается целому ряду операций: мытью, карбонизации, промывке, сушке и валянью. Из Т. суконного класса первое место занимает сукно, затем идут драпы, байки, касторы и т. п. Камвольные Т. по назначению подразделяются на следующие

вероятности путем зигзагообразного отражения волн между землей и слоем Хевисайда. Впрочем возможен и длинный путь волн внутри слоя Хевисайда, но в этом случае на больших расстояниях получается значительно меньшая напряженность поля. Нижний слой в состоянии отражать и более длинные волны. При горизонтальном излучении днем оказывается возможным отражение волн до $\lambda = 18$ *м*. На фиг. 19

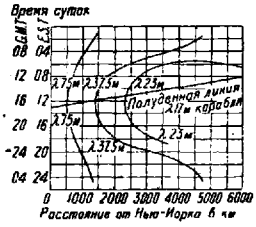


Фиг. 19.

изображен в правильном (1 : 40 000 000) относительно земного радиуса масштабе процесс зигзагообразного отражения для расстояния до 5 500 *км* при $\lambda = 22$ *м*; приемная антенна получает последовательно один за другим 4 сигнала.

Все приведенные выше теоретич. соображения далеко не исчерпывают вопроса о распространении электромагнитной энергии. Указанные теории лишь являются примером того, в каком направлении приходится работать науке, чтобы добиться решения этого труднейшего вопроса. О чрезвычайной важности для всех областей Т. в. ч. познания этой проблемы можно судить уже потому, что именно ей посвящена наибольшая часть и теоретич. и экспериментальных трудов; одна библиография по ним составляет отдельные книги [31, 45].

Распространение коротких волн. В виду отсутствия как единой, общепринятой теории распространения коротких волн, так и формул для расчета напряженности поля таких волн особо важное значение приобретают годами собиравшиеся экспериментальные данные по передаче и приему коротких волн в различ-



Фиг. 20.

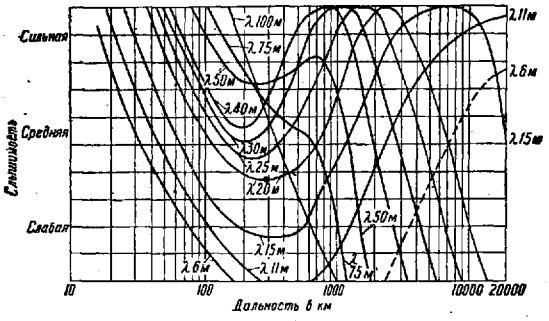


Фиг. 21.

ных условиях. В этом диапазоне электромагнитных колебаний правильный выбор длины рабочей волны, дающей наилучшую проходимость в заданной обстановке, играет бо́льшую несомненно роль, чем величина мощности в антенне передающей радиостанции. Практическое значение для пользования при расчетах и эксплоатации эти данные наблюдений приобретают особенно тогда, когда выводы их суммированы в виде графиков или эмпирич. ф-л. В Т. в. ч. для расчетов наивыгоднейшей для связи длины волны приносят большую пользу 5 графиков. Первый из них, основанный на наблюдениях в течение нескольких лет шести американских правительственных и промышленных организаций для случая мощности в 1 kW в передающей антенне и приемника средней чувствительности при телеграфной связи незатухающими колебаниями, приведен на фиг. 4 ст. *Короткие волны* (см.). Второй график [35] в виде серий кривых (фиг. 20—22) отражает практику телефонной связи между судовой и береговой радиостанциями на трансатлантич. линиях. По этим кривым можно определить наиболее подходящую рабочую волну для каждого положения судна и для каждого момента времени в его рейсе; три серии кривых действительны: фиг. 20—для летнего периода (с мая по август), фиг. 21—для зимы (с ноября по февраль) и фиг. 22—для весеннего и осеннего сезонов (март, апрель, сентябрь, октябрь). Способ пользования этим графиком ясен из фиг. 22, на которой показан в виде прямой путь, проходимый судном в течение 24 час. Как видно, корабль в течение суток проходит через различные волновые зоны, а именно (*E. S. T.*—т. е. время 75° меридиана к западу от Гринича, *G. M. T.*—среднее гринического время): от 0 до 4 ч. 15 мин. наивыгоднейшая $\lambda = 75$ *м* ($f = 4\,000$ kHz), от 4 ч. 15 мин. до

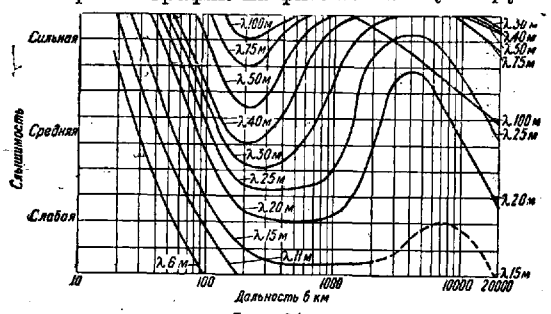


Фиг. 22.



Фиг. 23.

7 ч. 45 м.—$\lambda = 37.5$ *м* ($f = 8\,000$ kHz), от 7 ч. 45 мин. до 16 ч. 30 мин.—$\lambda = 23$ *м* ($f = 13\,000$ kHz), от 16 ч. 30 мин. до 20 ч.—$\lambda = 37{,}5$ *м* ($f = 8\,000$ kHz), от 20 ч. до 24 ч.—$\lambda = 75$ *м* ($f = 4\,000$ kHz). На всех трех сериях кривых нанесена полуденная линия судна, на котором местное время при возрастающем расстоянии от береговой радиостанции сдвигается относительно последней. Поэтому кривые наивыгоднейших волн лежат несимметрично относительно середины графиков и смещены кверху вместе с возрастающим расстоянием. В целях простоты настройки при эксплоатации используются только четыре фиксированные волны (так же как и в передатчике 1—15 kW), которые указаны на всех графиках. Третий график на фиг. 23—24 суммирует



Фиг. 24.

многолетние англ. наблюдения (фирмы Маркони в Чельмсдорфе) и заимствован из работы Доусетта [36]. На этих фигурах нанесена сила сигналов в ф-ии расстояния для различных длин волн, причем предполагается мощность

группы: группа плательная шерстяная, группа плательная полушерстяная, группа костюмная, группа подкладочная (полушерстяная) и платки. В группе камвольных тканей наиболее употребительными переплетениями являются саржевое, диагональ и др. Из группы плательных шерстяных Т. следует отметить рень, вырабатываемую из саксонской основы и утка 40/1; муслин—из саксонской шерсти основы 51/1 и утка 64/1. К костюмным дамским Т. принадлежит габардин: шерсть саксонская, основа 70/2 и уток 40/1. Из группы костюмных мужских является коверкот, из основы—шерсть саксонская мулине 52/2 и утка—шерсть саксонская цветная 24/1, и т. п.

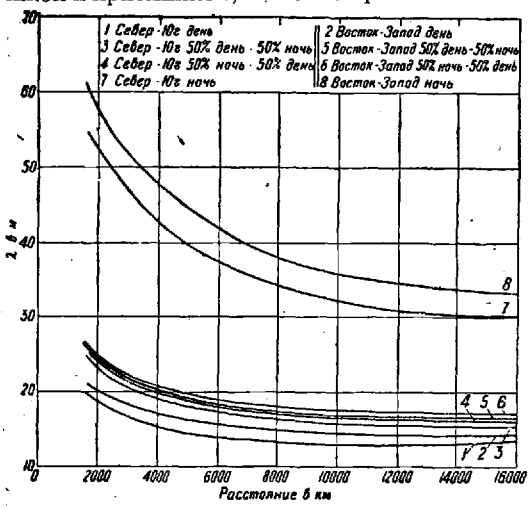
Льняные и пеньковые Т. Среди льняных первое место занимает полотно—Т. гроденаплевого переплетения, к-рая вырабатывается различной ширины, плотности и № пряжи. По своему виду полотно подразделяется на суровое, полубелое и белое. Из наиболее ценных полотен по своим качествам считается голландское полотно и ярославские полотна; к более толстым полотнам относятся фламское и холст. Из переплетений в льняных Т. применяются гл. обр. гроденаплевое (полотняное), жаккардовое и махровое. С жаккардовым переплетением вырабатываются гл. обр. скатерти, салфетки, полотенца (штучный товар), а махровым переплетением—купальные простыни и полотенца. Кроме того льняные Т. имеют одежные сорта (коломенка суровая, вареная, полубелая и белая; рогожка суровая и вареная, полубелая и белая; сарпинка пестротканая; полотно цветное и т. п.). Из мебельных Т. следует отметить тик матрацный, чехольную Т. К грубым сортам льняных и пеньковых Т. относится мешковая и паковочная Т.

Шелковые Т. Благодаря высоким природным свойствам шелка при изготовлении шелковых Т. применяются почти все виды переплетений, начиная от простых и кончая сложноузорчатыми, за исключением переплетений, не свойственных шелковым Т. Разнообразие сортов шелковых Т. вызывается теми же основными причинами, о к-рых было сказано много раз. По материалам шелковые Т. подразделяются на чистые и смешанные. Чистые шелковые Т. в свою очередь подразделяются на 2 главных сорта: на Т., изготовляемые из сырцовых шелковых греж, и Т., изготовляемые из крученого шелка. Это подразделение Т. дает возможность вырабатывать их в различных сортах и по различным ценам. Шелковые Т. красятся полотном и шелком. Высшие сорта шелковых Т. изготовляются преимущественно из шелка крученого, предварительно вареного и окрашенного. Из шелковых Т. с гроденаплевым (тафтяным) переплетением известны: тафта, чесуча, канаус, фай, фанза; с атласным переплетением—разнообразные либерти, атласы и сатины; с ворсовым переплетением—плюш и бархат. Из типа Т. саржевого переплетения известны саржа подкладочная, радоме, сюра; из жаккардовых—дама́. По шелковым Т. в настоящее время установлена также номенклатура, регулирующая выработку Т. по определенным сортам и техническим или заправочным данным.

Угарные Т. Проблема замены натуральных волокнистых материалов, в частности хлопка, более дешевыми суррогатами возникла давно, с момента начала крупного бумагопрядильного производства. Недостаток основного вида сырья (хлопка) поставил перед бумагопрядильным производством вопрос полной утилизации угаров в пряжу и выработки из этой пряжи ткани соответствующих видов или типов. Т., сработанные из пряжи, изготовленной из хлопковых угаров, угаров с примесью хлопка или других текстильных материалов в их натуральном виде, называются угарными. В том случае, когда к угарам или хлопку прибавляют шерсть, сработанную пряжу и Т. называют вигоневыми. Нередко угары или хлопок в крашеном виде смешивают с некрашеными угарами или хлопком, и вырабатываемую пряжу и Т. называют меланж. Одновременно с этим перед текстильной пром-стью встал также вопрос об утилизации шелковых, льняных и шерстяных угаров, дешевой шерсти и т. п. Т., сработанные из угарной пряжи, представляют довольно значительную группу одежных Т. Эта группа играет значительную роль, заменяя собой дорого стоящие шерстяные ткани, используя низкие сорта хлопка и угаров. Выработка этого типа ткани достигла большого совершенства, приближая их по виду к шерстяным. Т. этого типа вырабатываются из ровных номеров основы (24; 16/2; 32; 32/2) и низких номеров утка (3,5; 6; 8; 10; 12); они очень плотны, обычно саржевого, диагонального или сатинового переплетения. Наиболее ходовыми Т. являются: бумажные сукна; тяжелые одежные молескины, сработанные из цветной пряжи серого или темносерого цвета, получаемого при смешивании хлопка или угаров, окрашенных в черный цвет с бо́льшим или меньшим количеством неокрашенных угаров или хлопка; одежноплательные (фланели с двусторонним начесом, крашеные бумазеи с односторонним начесом, крашеные и набивные двусторонние буксины и т. п.); Т., сработанные дешевым угарным утком; бумазеи и диагональ угарные, колумбия, вигонь, сукно-вигонь угарное, трико брючное и т. п. Наиболее типичные сорта этой группы вырабатываются сл. образом: диагональ из разных номеров пряжи основы и утка: основа 24 и уток 20 или основа 24 и уток 6, в гладком крашении, костюмная и одежная Т. Сукно вигоневое—из основы 24 и вигоневого утка 9; молескин сукно угарное—из основы 24 и 6 или утка 8. Бумазея—основа 24 и уток 8, саржевого переплетения, начесана с изнанки, фланель—из основы 24 и утка 4, начесана с двух сторон, набивная. Из шелковых угарных Т. следует упомянуть Т., изготовленные из пряжи бурдесуа или шапп, сработанной из брака шелковых коконов и разных шелковых угаров. Вследствие высоких природных качеств шелка Т., сработанные из угарной пряжи, также очень высокого качества. Угарная пряжа поступает в ткачество в двух видах: крученом и некрученом; первая называется бурдесуа, а некрученая—шапп. Т., выработанные из угарных основы и утка или только одним угарным утком, следующие: полотно—из основы бурдесуа 200/2 суровой и утка бурдесуа 200/2 сурового, кашемир—из основы гренадин 28/30 и утка бурдесуа 200/2; сатин—основа 28/30 крашеная привесная и уток бурдесуа 200/2 крашеный привесной. Флорентин—основа грежа 13/15 сырец, уток бурдесуа 200/2 суровый.

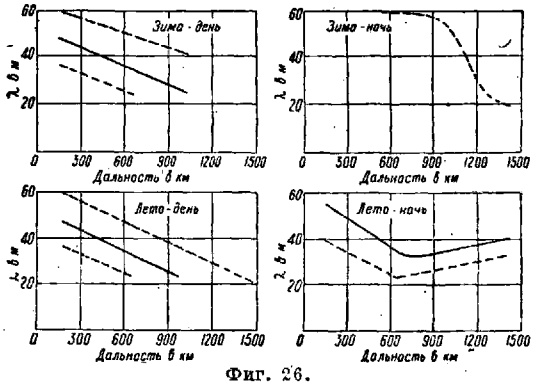
Штучные Т. представляют собой довольно большое разнообразие всевозможных хл.-бум., льняных, шерстяных и шелковых Т., составляющих группу штучных изделий, в к-рую входят носовые и головные платки, простыни и полотенца, скатерти и салфетки, одеяла и пле-

передатчика в 10 kW; фиг. 23 соответствует условиям полной освещенности, а фиг. 24—полной темноты на всем пространстве между передатчиком и приемником. Из фигур ясно видны зоны ослабления приема, к-рые превращаются в зоны молчания только днем, при волнах короче 15 *м* ($f > 20\,000$ kHz). Пунктирные линии не выведены из опытных данных, а лишь экстраполированы. Для примера: пусть потребуется перекрыть расстояния 1 000÷2 000 *км*; отыскиваем на графиках такую волну, максимум слышимости которой находился бы вблизи середины заданного диапазона расстояний, т. е. ок. 1 500 *км*: таковой напр. для дневных условий связи (фиг. 23) оказывается $\lambda \cong 25$ *м* (f=12 000 kHz). Четвертый график (фиг. 25) иллюстрирует конечные выводы из весьма обстоятельной работы Прескотта [37], резюмирующей богатый материал дальних наблюдений,—во всех странах света,—слышимости сигналов 10 kW-ной радиостанции в Скенектеди фирмы *Дженераль Электрик Компани*. На этом графике нанесена оптимальная длина волны, соответствующая каждому расстоянию. Эта наивыгоднейшая λ будет различной в зависимости: 1) от распределения освещенности на участке между передатчиком и приемником, 2) от главного направления соответствующей линии связи З.—В. или С.—Ю. Преобладающее влияние в этих кривых имеет направление между передатчиком и приемником,—именно при связи С.—Ю.



Фиг. 25.

следует применять более короткую волну, чем при связи по направлению В.—З. Это объясняется (автором) не действием земного магнитного поля, а влиянием распределения освещенности: при связи по параллелям периоды времени одновременной освещенности и на передатчике и на приемнике, находящихся на больших расстояниях друг от друга, всегда бывают сравнительно короткими, в то время как эти же периоды времени при связи по меридианам всегда бывают очень длительными. Вследствие этого при связи по параллелям в общем не весь участок передачи подвергается сильному солнечному облучению, а при связи по меридианам весьма часто имеет место такая сильная ионизация всего пространства между передатчиком и приемником. По фиг. 25 возможно выбрать наивыгоднейшую волну в ф-ии расстояния для дальней связи; кривая *1* соответствует связи по меридианам днем; кривая *2*—связи по параллелям днем; кривая *3*—связи по меридианам для времени суток, включающего 50% дня и



Фиг. 26.

50% ночи; кривая *5*—связи по параллелям для того же времени суток; кривая *4*—связи по меридианам для времени суток, включающего 50% ночи и 50% дня; кривая *6*—связи по параллелям для того же времени суток; кривая *7*—связи по меридианам ночью и кривая *8*—связи по параллелям ночью. Пятый график (фиг. 26) суммирует опыт английских военных радиостанций в Китае в 1927/28 г. [38]; применявшиеся радиостанции имели диапазон волн 20÷60 *м* ($f = 15\,000 \div 5\,000$ kHz), передатчики были с первичной мощностью 100÷300 W и перекрывали расстояния от 100 до 1 800 *км*. Представленные на фиг. 26 графики дают наивыгоднейшую полосу волн в ф-ии расстояния для ближней связи для четырех случаев передачи: зимой днем, зимой ночью, летом днем и летом ночью. На каждом из графиков нанесены: сплошной линией наивыгоднейшая волна, а пунктирными линиями — верхний и нижний пределы длин волн, допускающих установление еще достаточной радиосвязи. Обращает на себя внимание то обстоятельство, что дневные волны для лета и зимы весьма мало отличаются одна от другой; т. о. Идс [38] пришел к выводу, что для случая дневной передачи связь между наивыгоднейшей волной и расстоянием м. б. представлена линейным ур-ием

$$\lambda = 0{,}029\,(1{,}800 - d),$$

причем d—в *км*, а λ—в *м*. При этом мощность передатчика не влияет на значения сплошной линии; она определяет лишь расстояние между обеими штриховыми линиями,—именно повышению мощности соответствует расширение допустимой полосы волн. Для времени, соответствующего темноте, верхней пограничной волны не было найдено; если таковая вообще и существует, то она лежит выше $\lambda = 60$ *м* ($f < 5\,000$ kHz).

III. Ультракороткие волны. О распространении ультракоротких волн см. *Ультракороткие волны*. Обобщенная теория распространения всех вышеперечисленных категорий электромагнитных волн, а также расчетные формулы напряженности поля их см. *Электромагнитное поле*.

Прием электромагнитных волн · [46]. I. Антенны. В Т. в. ч. почти всегда (за исключением лабораторных измерений и других очень немногих случаев) энергия распространяющихся волн извлекается из электромагнитного поля последних в целях дальнейшего преобразова-

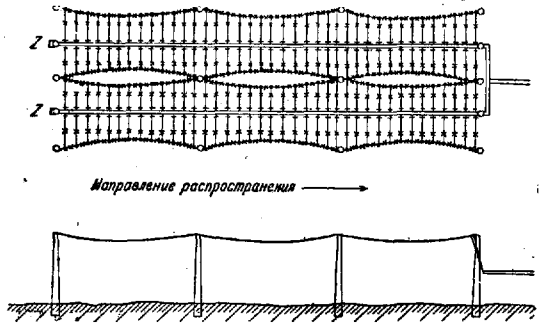
ния ее в радиоприемнике с помощью п р и е м н ы х антенн. Физич. представление о процессе приема электромагнитных волн, расчет напряжения, получающегося в приемной антенне, максимальной захваченной ею энергии и баланс последней в приемной антенне см. *Излучение и прием*. Приемные антенны разделяются: 1) по конфигурации—на открытые и замкнутые (сравнение их см. *Замкнутая антенна*); 2) по колебательной характеристике—на резонансные и апериодические; 3) по назначению—на антенны для профессионального приема и антенны для приема радиовещания (радиолюбительские, вернее радиослушательские). Открытые антенны используются при приеме всех назначений коротких волн и для радиовещательного приема длинных волн; замкнутые виды антенн применяются гл. обр. при профессиональном приеме, в частности при *многократном приеме* (см.), в форме *гониометров* (см.), *рамок* (см.), контурных антенн (см. *Замкнутая антенна*); см. также *Кардиоидные схемы*. При радиовещательном приеме наряду с открытыми наружными антеннами разных форм широко используются также *комнатные антенны* (см.) и *суррогатные антенны* (см.). В приемных антеннах открытого типа в качестве эквивалента второй половины *диполя* (см.) *заземление* (см.) применяется значительно чаще, чем *противовес* (см.); последний более всего встречается в военных радиостанциях и вообще передвижных, работающих с радиосетью открытого типа; при установках приемных антенн часто применяется *грозовой переключатель* (см.); см. также *Громоотвод* в р а д и о т е х н и к е.

Особую, отличную от всех поименованных категорию составляет *волновая антенна* (см.),



Фиг. 27.

широко применяемая, особенно в Америке, для целей профессионального, гл. обр. многократного, приема как для длинноволнового, так и коротковолнового. Эта антенна, предложенная Бевереджем, в своем коротковолновом варианте [39] представляет собой системы горизонтальных диполей aa', bb', cc'... (фиг. 27), питающих пару параллельных проводников. Последние составляют линию канализации тока радиочастоты и замкнуты, так же как и волновая антенна для длинных волн, на сопротивление, равное волновому сопротивлению линии $\left(Z=\sqrt{\frac{L}{C}}\right)$, с одного конца; с другого же конца к ним присоединяется линия с той же характеристикой, идущая в здание, в к-ром находятся замкнутые колебательные контуры и усилители. На практике такие антенны обычно конструируются попарно и соединяются параллельно, образуя уширенную систему антенны (broadside) из двух таких направленных антенн, еще более является апериодической. Для дуплексной работы приемной станции (т. е. для приема во время передачи—см. *Центры* р а д и о т е л е г р а ф н ы е) такие антенны применяются группами с целью уравновесить влияние местного передатчика; они питают одну и ту же линию одновременно, причем волновое сопротивление линии устраивается во столько раз меньшим волнового сопротивления антенны, сколько антенн работает одновременно. Такой принцип



Фиг. 28.

канализации токов радиочастоты к приемнику от удаленной на нек-рое расстояние антенны оказался весьма рациональным для борьбы с действием замирания коротких волн. Такая система использует свойства пространственности или локализованности замираний: антенны, расставленные на дистанции ок. 300 *м*, подвергаются этому явлению обычно в различные моменты времени. Сигналы от каждой подобной антенны усиливаются и выпрямляются отдельным приемником, после чего происходит сложение эффектов отдельных антенн; поэтому ослабление тока в одной или даже двух антеннах не вызывает исчезновения сигнала, как это часто имеет место при обычном приеме коротких волн. Эффективность этого метода наглядно следует из фиг. 29, представляющей отрезки ондуляторной



Фиг. 29.

ленты с сигналами, принятыми в США от португальской станции на $f=19\,180$ kHz, отдельно от каждой из антенн (A, B, C) и суммарно. Такой способ приема, являющийся одним из новейших, называется системой с разносом антенны (diversity system); такие антенны имеют ясно выраженное направленное действие (см. *Направленное радио*), ориентированное вдоль линии питания диполями.

II. П о м е х и р а д и о п р и е м у. В приемных антеннах всех видов, а также и в связанных с ними радиоприемниках весьма часто воз-

ды и т. п. Тканые изделия этой группы вырабатываются различными переплетениями (гроденаплевым, саржевым, атласным, мелкоузорчатым, сложным и жаккардовым); в суровом, отбеленном, цветном и набивном видах, с каймами и бахромой, различных размеров—длины и ширины. Изготовление штучных Т. производится в двух видах: 1) из специальных сортов суровья и 2) в виде определенных изделий. Из хл.-бум. штучных Т. главное место занимают головные платки. Головные платки (набивные) вырабатываются из миткаля шириною 89; 95,5; 100; 106,5; 124 *см* в суровье при № 32 основы и № 38 утка с плотностью основы 52, 64, 72, 80 и утка 48, 64, 72 и 80 нитей на 1 дм. Полотенечная Т. вафельная (отбельная) вырабатывается из суровья в 64,5 и 49,5 *см* ширины, из основы № 24 и утка № 8 при плотности 62 и 58,5 нитей по основе и 42 и 48 по утку на 1 дм. Бязь отбельная простынная изготовляется из бязи в 142 и 172 *см* шириной в суровье, из № 24 по основе и № 16 по утку, при основной плотности 64 и уточной 60 нитей на 1 дм. Одеяла как самостоятельная Т. вырабатываются байковые с каймой и без каймы, пикейные и т. п. длиной и шириной в готовом товаре 200×140 *см* из пряжи—по основе № 32 и утку № 38 и 3 при различной плотности. Наиболее разнообразный ассортимент штучных Т. представляют льняные изделия; из них скатерти и салфетки цветные вырабатываются из пряжи—основа № 20, 24, 30 и утка № 20, 24, 36, при основной плотности 40, 45, 55 и уточной—45, 50, 65 нитей на 1 дм. С такими же расчетами вырабатываются скатерти и салфетки белые, подножные, скатерти и салфетки белые камчатные. Полотенца махровые длиной 1,78 *м*, шириной 47 *см*, вырабатываются из пряжи—основа № 24/2 бумажная и 24/2 льняная, уток № 3 льняной, при плотности по основе 22 нити в первом случае и 44—во втором и утка 55 нитей и т. п. Из шерстяных штучных Т. следует отметить шерстяные платки под набивку: Т. для платков вырабатывается кашемировым переплетением при ширине готовой Т. в 83, 98 и 152 *см*, из основы—шерсть саксонская № 45/1 при плотности основы на 1 *см* 20,0; 19,2 и 19,0 нитей. Из утка—шерсть саксонская № 50/1 при плотности на 1 *см* 22,0 нити и т. п.

Т. специального назначения—см. *Ткань техническая*.

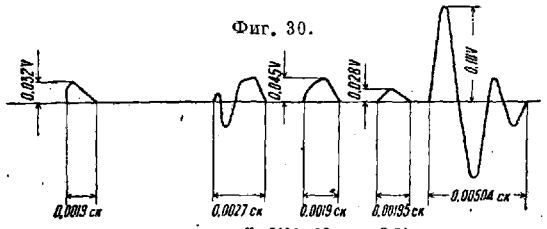
Около 40 лет назад перед текстильной пром-стью выдвинулся новый вопрос—о производстве из дерева (целлюлозы—клетчатки) пряжи и Т. взамен хлопка, льна, джута и других волокон. Эта проблема большого экономич. значения и производственного интереса уже решена положительно и практически. Наука и техника выработали два главных типа методов получения пряжи и Т. из клетчатки: 1) растворение целлюлозы или ее производных в разных жидкостях и вытягивание нити, осушая растворы, и 2) прядение узких полосок бумаги, полученных на писчебумажной самочерпательной машине, полученных не обрезом, а формированием на этой же машине. Первый метод дал блестящие результаты: получилось волокно, названное искусственным шелком, довольно крепкое, красивое и блестящее. Второй метод дал хорошие результаты и дает большие надежды. По этому методу получился новый вид пряжи и Т.—бумажномассные Т.

Т. из искусственного шелка. На производство Т. из искусственного шелка идут следующие виды этого шелка: шелк шардоне, медно-аммиачный, вискозный и ацетатный шелка. По степени распространения и применения на первом месте стоит вискозный шелк. В настоящее время ткани из искусственного шелка стали доступны в такой же степени, как из хлопка, шерсти и т. п. Производство Т. из искусственного шелка получило довольно широкое развитие. Искусственный шелк сравнительно мало эластичен, Т. из него благодаря гладкой поверхности не задерживают пыль и долго остаются чистыми, что указывает на необходимость выбора искусственного шелка, соответствующего назначению Т. Из искусственного шелка вырабатываются Т. как в чистом своем виде, так и в сочетании с натуральным шелком, хлопком и шерстью; в чистом виде вырабатываются всякого вида подкладочные Т. для пальто, рукавов, головных уборов; он служит также материалом для выработки мебельных Т. большой плотности типа «дамасе», к-рые идут для занавесей и обивки мебели. Искусственный шелк в соединении с хлопком применяется в жаккардовых хл.-бум. Т. с крупным узором в виде утка; в виде утка искусственный шелк также применяют при выработке Т. типа крепа и др. Кроме того целый ряд хл.-бум. Т. с рисунками в полоску по основе вырабатывается с просновками этих полос рисунка также из искусственного шелка. Блеск искусственного шелка в соединении с тусклым волокном хлопка создает особый эффект Т. Что же касается недостаточной прочности искусственного шелка в мокром состоянии, то в сочетании с хлопком он обнаруживает сравнительно большую прочность. В шерстяных Т. искусственный шелк применяется в виде вистры, к-рая смешивается с натуральной шерстью и идет на приготовление пряжи для Т. разного назначения. Соединение искусственного шелка с натуральным нашло в настоящее время широкое применение; натуральный шелк дополняется в Т. искусственным как для цвета, так и для усиления блестящего эффекта.

Бумажномассные Т. изготовляются из ксилолиновой и сильвалиновой пряжи. Производство ксилолиновой и сильвалиновой пряжи происходит по двум различным способам, но в общем они сводятся к получению писчебумажных ленточек, к-рые крутятся и превращаются в особый род пряжи. Иногда для крепости вместе с писчебумажной ленточкой сучится и хл.-бум. нить для получения более крепкой писчебумажной пряжи. Бумажномассные Т.—продукт пром-сти, совершенно молодой, новой. Ее зарождение надо считать с 1902 г. когда появились из этих Т. первые изделия. Бумажномассное волокно дает пряжу от 3 до 13 метрич. номера. Бумажномассные Т. не отличаются особой гибкостью; перед тканьем пряжа не шлихтуется; затруднений при обработке пряжи никаких не встречается. Нити совершенно гладки, без узлов и потому в работе не рвутся. Окраска пряжи ведется в ролах, когда материал пряжи—целлюлоза—еще находится в виде полумассы. Т. этого рода хорошо набиваются цветными узорами подобно хл.-бум. Т. Бумажномассные Т. при сильном намокании теряют свою крепость, к-рая впрочем после просушки восстанавливается. Т. просеивают лучше, чем Т. джутовые при той же основной и уточной плотности. Ткани не имеют никакого запаха, что представляет значительное преимущество. Бумажномассные Т. изготов-

руемые [1] как «электромагнитные возмущения при радиоприеме, посторонние и налагающиеся на производимые корреспондирующими радиопередающими устройствами». По источникам своего возникновения помехи м. б. разделены на атмосферные (природные) и помехи от различного рода созданных человеком электромагнитных механизмов (man made). Часто к помехам относят и все другие виды мешающих радиоприему явлений, в том числе и те факторы, которые возникают непосредственно в самом приемном устройстве и сказываются так или иначе на конечном воспроизведении сигнала; тогда удобнее иное подразделение их, именно: 1) помехи электрич. происхождения (дальние—атмосферные помехи, помехи от посторонних передатчиков и местные—от различного вида электромагнитных механизмов), 2) помехи механич. происхождения: сотрясения антенной системы, неплотные контакты, сотрясения приемника, 3) помехи акустич. происхождения: микрофонный эффект и др. О помехах местных, электрич. происхождения, механических и акустических и борьбе с ними см. *Экранирование*. *Атмосферные помехи* (см.) м. б. охарактеризованы осциллограммой [40] (фиг. 30) по измерениям 1929 г. Природа таких помех объясняется теперь по одной теории [41] действием, распространяющимся по всему земному шару, электромагнитных возмущений от молний; по другим воззрениям [42] атмосферные помехи обязаны своим происхождением электронам, исходящим от солнца и образующим вихревые токи в слое Хевисайда.

Фиг. 30.



Помехи от посторонних радиопередатчиков в настоящее время, когда ранее строившиеся искровые передатчики интенсивно заменяются ламповыми, почти всегда вида незатухающих колебаний. Сводка главных категорий помех этого вида приведена в табл. 4. Так как дальние помехи электрического происхождения находятся вне возможностей устранения их, то необходимо при приеме использовать все, что можно, для ослабления их мешающего действия. И теория и практика указывают, что для достижения этой цели следует выбирать по возможности высокие несущие частоты и возможно высшую избирательность приемника по частоте и по направлению [47]. Выбор частоты f_0 регулируется обычно международными соглашениями (см. *Частота* и *Несущая волна*). В повышении избирательности приемника по частоте предел ставится необходимостью пропустить определенную узкую полосу частот: при телеграфии—ок. 50 Hz (см. *Быстродействующие радиопередача и радиоприем*), при телефонии—несколько kHz. А т. к. атмосферные помехи равноценны передатчику, излучающему б. или м. сильно все частоты от 0 до ∞, причем сила мешающего действия помех тем больше, чем шире относительно область боковых частот $\left(\frac{f_0-f_1}{f_0}\right)$, то ясно, что на устройства для приема радиотелефонии помехи, в частности атмосферные, действуют значительно сильнее, чем на таковые же для телеграфных сигналов. Для улучшения условий приема остается применение избирательности по направлению: приемное устройство, отзывающееся только на волны, приходящие по определенному направлению, будет подвержено помехам, распространяющимся также только лишь по этому направлению (см. *Направленное радио*).

Табл. 4.—Сводка возможных помех радиоприему от посторонних радиопередатчиков [в предположении квадратичной характеристики *детектора* (см.)] [3].

Включение приемника	Род передачи мешающего передатчика	В приемнике возникают напряжения радиочастоты	В приемнике возникают напряжения на выходе приемника (звуковой частоты)	
			желательной	мешающей
Прием модулированных сигналов без *биений* (см.) *1	Незатухающими колебаниями (A_1)	f_0, f_1, f'_0	f_0-f_1	f'_0-f_0 f'_0-f_1
Прием модулированных сигналов без биений *2	Тональная (A_2)	f_0, f_1, f'_0, f'_1	f_0-f_1	f'_0-f_1 f'_0-f_0 f'_1-f_1 f_0-f_1 f_1-f $2(f'_0-f'_1)$
Прием помощью биений *1	Незатухающими колебаниями (A_1)	$f_{гет.}$, f_0, f'_0	$f_0-f_{гет.}$	$f'_0-f_{гет.}$ f'_0-f_0
Прием помощью биений *2	Тональная (A_2)	$f_{гет.}$, f_0, f_0, f'_1	$f_0-f_{гет.}$ $f_1-f_{гет.}$	$f'_0-f'_1$ f'_0-f_0 f'_1-f_0 $f_0-f_{гет.}$ $f'_1-f_{гет.}$ $2(f'_0-f'_1)$

Обозначения: f_0—несущая частота корреспондирующего передатчика, f_1—одна из *боковых частот* (см.) корреспондирующего передатчика, f'_0—несущая частота мешающего передатчика, f'_1—одна из боковых частот мешающего передатчика, $f_{гет.}$—частота, генерируемая приемником при *гетеродинном приеме* (см.).
*1 Мешающее действие появляется тогда, когда тона биений попадают в область звуковой слышимой частоты. *2 Сила звука модуляционного тона ($f'_0-f'_1$) мешающего передатчика зависит от расстройки передатчика относительно настройки приемника и от избирательных свойств последнего. Прочие тона биений мешают лишь в случае попадания их в область слышимой частоты.

III. Приемники. Энергия, извлекаемая приемной антенной из поля электромагнитной волны, передается далее радиоприемнику, состоящему в основном из двух главных частей: связанного с антенной колебательного контура (одного или нескольких) и детектора токов высокой частоты с тем или иным индикатором последних (телефон, реле для пишущего или автоматич. устройства, в частности см. *Индикаторы резонанса*). Детекторы м. б. кристаллические (см. *Детектор*), магнитные, электролитические и ламповые (см. *Ламповый детектор*). Эта основная схема дополняется: 1) ламповыми *усилителями* (см.) [высокой частоты—перед детектором; промежуточной частоты (см. *Супергетеродинный прием*) и низкой частоты—

ляются или в чистом своем виде или в сочетании с хлопком, джутом и льняными очесами при грубых и декоративного характера Т. Т. вырабатываются с гроденаплевым, саржевым и мелкоузорчатым переплетениями. Из грубых Т., чистых или смешанных, изготовляются: упаковочные Т., рогожки, маты, коврики, драпировочные Т., Т. для обивки от холода, дешевые шторы, обивка мебели перед покрытием ее хорошей Т., подкладочная Т., кульки для бакалейных товаров и т. п. Кроме грубых Т. изготовляются и более тонкие Т. как самостоятельные, так и с хл.-бум. волокном при хл.-бум. основе. Тонкие Т. идут для изготовления летних костюмов и т. п. Бумажномассные Т., пропитанные асфальтирующими лаками, употреблялись Германией для различных военных потребностей. В настоящее время бумажномассные Т. вошли уже в практику во многих изделиях, напр. портьерах; они значительно дешевле шерстяных и джутовых.

Лит.: Федоров С., Об испытании пряжи, М., 1897; Лапин А. и Шелихов Н., Хлопчатобумажная мануфактура и торговля ею в кооперативах, ч. 1—2, 2 изд., М., 1920; Хлопчатобумажные товары, под ред. Шеханова, М., 1925; Мельников Н., Производство пряжи и ткани из дерева (целлюлозы), СПБ, 1905; Пфуль Э., Бумажно-массные пряжи, пер. с нем., Рига, 1904; Архангельский А., Руководство по товароведным исследованиям, ч. 1, 3 изд., М.—Л., 1929; Товароведение, под ред. Я. Никитинского и П. Петрова, т. 3, М.—Л., 1924; Промышленность и техника, т. 8, Обработка волокнистых веществ, 3 изд., СПБ, s. a.; Номенклатура изделий текстильной пром-сти, вып. 1—4, М., 1920; Schradin G., Garne u. Stoffe, 8 Aufl., Stg., 1927; Naupert A., Textile Warenkunde in Wort u. Bild, B., 1927; Hough W., Encyclopedia of Cotton Fabrics, 4 ed., Manchester, 1927; Berson M., Dictionnaire général des tissus, Lyon, 1856.

С. Молчанов.

ТКАНЬ ТЕХНИЧЕСКАЯ, одна из составных частей механизмов или приборов, применяемая в пром-сти и в с. х-ве. Специальные требования к качеству и специфичность назначения Т. т. определяют ее структуру и состав. В зависимости от назначения Т. т. вырабатывается из хлопка, шерсти, шелка, льна, асбеста и пр. С целью предохранить Т. т. от быстрого разрушения или для придания ей необходимых свойств последнюю подвергают химич. обработке, пропитывают или покрывают соответствующим слоем.

Т. т. применяются почти всеми отраслями пром-сти: текстильной (саржа для кардоленты, технич. сукна), лисчебумажной (технические сукна), электротехнической (изоляционный кембрик, шланги, асбестовая лента), авиационной (парашютная лента, корд, ткань для крыльев, ангарная палатка), автомобильной (корд, дерматин, шнуры, прокладки, тормозная лента), металлообрабатывающей (бесконечные ремни, шнуры), химической (фильтровальные хлопчатобумажные и асбестовые ткани), резиновой (бельтинг), сахарной, фарфоровой и производством пластических масс, фильтроткани, полиграфической (клеенка), банно-прачечным хозяйством (асбестовая ткань), рыболовным хозяйством (снасть), пожарным хозяйством (рукава, брезент, асбестовые ткани), в медицине (клеенка), в военном деле (различные ленты, непромокаемые ткани и пр.), в обувном деле (стабилиновая ткань, дерматин), в чертежном деле (калька), в с. хозяйстве (сноповязальная ткань, лента, мешечная ткань); всеми видами транспорта, угольной, металлургической, стекольной промышленностью и в особенности с. хозяйством употребляются различные хл.-бум., шерстяные, льняные ремни, транспортерные ленты и пр.

В противоположность тканям широкого потребления Т. т. просты по внешнему виду и несложны по переплетению, к ним предъявляются повышенные требования в отношении точности соблюдения различных технич. условий. Технич. условия предъявляются не только к тканям в готовом виде, но и к полуфабрикатам, идущим на изготовление Т. т. Разделяются Т. т. на 2 группы: 1) ткани тяжелого типа, сработанные из крученой пряжи (автокорд, корд-бреккер, автопнев, чефер, бельтинг, сноповязальное полотно, палатка, приводные ремни, прессукно, транспортеры, брезент, пожарный рукав и пр.); они требуют для своего изготовления специального крутильного и ткацкого оборудования; 2) ткани легкого типа из однониточной или с небольшим числом концов в крутке пряжи перерабатываются на обычном оборудовании, но по сравнению с тканями широкого потребления имеют измененную заправку; сюда относятся кембрик, саржа, молескин, доместик, перкаль, технич. батист и пр. Вследствие небольшой плотности Т. т. тяжелого типа, выработанных из пряжи низких номеров, потребление пряжи на 1 ткацкий станок повышается и доходит до 450 *кг* (автокорд) за 21 час работы против 8 *кг* при выработке гражданских тканей. Ф-ка по выработке Т. т. тяжелого типа характеризуется сравнительно небольшим количеством ткацких станков тяжелого типа, небольшим количеством прядильных веретен, весьма значительным приготовительным к ткачеству отделом, а также большим потреблением сырья и полуфабриката. При процессе обработки хлопка необходимо предусмотреть в прядении следующие основные положения: тщательную сортировку по длине, крепости и сорности волокна, равномерность смески, усиленное разрыхление и очистку от посторонних примесей без физич. повреждения волокна. Указанные операции достигаются установкой четырех питателей типа Сакко-Лоуель, работающих на одну падающую решетку, автоматич. питателя, соединенного с перкупайнером, имеющим барабан типа Шерли, затем располагают 1—2 вертикальных опенера (Крейтона), выключаемых в отдельности или оба сразу для подачи хлопка непосредственно из перкупайнера к горизонтальному чистителю (Клинер) типа Сакко-Лоуель. После пыльной коробки идет подача к конденсатору, затем на дистрибютор Мортона с питателями однопроцессных трепальных машин. Распределяющие желобки дистрибютора автоматически связаны с уравнительной доской питателей трепальных машин. Однопроцессная трепальная для низких номеров 7—10—12 состоит из: автоматич. питателя, одного барабана Буклей, одного трепала, промежуточного питателя и трепала со скатывающим прибором. В чесальном отделе применяется кардмашина типа Шерли, ленточные, банкаброши (толстые, перегонные и тонкие); в прядильном отделе—исключительно кольцевые ватеры с большой паковкой, для пряжи № 7—12 — кольцо ⌀ 3″, подъем 9″, расстояние между веретенами $4^1/_2$—$5^1/_8$″, скорость веретен 6 500—7 000 об/м.; ватеры снабжаются подвижными нитеводителями с целью уменьшения обрывности от больших баллонов при больших паковках. Прядение—из толстой ровницы с применением приборов высокой вытяжки Казабланка. Пряжи №№ 16—23—на кольцевых ватерах, кольцо ⌀ 2—$2^1/_4$″, подъем $7^1/_2$″, расстояние между веретенами $3^1/_4$—$3^1/_2$″, скорость веретен 8 000—8 500 об/м., ватеры с приборами Казабланка. Размотка на быстроходных машинах типа Лиссона № 60 с линейной скоростью 500 об/м. Крутка на крутильных кольцевых ватерах типа Сакко-Лоуель (табл. 1).

Смазка колец постоянная, автоматическая помощью смачивающего фитиля. Кручение производится с крейцшпуль, чем достигается равномерность натяжения нитей—одно из главных

после детектора]; 2) *фильтрами* (см.) разных типов; 3) *промежуточными контурами* (см.). Обязательным элементом каждой конструкции приемников являются комбинации *катушек самоиндукции* (см.) [в частности *вариометров* (см.)] и конденсаторов (см. *Электрический конденсатор*) постоянной или переменной емкости; этими комбинациями предусматривается возможность плавного изменения частоты контуров. Часто, особенно в коротковолновых приемниках, устраивается переменная связь между антенной и замкнутым колебательным контуром. В зависимости от цели и назначения радиоприемной аппаратуры последняя м. б. разделена в основном на два класса: 1) радиовещательные приемники (ранее назывались «радиолюбительские»), предназначенные для приема радиовещательных телефонных станций широким кругом радиослушателей; 2) профессиональные приемники, назначение к-рых—прием (большей частью телеграфный) правительственной и коммерческой корреспонденции. К последнему классу следует отнести группы приемников специального назначения, напр. самолетных (см. *Самолетная радиостанция*), судовых (см. *Судовая радиостанция*), для приема в поездах (см. *Поездное радио*), военных и экспедиционных (см. *Ламповый приемник*, Приемники для военных и экспедиционных целей) и т. д.

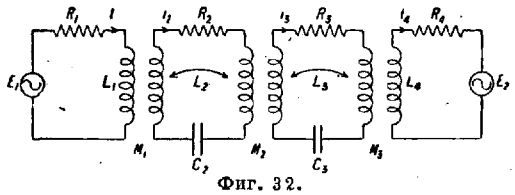
Профессиональная радиоаппаратура. Профессиональная приемная аппаратура принадлежит вся без исключений к группе



Фиг. 31.

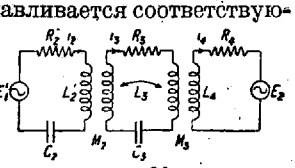
ламповых приемников. В ст. *Ламповый приемник* (см.), раздел Коммерческие приемники, приведены основные схемы устройств и типичные конструкции таких приемников для длинноволнового диапазона. Поэтому далее излагается только: 1) примерный метод расчета (до усилительной части) таких сложных радиоприемных устройств (длинноволновых) и 2) схема, конструкция и описание лучшего советского приемника типа ПЦКУ для профессиональной связи в коротковолновом диапазоне, выпускаемого электрослаботочной пром-стью.

Пусть приемная радиостанция, предназначенная для многократного однонаправленного приема, осуществляет последний по схемам гониометра и кардиоидной схеме, реализованным совместно по фиг. 31. Энергия электромагнитных колебаний воспринимается системой приемных антенн: замкнутой (гониометр) *IV* и открытой (*C*, *R*). Электродвижущая сила, индуктирующаяся в открытой антенне, создает на сопротивлении *R* напряжение, действующее на сетку лампы связи *I*. Если приемников несколько, то каждый из них имеет свою собственную лампу связи (см. *Гониометр*, фиг. 12), причем открытая антенна и сопротивление являются общими для всех приемников. Далее колебания из анодного контура *I* передаются с помощью



Фиг. 32.

индуктивной связи (см.) в фазирующий контур *II*. Роль фазирующего контура заключается в том, чтобы возбудить в настроенном контуре *III* искателя ток, совпадающий по фазе с током, индуктируемым в этом контуре гониометром *IV*. При равенстве амплитуд этих токов, осуществляемом соответствующим подбором величины индуктивной связи между фазирующим контуром и настроенным контуром искателя, получается реализация диаграммы направленности в форме кардиоиды, т. е. для получения однонаправленного приема. Направление на принимаемую станцию устанавливается соответствующей ориентировкой подвижной катушки (искателя) гониометра. Многократность приема обусловлена тем, что как открытая антенна, так и гониометр выбираются апериодическими. Выделение данной принимаемой станции производится только в соответствующем настроенном контуре искателя.



Фиг. 33.

Для вывода [16] расчетных ф-л схема фиг. 31 последовательно заменяется ее эквивалентами (фиг. 32 и 33), причем на фиг. 33

$$E'_1 = E_1 \frac{\omega M_1}{Z_1}, \qquad (14)$$

$$R'_2 = R_2 + \frac{\omega^2 M_1^2}{Z_1^2} R_1, \qquad (15)$$

$$L'_2 = L_2 - \frac{\omega^2 M_1^2}{Z_1^2} L_1. \qquad (16)$$

Ур-ия Кирхгофа (равновесия эдс) для схемы фиг. 33 после ряда преобразований дают:

$$i_3 = \frac{E_1 \beta\gamma}{\sqrt{(R_3+\gamma^2 R'_2+\psi^2 R_4)^2+\left[\omega(L_3-\gamma^2 L'_2 y'_2-\psi^2 L_4)-\frac{1}{\omega C_3}\right]^2}} \cdot e^{i(\omega t-\varphi_1+\varphi-\varphi'_2-\varphi'_3)} + \frac{E_2\psi\cos\alpha}{\sqrt{(R_3+\gamma^2 R'_2+\psi^2 R_4)^2+\left[\omega(L_3-\gamma^2 L'_2 y'_2-\psi^2 L_4)-\frac{1}{\omega C_3}\right]^2}} \cdot e^{i(\omega t-\varphi_1-\varphi'_3)}. \qquad (17)$$

В этой ф-ле введены следующие обозначения:

$$E_1 = E \cdot h_{д\ откр.\ ант.},\quad E_2 = E \cdot h_{д\ замкн.\ ант.},$$

$$\beta = \frac{\omega M_1}{Z_1},\quad \gamma = \frac{\omega M_2}{Z'_2},\quad \psi = \frac{\omega M_3}{Z_4},\quad y'_2 = 1 - \frac{\omega'^2_2}{\omega^2},$$

причем E—напряженность поля сигнала, $h_д$—действующая высота антенны, а через φ_1 и т. д. обозначены фазовые углы соответствующих контуров эквивалентной схемы, например

$$\varphi_4 = \arccos \frac{R_4}{Z_4} = \arcsin \frac{\omega L_4}{Z_4}.$$

Настраивая контур *III* в резонанс с частотой ω воспринимаемых (желательных) сигналов

Табл. 1.—Крутка пряжи для технических тканей.

Порядок крутки	Диам. кольца	Высота подъема	Расстояние между веретенами	Скорость веретена, об/м.
Первая	$3^1/_2''$	7''	$5^1/_2''$	4 500—5 000
Вторая	$5^1/_2''$	8''	7''	2 600—3 000

условий кручения пряжи для технич. целей. Шлихтовка крученых основ для тяжелых Т. т. не применяется, основы однониточные для легких Т. т. шлихтуются обычным порядком. Сновка производится на специальных сновальных машинах тяжелого типа с фрикционной передачей движения навою; обычная сновальная с барабанной передачей движения сновальным валиком не обеспечивает равномерного и нормального натяжения нитей. Для уменьшения % угара сновку ведут непосредственно со шпулярника на ткацкий навой, с расчетом сновки полного количества нитей основы. Ускорение заправки основы в бердо достигается путем применения открытых гребней по типу сновальной машины Барбер и Кольман. Подходящим типом сновальной машины следует считать тип Холла со скоростью сновки в среднем 50 об/м. Ткачество тяжелых тканей производится на замочных станках тяжелого типа Паркера. Увеличение длины основы на станке достигается введением нескольких сновальных валиков, увеличение длины накатки готового товара (автокорда до 350 *м*, бельтинга до 150 *м*) достигается применением индивидуальных головок, что поднимает кпд ткацкого станка и при пропитке каучука ведет к значительной экономии последнего. Уток подается перемотанным на шляукопсы. При работе тяжелых тканей применяются автоматы со сменой челноков с утком больших паковок типа завода Карльтон и Ноульс. Число ударов станков тяжелого типа при выработке тяжелых тканей 90—115 в мин., станков легкого типа для легких технических тканей—150—225 в мин.

К числу хл.-бум. Т. т. тяжелого типа относятся: а) автокорд—ткань для покрышек шин автомобилей. Условия, предъявляемые к шине, следующие: шина $32\times4''$ держится под давлением 60 англ. фн.; при нагрузке в 1 200 англ. фн. она сдавливается на $^3/_4''$. Корд при проходе 16 тыс. *км* сгибается свыше 6 млн. раз; шины, катящиеся со скоростью 40 миль в час, нагреваются на 42°; повышенная прочность на сопротивление сдвигу требует высоких качеств пряжи. Основа корда—хл.-бум. пряжа № 23/5/3. Обработка корда производится так: куски корда со скоростью 100 *м/мин* поступают в сушильный барабан, оставаясь в нем 9—10 мин. при 80—90°, затем высушенный корд поступает на 4-вальцовый каландр, где промазывается слоем резины при односторонней промазке на 0,48 *мм*, при двусторонней—на 0,21 *мм* с каждой стороны; затем корд режется под углом 45° (угол работы корда в шине) на диагонально-резательной машине; разрезанный корд скатывается в свертки с прокладкой ткани доместик, наконец размеряется точно согласно размеру покрышки и склеивается внахлестку. Пробег нормальной автошины по плохому шоссе, мощеному щебнем,—до 3 175 *км*, по асфальтированной дороге—до 36 095 *км*. Основа для менее ответственного автокорда изготовляется из хл.-бум. пряжи № 15/3/3 или № 7/2/2. б) Бельтинг идет на изготовление шитых хл.-бум. ремней больших мощностей, употребляется: в прорезиненном виде, пропитанным озокеритом или прокрашенным суриком. Бельтинг, идущий для изготовления прорезиненных ремней, изготовляется шириной 112 и 80 *см* из основы и утка № 7/6. Бельтинг, идущий под пропитку озокеритом или прокраску, изготовляется шириной 75 и 107 *см* из пряжи—основы и утка № 7/6. Для изготовления ремней или транспортерных лент бельтинг складывается в зависимости от передаваемого усилия (число слоев 3—14) и прошивается хл.-бум. пряжей на специальных швейных машинах тяжелого типа долевыми строчками на расстоянии 1 *см* друг от друга. В прошитом виде ремни пропитываются. в) Фильтроткань идет для цели фильтрования в сахарной, маслобойной, фарфоровой и других пром-стях. г) Сноповязальный холст—ширина 76,2 *см*, основа пряжи № 12/4, уток 12/3. д) Хлопчатобумажный тканый ремень имеет назначение приводного ремня, изготовляется различных размеров: 25—150 *мм* ширины—ординарный и 75—300 *мм*—двойной. Как для основы, так и для утка применяется хл.-бум. пряжа крученая с большим числом концов. Ткань обладает большой плотностью по основе и утку, отличается многослойностью, вырабатывается на станках тяжелого типа (Р. Холл, О. Мешлер и др.) с числом ремиз 12 и 16. Для изготовления узких размеров (25—29 *мм*) за границей применяют многоручейные станки. В СССР проектируется специальный тип многоручейного станка. Основные технич. данные:

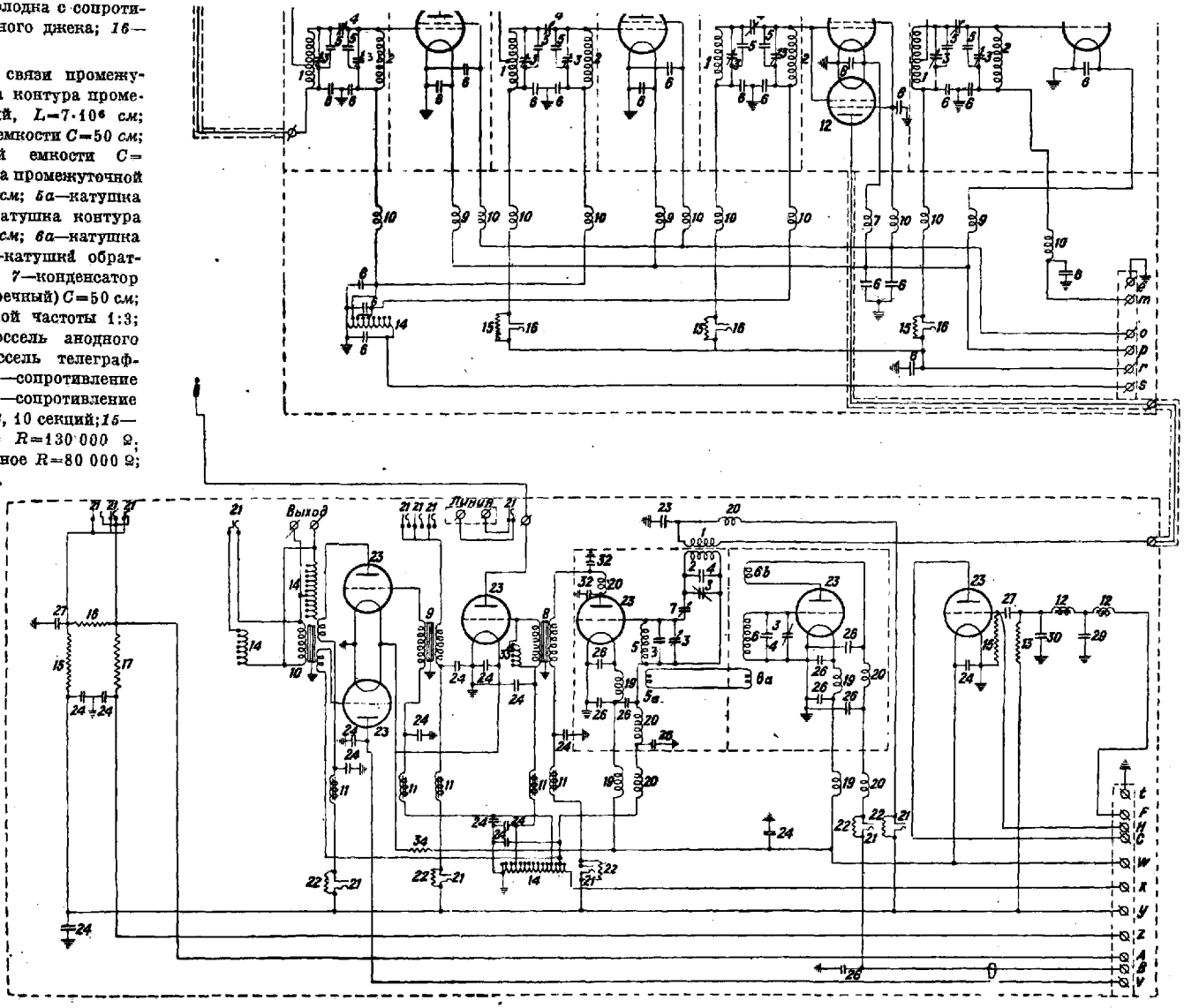
	Ординарные ремни	Двойные ремни
Ширина в *мм*	25—150	75—300
Количество слоев	6	
№ основы и число концов	24/6	24/6
№ утка » » »	16/12	16/14
Плотность по основе на 1 *см*	154	220
» » утку » »	40	50
Крепость на разрыв на 1 $см^2$ сечения в *кг*	300	300

е) Кирза шириной 80 *см* по хл.-бум. основе и утку № 60/4. К легким технич. тканям относятся: а) молескин шириною 125 *см*, основа и уток № 16 (идет в качестве подкладки для изготовления клеенок); б) кембрик шириной 125 *см*, основа 32, уток 24 или 38 (идет как подкладка под клеенку); в) дук шириной 115 и 123 *см*, основа 24/2, уток 16/1 (идет как подкладка под дерматин).

Шерстяные Т. т. бывают чисто шерстяные по основе и утку—прессовое сукно для маслобойных з-дов, и смешанные ремни—шерстяная основа, хл.-бум. уток. Шерстяным сырьем служит гл. обр. верблюжья грива, верблюжья шерсть и овечьи полугрубые шерсти камвольного типа; производят опыты по применению козьей шерсти и человеческого волоса. Все виды шерсти обрабатывают по англ. камвольному способу прядения: из козьей шерсти № 4—5, из верблюжьей и овечьей № 6—7. Шерсть проходит смеску, трепание на американках, замасливание, кардочесание на двух прочесных кардмашинах, ряд гильбоксов со сложением и вытяжкой, гребнечесание на гребенных машинах Нобль (редко Гейльман), снова ряд гильбоксов, затем через приготовительный отдел с числом переходов 5—7 и ряд банкаброшей. Ровницу прядут на кольцевых или рогульчатых прядильных ватерах. Кручение производится как для ремневой, так и для суконной пряжи сл. обр.: № 7 в 7 концов, № 6

=2 000 Ω, 10 секции; *15*—колодна с сопротивлением—шунтом контрольного джека; *16*—гнездо телефонное.

V панель. *1*—катушка связи промежуточной частоты; *2*—катушка контура промежуточной частоты, 7 секций, $L=7\cdot10^6$ см; *3*—конденсатор переменной емкости $C=50$ см; *4*—конденсатор постоянной емкости $C=200$ см; *5*—катушка контура промежуточной частоты, 7 секций, $L=7\cdot10^6$ см; *5а*—катушка связи 2-го гетеродина; *6*—катушка контура 2-го гетеродина $L=7\cdot10^6$ см; *6а*—катушка связи 2-го гетеродина; *6b*—катушка обратной связи 2-го гетеродина; *7*—конденсатор переменной емкости (подстроечный) $C=50$ см; *8* и *9*—трансформатор низкой частоты 1:3; *10*—то же 80:13; *11*—дроссель анодного фильтра $L=5{,}1$Н; *12*—дроссель телеграфного фильтра $L=40$Н; *13*—сопротивление проволочное $R=32\,000$ Ω; *14*—сопротивление секционированное $R=2\,000$ Ω, 10 секций; *15*—сопротивление проволочное $R=130\,000$ Ω; *16*—сопротивление проволочное $R=80\,000$ Ω; *17*—сопротивление проволоч. $R=40\,000$ Ω; *19*—дроссель фильтра начала длин. волн $L=3\cdot4\cdot10^6$ см; *20*—дроссель фильтра питания высокого напряжения $L=90\cdot10^6$ см; *21*—гнездо телефонное (джек) ⌀ 5,5 мм; *22*—колодка с сопротивлением—шунтом контрольного джека; *23*—электронная лампа типа УБ-107; *24*—конденсатор постоянной емкости $C=2$ μF; *26*—конденсатор постоянной емкости $C=1$ μF; *27*—то же $C=6$μF; *29*—конденсатор постоянной емкости $C=36\,000$ см (слюдяной); *30*—конденсатор постоянной емкости $C=18000$ см; *32*—конденсатор постоянной емкости $C=1\,000$ см (слюдяной); *33*—сопротивление секционированное $R=100\,000$Ω с переключателем на 10 положений; *34*—колодка с сопротивлен. $R=1{,}35$ Ω.



в 6, № 5 в 5 концов и т. д. а) Прессукно ткут на станках тяжелого типа, оно бывает двойное и ординарное, переплетение—саржа обычная, саржа рассыпная, дюрабль. Назначение прессового сукна—образование пакета с мязгой, помещаемой в пресс, в дальнейшем при прессовании служит дренажирующим слоем, удаляющим масло из мязги. После окончания прессования сукно отдирается от жмыха и снова служит для той же цели. Работа прессукна происходит при крайне тяжелых условиях давления 350—500 *atm* и *t°* 80—150°. От сукна требуется большая эластичность. Прессукно опаливается для придания поверхности гладкого вида. Технич. данные приведены в табл. 2.

Табл. 2.—Технические данные для прессукна.

Показатели	Для открытых прессов			Для полузакр.	Для закрыт.	Допуски, %
	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 1	Тип 3	
Число прядей в основной нити	7	6	5	6	5	—
Число нитей в утках на число прядей в нити	6×7	5×6	5×5	5×6	3×5	—
Число нитей на 100 *мм* по утку	27	30	26	23,5	50	±5
Число нитей по основе	141	165	190	238	235	±3
Крепость полоски 50×200 *мм* в *кг*:						
а) по основе	550	520	610	850	710	−10
б) по утку	510	510	420	350	491	−10

б) Шерстяные ремни для работы в сырых помещениях; их ткут на специальных ткацких станках типа Мешлер (8 и 10 ремизок). В шерстяных ремнях преимущественно из версукна изготовляют из аппаратной шерстяной пряжи и употребляют в качестве бесконечных полотен в бумажной, текстильной и других видах пром-сти.

Асбестовые Т. т.: а) автотормозные тканые ленты шириной 25—100 *мм* из крученой пряжи. Асбест отличается высоким коэф-том торможения и при повышении *t°* не горит. Пряжа для основы и утка № 20 изготовляется с примесью хлопка (10—16%), необходимого в целях увеличения прядильных свойств смески; пряжа крутится с латунной проволокой 0,20 *мм*. б) Асбестовую ткань подобно тормозной ленте ткут из крученой асбестовой пряжи № 20—30, но без проволоки, асбестовую ткань (занавеси в театрах, одежда и пр.) применяют в целях противопожарных. Прядение асбеста производят так: асбест волокна длиной 4—16 *мм* (иногда до 40 *мм*) пропускают через бегуны для разделения на волокна, затем он проходит через крейтон для разрыхления; разрыхленный асбест идет в смеску с хлопком, потом в волчок для перемешивания массы, затем в 2-прочесную кардмашину с выходом ровницы того же номера, что и пряжа, т. к. вытяжки асбестовая пряжа не допускает, потом ровница идет на ватер с дополнительной подкруткой. Пряжу крутят в несколько концов вместе с латунной проволокой для тормозной ленты или без нее (для ткани) на специальном крутильном ватере.

Льняные Т. т. Пожарные рукава—из льняной пряжи обычно сухого прядения; рукава, идущие для прорезинения,—из льняной пряжи мокрого прядения. б) Стабилиновая ткань—ткань, пропитанная стабилином (род клея, применяемого в обувном производстве), шириной 125 и 115 *см* из основы № 6 или 10 и утка № 16 сухого оческового прядения. в) Ремни Пасса служат для целей транспортирования, изготовляются 100—400 *мм* ширины, 6 *мм* толщины из основы № 8/4 сухого оческового прядения. г) Мешковина,

Табл. 3.—Характеристика мешковины.

Название и назначение	Ширина в *см*	Вес 1 *м²* в *г*	№ пряжи, число нитей на 1 *см*			
			Основа	Уток	Основа	Уток

в 6, № 5 в 5 концов и т. д. а) Прессукно ткут на станках тяжелого типа, оно бывает двойное и ординарное, переплетение—саржа обычная, саржа рассыпная, дюрабль. Назначение прессового сукна—образование пакета с мязгой, помещаемой в пресс, в дальнейшем при прессовании служит дренажирующим слоем, удаляющим масло из мязги. После окончания прессования сукно отдирается от жмыха и снова служит для той же цели. Работа прессукна происходит при крайне тяжелых условиях давления 350—500 *atm* и *t*° 80—150°. От сукна требуется большая эластичность. Прессукно опаливается для придания поверхности гладкого вида. Технич. данные приведены в табл. 2.

Табл. 2.—Технические данные для прессукна.

Показатели	Для открытых прессов			Для полузакр.	Для закрыт.	Допуски, %
	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 1	Тип 3	
Число прядей в основной нити	7	6	5	6	5	—
Число нитей в утках на число прядей в нити	6×7	5×6	5×5	5×6	3×5	—
Число нитей на 100 *мм* по утку	27	30	26	23,5	50	±5
Число нитей по основе	141	165	190	238	235	±3
Крепость полоски 50×200 *мм* в *кг*:						
а) по основе	550	520	610	850	710	−10
б) по утку	510	510	420	350	491	−10

б) Шерстяные ремни для работы в сырых помещениях; их ткут на специальных ткацких станках типа Мешлер (8 и 10 ремизок). В шерстяных ремнях преимущественно из версукна изготовляют из аппаратной шерстяной пряжи и употребляют в качестве бесконечных полотен в бумажной, текстильной и других видах пром-сти.

Асбестовые Т. т.: а) автотормозные тканые ленты шириной 25—100 *мм* из крученой пряжи. Асбест отличается высоким коэф-том торможения и при повышении *t*° не горит. Пряжа для основы и утка № 20 изготовляется с примесью хлопка (10—16%), необходимого в целях увеличения прядильных свойств смески; пряжа крутится с латунной проволокой 0,20 *мм*. б) Асбестовую ткань подобно тормозной ленте ткут из крученой асбестовой пряжи № 20—30, но без проволоки, асбестовую ткань (занавеси в театрах, одежда и пр.) применяют в целях противопожарных. Прядение асбеста производят так: асбест волокна длиной 4—16 *мм* (иногда до 40 *мм*) пропускают через бегуны для разделения на волокна, затем он проходит через крейтон для разрыхления; разрыхленный асбест идет в смеску с хлопком, потом в волчок для перемешивания массы, затем в 2-прочесную кардмашину с выходом ровницы того же номера, что и пряжа, т. к. вытяжки асбестовая пряжа не допускает, потом ровница идет на ватер с дополнительной подкруткой. Пряжу крутят в несколько концов вместе с латунной проволокой для тормозной ленты или без нее (для ткани) на специальном крутильном ватере.

Льняные Т. т. Пожарные рукава—из льняной пряжи обычно сухого прядения; рукава, идущие для прорезинения,—из льняной пряжи мокрого прядения. б) Стабилиновая ткань—ткань, пропитанная стабилином (род клея, применяемого в обувном производстве), шириной 125 и 115 *см* из основы № 6 или 10 и утка № 16 сухого оческового прядения. в) Ремни Пасса служат для целей транспортирования, изготовляются 100—400 *мм* ширины, 6 *мм* толщины из основы № 8/4 сухого оческового прядения. г) Мешковина,

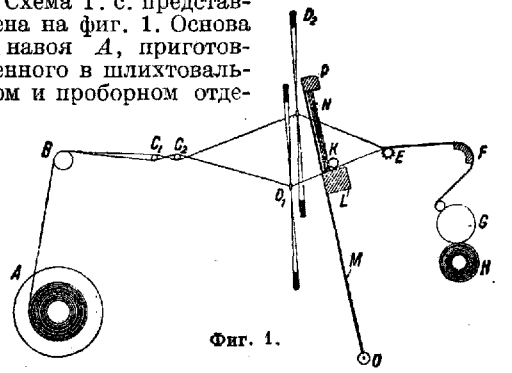
Табл. 3.—Характеристика мешковины.

Название и назначение	Ширина в *см*	Вес 1 *м*² в *г*	№ пряжи, число нитей на 1 *см*			
			Основа	Уток	Основа	Уток

палатка шириной 89 *см* из льняной пряжи мокрого прядения, основа № 20 и уток № 22 и аэропланная ткань шириной 89 *см* из льняной пряжи мокрого прядения, основа № 46 и уток № 50. **Д. Басманов и А. Пашинцев.**

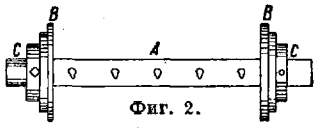
ТКАЦКИЕ СТАНКИ служат для приготовления тканых изделий (см. *Ткани*). В зависимости от материала, назначения, строения ткани и других условий станки бывают разнообразны по своей конструкции. Но все они представляют собой совокупность приспособленных для отдельных случаев деталей простого станка, употребляемого при выработке самых простых по переплетению тканей, осложняемую различными добавочными приборами. Детали простого станка разделяются на группы: 1) служащие для движения основы в продольном горизонтальном направлении, 2) для движения основы в вертикальном направлении, 3) для движения утка, 4) предохранительные механизмы, имеющие назначением при известных обстоятельствах предохранять машину от поломок, ткань от порчи и работающих в ткацком отделении от поранений.

Схема Т. с. представлена на фиг. 1. Основа с навоя A, приготовленного в шлихтовальном и проборном отделениях и помещенного внизу станка, направляется скалом B на определенную высоту, удобную для обслуживания ткачом, затем проходит цены C_1, C_2, глазки ремизок D_1, D_2, уже в виде готовой ткани шпарутки E, грудницу F и через посредство вальяна G навивается на товарный валик H. Все вышеперечисленные детали перемещают основу и потом готовую ткань в продольном направлении. Вертикальное же движение ей сообщается ремизками D_1, D_2, движущимися особым механизмом, зевообразователем, одна—вверх, другая—вниз, в результате чего между основными нитями получается отверстие — зев. В этот зев пропускается челнок K, оставляющий за собой уточную нить, после чего ремизки все или частью меняют свои места, заставляя соответственно рисунку ткани переплетаться основу с утком. Челнок в своем движении направляется брусом L батана M. Последний представляет собой два рычага, качающиеся около оси O, на к-рых закреплен брус L и еще вершник P, а между ними помещается бердо N. Бердо при подходе батана к шпаруткам присоединяет введенную уточину в виде нового элемента к готовой ткани, навиваемой в конце-концов на товарный валик H. Все части станка получают свое движение от его главного вала (коленчатого), называемого часто просто коленом. Т. о. за каждый оборот колена все названные части должны совершить свое действие, чтобы преобразовать нити в ткань; все они необходимы для этой цели и потому имеются на каждом станке, изменяется только их конструкция в зависимости от сорта приготовляемого товара.



Фиг. 1.

Движение основы в продольном направлении. Подача и натяжение основы. Ткацкий навой, на который навивается основа, представляет собой чаще всего железную или чугунную трубу A (фиг. 2) с фланцами B и с тормозными шайбами C, иногда и отсутствующими. В некоторых случаях навой устраивают деревянным сплошным или полым, как у тяжелых широких станков, для облегчения веса. Механизмы движения навоя разделяются на активные и пассивные. Активные (или основные) регуляторы производят самостоятельное, независимое вращение навоя; пассивные, или тормоза, только регулируют величину подачи основы, оказывая надлежащее сопротивление ее сматыванию, которое происходит от навивания готовой ткани.



Фиг. 2.

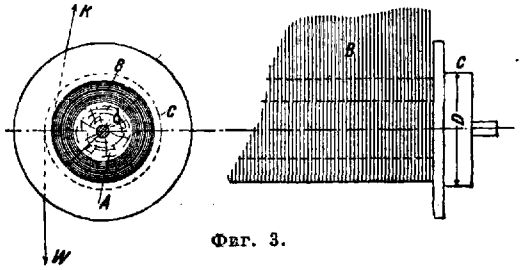
Основные тормоза. Общая схема устройства тормоза такова (фиг. 3): с ткацкого навоя A с основою B сходит основа под натяжением K; к шайбе C, закрепленной на навое, приложена сила сопротивления. Равенство моментов сил движущей и сопротивления дает

$$K \cdot \frac{d}{2} = W \cdot \frac{D}{2},$$

откуда

$$K = W \cdot \frac{D}{d}. \qquad (1)$$

Здесь D—⌀ шайбы, d—⌀ навоя с основой в рассматриваемый момент. Для правильного строения вырабатываемой ткани является необходимым условием сохранение во все время работы постоянного натяжения K основы. Т. к.

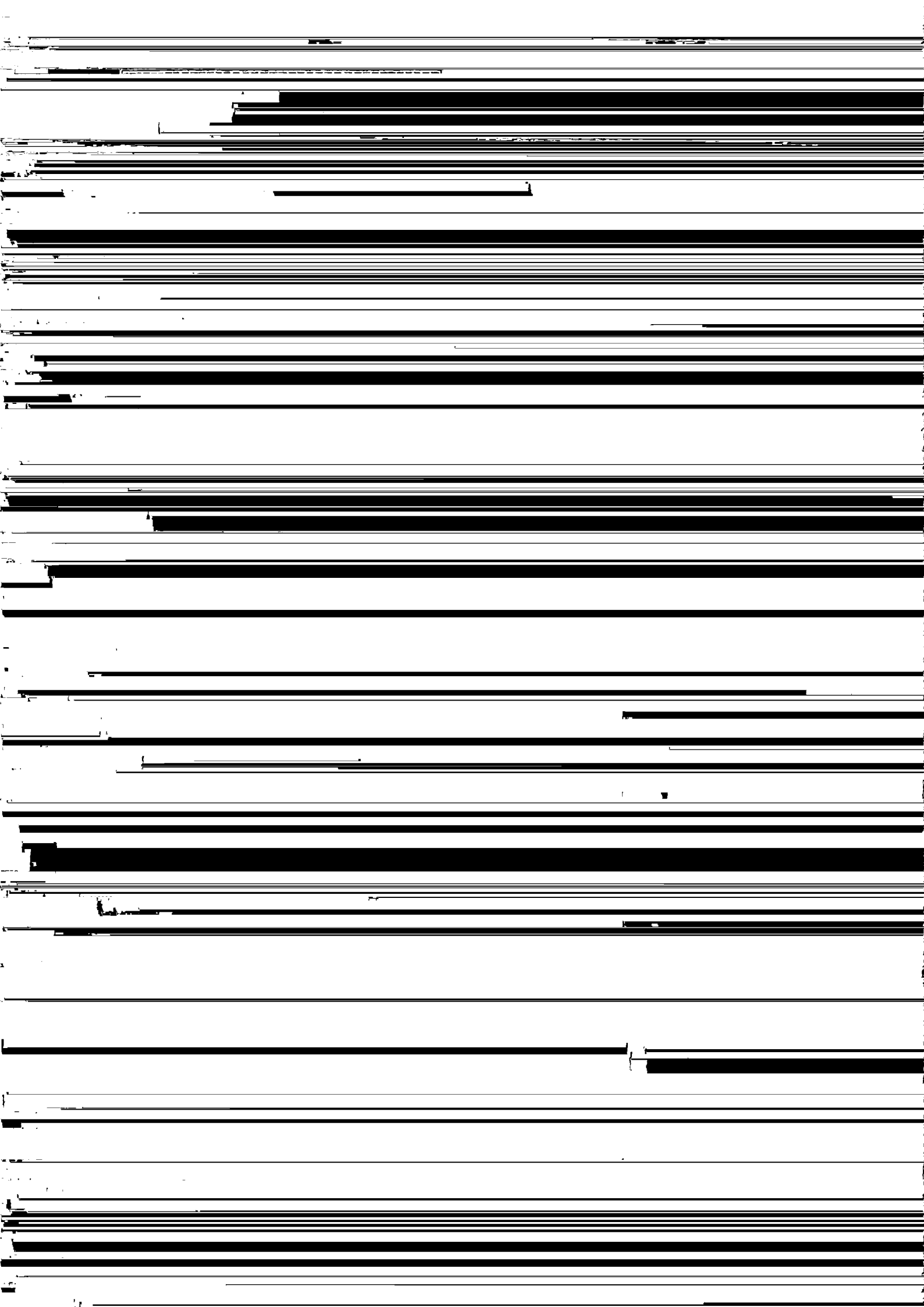


Фиг. 3.

D постоянно, а d уменьшается по мере свивания основы, то W д. б. переменным, так чтобы

$$\frac{W}{d} = \text{Const}. \qquad (2)$$

Изменение сопротивления W может производиться или вручную или автоматически (тормоза ручные и автоматические). В зависимости от применяемой силы сопротивления тормоза делятся на тормоза веса, трения, комбинированные и специального назначения. Фиг. 4 дает схему тормоза трения: A—навой, B—шайбы на каждом конце его, к к-рым прижимаются рычаги C с тормозными колодками, нагруженные передвигающимися грузами Q. Для простоты заменим собственный вес обоих рычагов одним G, грузов—одним Q. Основа может сходить по направлению K или K_1. Определим K. Под влиянием сил G и Q появится равнодействующая N давления колодки рычага на шайбу, к-рая вызовет сопротивление ее вращению—силу трения W. Для равновесия рычага C введем реакции со стороны шайбы в



корреспондирующей станции, т. е. выполняя условие

$$\omega(L_3-\gamma^2L_2'y_2'-\psi^2L_4)-\frac{1}{\omega C_3}=0, \qquad (18)$$

будем иметь для $i_{3\,max}$, максимальной силы тока в контуре *III*,

$$i_{3\,max}=\frac{E_1\beta\gamma}{R_3+\gamma^2R_2'+\psi^2R_4}e^{i(\omega t-\varphi_1+\varphi-\varphi_2')}+$$
$$+\frac{E_2\psi\cos\alpha}{R_3+\gamma^2R_2'+\psi^2R_4}e^{i(\omega t-\varphi_4)}. \qquad (19)$$

Это ур-ие показывает, что сила тока в контуре *III* состоит из двух слагаемых. По условию однонаправленности приема (см. *Кардиоидные схемы*) в любой момент д. б. соблюдено равенство этих слагаемых; следовательно амплитуды и фазы этих токов д. б. одинаковы. Итак

$$E_1\beta\gamma=E_2'\psi \text{ или } \frac{E_2}{E_1\beta}=n=\frac{\gamma}{\psi} \qquad (20)$$

и

$$\varphi_4=\varphi_1-\varphi+\varphi_2'; \qquad (21)$$

тогда окончательное выражение для $i_{3\,max}$ примет вид:

$$i_{3\,max}=\frac{E_2\psi}{R_3+\psi^2(R_4+n^2R_2')}(1+\cos\alpha)e^{i(\omega t-\varphi_4)}. \qquad (22)$$

Рассматривая только амплитудные значения i_3 и E_2 и учитывая, что искатель ориентирован на принимаемую станцию (т. е. $\alpha=0$), получаем

$$I_{3\,max}=\frac{2E_2\psi}{R_3+\psi^2R_\Sigma}, \qquad (23)$$

где

$$R_\Sigma=R_4+n^2R_2'. \qquad (24)$$

Далее определяем значение величины ψ, при к-рой сила тока в контуре *III* получает наибольшее возможное значение,

$$\frac{\partial I_{3\,max}}{\partial\psi}=\frac{(R_3+\psi^2R_\Sigma)2E_2-4E_2\psi^2R_\Sigma}{(R_3+\psi^2R_\Sigma)^2}=0,$$

откуда

$$\psi_{opt}=\sqrt{\frac{R_3}{R_\Sigma}}. \qquad (25)$$

При этом: $I_{3\,max\,max}=\frac{E_2}{\sqrt{R_3R_\Sigma}}$. В том случае, когда условие (25) не соблюдено ($\psi=a\sqrt{\frac{R_3}{R_\Sigma}}$, причем $a\neq1$), имеем

$$I_{3\,max}=\frac{E_2}{\sqrt{R_3R_\Sigma}}\cdot\frac{2a}{1+a^2}=I_{3\,max\,max}\cdot\frac{2a}{1+a^2}. \qquad (26)$$

Из условия (25) путем простых преобразований находим оптимальный коэф. связи $k_{3_{opt}}$:

$$k_{3_{opt}}=\frac{M_{3_{opt}}}{\sqrt{L_3L_4}}=\sqrt{\frac{d_3\omega L_4}{R_\Sigma}(1+d_4^2)}, \qquad (27)$$

где d_3 и d_4—затухания *III* и *IV* контуров $\left(\frac{R_3}{\omega L_3}\text{ и }\frac{R_4}{\omega L_4}\right)$. В общем случае ($a\neq1$) имеем

$$k_3=ak_{3_{opt}} \qquad (28)$$

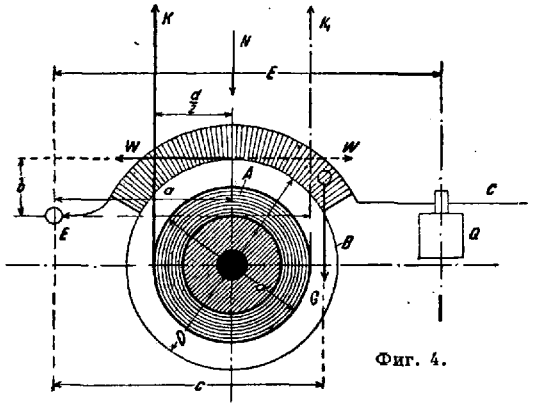
(k_3—коэф. связи между подвижной и одной из неподвижных катушек гониометра при их взаимном параллельном положении); величина a выбирается обычно в пределах 0,4÷0,6; зная a, определяем $\psi=a\sqrt{\frac{R_3}{R_\Sigma}}$; отсюда $\gamma=n\psi=\frac{\omega M_2}{Z_2'}$, причем $n=\frac{E_2}{\beta E_1}$. Т. о. коэф. взаимоиндукции между фазирующим контуром и настроенным контуром искателя $M_2=\frac{\gamma Z_2'}{\omega}$, где

$$Z_2'=\sqrt{R_2'^2+\left(\omega L_2'-\frac{1}{\omega C_2}\right)^2}. \qquad (29)$$

Тогда коэф. связи между фазирующим контуром и настроенным контуром *III* искателя $k_2=\frac{M_2}{\sqrt{L_2'L_3}}$. Таким путем определяются основные характеристики контура *III*; зная $I_{3\,max}$ и задаваясь коэфициентом связи k_3 (фиг. 31), легко перейти к расчету эдс, индуктирующейся на сетке 1-й лампы усилителя высокой частоты. Дальнейший анализ сводится к расчету усиления высокой частоты, детектирующего устройства, усиления низкой частоты (см. *Усилители* и *Ламповые детекторы*) и деталей контуров (см. *Катушки самоиндукции*, *Катушки связи*, *Вариометр*, *Электрический конденсатор*) и в значительной степени зависит от выбранной схемы приемника. Эта часть расчета конкретизирована на примере радиовещательного приемника в ст. *Усилители* (см.).

Приемник для профессионального приема, выполняемый заводами Главэлектрома типа ПЦКУ, является типичным для начала второго пятилетия у нас в СССР. Полный диапазон приемника от 10 до 100 *м* перекрывается при супергетеродинной схеме с помощью трех катушек с переключателями и достаточными перекрытиями между частичными диапазонами. Чувствительность его при антенне в форме вертикального диполя в 1 *м* обеспечивает нормальную работу, при отсутствии помех, при напряженности поля $E\cong10\frac{\mu V}{м}$. Лабораторные измерения чувствительности приемника ПЦКУ дали K—усиление по напряжению (сигнала звуковой частоты 1 kHz при модуляции в 30%): 1) для $\lambda=65$ *м* $K\cong19\cdot10^6$; 2) для $\lambda=23$ *м* $K\cong7\cdot10^6$; 3) для $\lambda=18$ *м* $K\cong5\cdot10^6$. *Избирательность* (см.) приемника, проверенная путем снятия кривой усиления усилителя промежуточной частоты, характеризуется тем, что ширина полосы частот, проходящих с ослаблением $\leqslant30\%$ от максимального усиления, равна ок. 6 000 Hz; падение усиления до 10% от максимального происходит при частотах, отличающихся от средней частоты полосы пропускания на ~ 4 100 Hz. Цепи приемного устройства рассчитаны на скорость приема до 400 слов в мин. Надежность работы при эксплоатации характеризуется (для первого образца) следующими показателями: 1) после настройки на корреспондирующую станцию, колебания частоты к-рой лежат в пределах 300 Hz, и дачи сигналов на ленту запись их в течение 1 ч. идет вполне автоматически без подрегулировки; 2) переход на разные скорости приема от 20 до 150 слов в мин. происходит без регулировок приемника или реле; 3) приемник имеет устройство против замираний, обеспечивающее нормальную работу реле при колебании E в отношении 1 : 30; 4) при изменении питающих напряжений в пределах 10% не происходит выпадения автоматической записи сигналов. В приемнике применена безъемкостная связь антенной катушки с катушкой входного контура усилителя радиочастоты, что обеспечивает возможность работы на направленную антенну, оканчивающуюся обычной фидерной линией; при замыкании антенной катушки накоротко прием полностью пропадает, что указывает на отсутствие емкостных связей между катушками. При одновременном приеме с одного и того же горизонтального диполя перестройка в одном из приемников не оказывает влияния на другие, работающие на автоматич. запись. Для борьбы с замираниями в приемнике устроена автоматич. регулировка силы приема, при действии к-рой выходная мощность изменяется лишь в 1,5 раза при изменении напряженности поля в 25 раз. Проверка действия автоматической регулировки производилась: 1) при нормальном приеме станции Кенигсвустергаузен—при выключенной регулировке прием сигналов, имевших сильные колебания напряженности их поля, происходил или с полным пропаданием слышимости при малом усилении или с перегрузкой при большом усилении; при включении же автоматич. регулировки сила звука на выходе устройства при тех же условиях оставалась постоянной; 2) при опытах приема той же станции с умышленным сильным изменением связи с антенной без включенной регулировки получалось изменение слышимости от нормальной до полного исчезновения при малом усилении или изменение слышимости от нормальной до сильной перегрузки при большом усилении, включение же автоматической регулировки приводило к тому, что заметного изменения уровня силы разговорной речи на выходе устройства вовсе не замечалось. В приемнике предусмотрена возможность использования описанной выше системы

виде N и W с противоположным направлением. Действующие силы будут Q, G и N, W; их плечи соответственно: E, c, a, b. Условие равновесия дает, если пренебречь незначительным сопротивлением в цапфах:



Фиг. 4.

$$QE + Gc - Na + Nfb = 0,$$

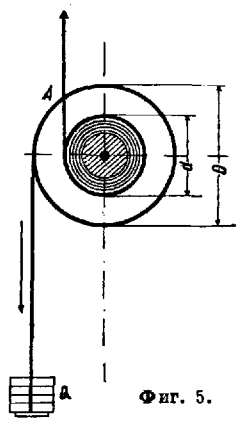
т. к. $W = Nf$, где f—коэф. трения колодки о тело шайбы. Отсюда

$$N = \frac{QE + Gc}{a - bf};$$

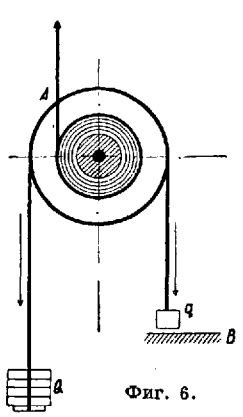
пользуясь ф-лой (1), имеем:

$$K = W\frac{D}{d} = (QE + Gc)\frac{D}{d}\cdot\frac{f}{a - bf}. \qquad (3)$$

С изменением d здесь меняют Q (или чаще E), передвигая груз по рычагу C. Из рассмотрения выражения для K можно установить следующие свойства тормоза трения. 1) Т. к. натяжение основы сильно зависит от коэф-та трения, значительной величины к-рого технически также можно достигнуть, то такой тормоз является мощным и пригодным для употребления на тяжелых станках при тяжелых тканях. 2) В виду того что коэф. трения может легко изменяться от различных случайных причин, в особенности в фабричной обстановке (влажность, пыль, масло и др.), то величина натяжения основы не всегда будет соответствовать заданной. 3) Затрачиваемая работа при подаче основы превращается в тепло, и такой тормоз не имеет «игры» во время зевообразования, т. е. при нем основа



Фиг. 5.



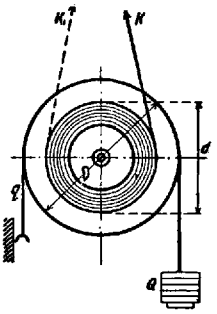
Фиг. 6.

при закрытии зева, когда ее натяжение значительно уменьшается, не может обратно навиться на навой; в результате натяжение основы при нем вообще колеблется. 4) Он не требует зарядки и всегда готов к работе. Фиг. 5 дает схему тормоза веса. На шайбе A закрепляется один конец веревки, к другому концу к-рой прикрепляется груз Q. Условие равновесия для него будет $K\frac{d}{2} - Q\frac{D}{2} = 0$, откуда

$$K = Q\frac{D}{d}. \qquad (4)$$

Для постоянства K надо с изменением d изменить Q. Сравнивая выражения (3) и (4), можно установить следующую разницу тормозов трения и веса: 1) в тормозе веса натяжение не подвержено случайным причинам, а потому его величина близка к заранее вычисленной; 2) в момент закрытия зева груз может опускаться, отчего получается «игра», и натяжение здесь более равномерно; 3) от игры навоя прибой при таком тормозе будет мягкий; 4) тормоз веса требует зарядки, когда при поднятии груза Q достигает фланца навоя.

Для самозарядки есть несколько конструкций. Одна из них приведена на фиг. 6. Здесь веревка не закрепляется на шайбе, а на другой ее конец вешается меньший груз q. Как только последний ляжет на упорку B, нарушится бывшее равновесие между натяжениями Q и q концов веревки, и груз Q опустится, т. е. произойдет зарядка. На фиг. 7 показана схема комбинированного тормоза. Здесь шайбу также обвивает веревка, но один ее конец прикреплен к неподвижному крючку, а на другой повешен груз. Действующие силы будут: K—натяжение основы, причем последняя может быть направлена и по K и по K_1, и натяжения концов веревки Q и q. Условие равновесия дает $K\frac{d}{2} + Q\frac{D}{2} - q\frac{D}{2} = 0$, откуда



Фиг. 7.

$$K = (Q - q)\frac{D}{d}. \qquad (5)$$

Соотношение между Q и q при равновесии, как известно, выражается $Q = q \cdot e^{af}$ (f—коэф. трения веревки о материал шайбы, a—угол обхвата веревки, e—основание неперовых логарифмов). Поэтому

$$K = \left(Q - \frac{Q}{e^{af}}\right)\frac{D}{d} = Q\frac{D}{d} - Q\frac{D}{d\cdot e^{af}} = Q\frac{D}{d}\left(1 - \frac{1}{e^{af}}\right). \qquad (6)$$

Выражение (6) показывает, что: 1) первый член зависит только от веса, а второй главным образом от трения, почему этот тормоз комбинированный; 2) влияние члена e^{af} при изменении f или a очень значительно. Но изменяясь очень быстро, последний скоро достигает предела, близкого практически к 0, и тогда тормоз превращается в тормоз веса. Если принять за этот предел для практических целей 0,01, то получится $\frac{1}{e^{af}} = 0{,}01$; $e^{af} = 100$; $af \lg e = \lg 100 = 2$; $af = \frac{2}{\lg e} = 4{,}6$.

При числе u оборотов веревки $a = 2\pi u$, и тогда $2\pi uf = 4{,}6$,

$$uf = \frac{4{,}6}{2\pi} = 0{,}73; \qquad (7)$$

ф-ла (7) дает возможность при данном f определить число оборотов веревки, больше к-рого обвивать ею шайбу нет смысла.

Фиг. 7 представляет схему тормоза с прямой передачей, фиг. 8—с непрямой. Для него

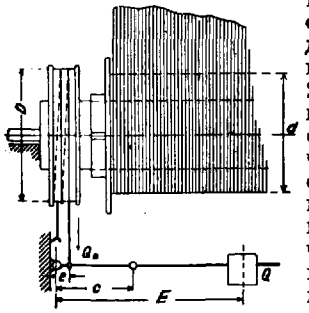
вместо Q надо взять уже, при обозначениях на фиг. 4,

$$Q_0 = \frac{QE + Gc}{e},$$

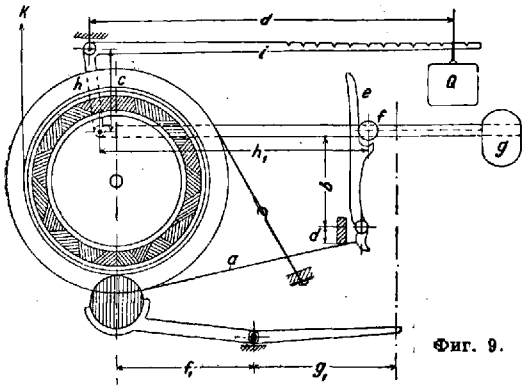
и следовательно

$$K = \frac{QE + Gc}{e} \cdot \frac{D}{d}\left(1 - \frac{1}{e^{af}}\right), \qquad (8)$$

т. е. такое устройство будет обладать большей мощностью. Отсюда имеем: 1) тормоз веса—наименьшей мощности, он применяется для легких тканей, например шелковых; 2) комбинированный веревочный тормоз с непрямой передачей—средней мощности, для средних тканей, наиболее распространенный, причем по мере увеличения натяжения основы употребляется последовательно веревка, цепь и стальная лента; 3) тормоз трения—мощный, для тяжелых тканей, напр. брезентов, сукон (Т. с. сист. Шенгера) и др. Все они ручные; на фиг. 9 дана схема автоматич. тормоза. Тормозную шайбу обхватывает стальная лента, один конец к-рой неподвижен, а другой прикреплен



Фиг. 8.



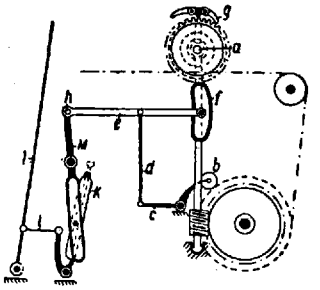
Фиг. 9.

к двуплечему рычагу de, на к-рый сбоку опирается ролик f, сидящий на тяге h_1; последняя соединена с двуплечим рычагом hi, причем на плече i помещается передвигающийся груз Q. С другой стороны тяга h_1 штангою соединяется с рычагом f_1g_1, а на его плече f_1 имеется ролик, называемый прижимным, к-рый все время под влиянием груза g тяги h_1 прилегает к основе навоя. Действие тормоза заключается в следующем. При уменьшении диаметра навоя ролик f опускается, плечо b рычага de уменьшается, в результате уменьшается и натяжение ленты. Для натяжения K основы в выражении (6) для комбинированного тормоза надо вместо Q взять, принимая во внимание рычажную передачу, $Q\frac{d \cdot b}{c \cdot a}$ и тогда

$$K = Q\frac{d \cdot b}{c \cdot a}\left(1 - \frac{1}{e^{af}}\right)\frac{D}{d}. \qquad (9)$$

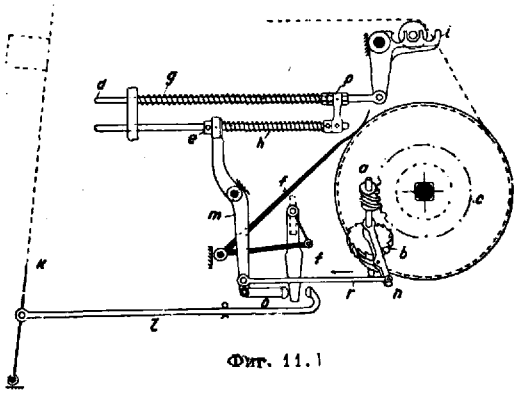
Автоматич. тормоз является уже более сложным устройством, требует для выполнения своего назначения большего к себе внимания и ухода и потому применяется редко.

Основные регуляторы представляют собой механизмы, приводящие основный навой во вращение непосредственно, и разделяются на позитивные и негативные. Если навой подает основу во все время работы на одну и ту же величину независимо от ее расхода и натяжения, то регулятор — позитивный; если же подача производится в зависимости от натяжения, то регулятор — негативный. При негативных регуляторах, которые должны соразмерять подачу с натяжением, скало всегда устраивается подвижным в отличие от позитивных. Примером позитивного регулятора может служить изображенный на фиг. 10 (завода Шенгера). От лопасти батана l тягой i качается рычаг k, который передает свое движение двуплечему рычагу M, а последний тягою e рычагу f, свободно посаженному на ось a. На другом плече f помещена собачка g, к-рая за каждый оборот станка поворачивает храповик и ось a. От оси a через конич. шестерни и червячную передачу получает вращение ткацкий навой. Т. к. угол поворота навоя с уменьшением его диаметра при условии постоянной подачи должен увеличиваться, то здесь введен валик b, к-рый рычагами d и c связан с тягой e; с перемещением валика b тяги e он переместится, повернувшись около точки h, в результате чего изменится размах качания рычага f, а вместе с ним и скорость вращения оси a и связанного с ней червячного вала, в результате чего изменится угол поворота навоя.



Фиг. 10.

Из негативных регуляторов часто применяется регулятор типа з-да Рюти (фиг. 11). На оси



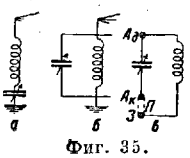
Фиг. 11.

ткацкого навоя закреплена винтовая шестерня c, сцепляющаяся с червяком a, а на его оси посажен наглухо храповик b и свободно рычаг n с собачкой. При переднем ходе батан k при помощи тяги l через посредство вращающегося клина f и прилива o поворачивает нижнее плечо рычага m, к-рый в свою очередь тягою r вращает рычаг n с собачкой и следовательно подает за каждый оборот станка определенную, одну и ту же длину основы. Подшипники скала помещаются в рычагах i, один из к-рых имеет плечо, соединенное с тягою d. На ней надета пружина g, одним концом упирающаяся в неподвижную часть станка, а другим в гайку, закрепленную в зависимости от желае-

с разносом антенны — системы борьбы с замираниями путем сложения эффектов двух или трех приемных устройств, работающих от пространственно-разнесенных антенн, причем сложение происходит путем обычных телефонных шнуров с вилками. Подача сигналов в центр предусматривается в форме двух видов: телеграфный канал и телефонный канал. Выход телеграфного канала предусматривает: 1) возможность подачи тонального сигнала в узел; 2) возможность подачи импульсных сигналов в узел; для этой последней цели включается дополнительный *ограничитель* (см.). Местный контроль при телеграфном приеме осуществляется *индуляторомм* (см.), включаемым в анодную цепь ограничителя. Телефонный канал приемного устройства оканчивается выходом последнего трансформатора усилителя звуковой частоты, откуда при необходимости м. б. подан слуховой контроль принимаемых сигналов. Контрольные операции (измерение напряжений питания, измерение анодных токов любой из ламп приемника, включение и выключение контрольных телефонов) не отзываются на *пишущем приеме* (см.). Питание нескольких приемников ПЦКУ (в приемных центрах общепринята установка нескольких приемников) происходит от центральных (общих) батарей, причем не возникает никаких взаимных помех. Общая схема приемника изображена на фиг. 34. Конструктивно эта схема воплощена в виде пяти панелей (вкл. лист, *5*). На *I* (верхней) панели размещены контуры высокой частоты и катушка связи с антенной, на *II* панели — гетеродин, буферный каскад и первый детектор, *III* панель является панелью питания и включает измерительные и сигнализационные приборы, на *IV* панели размещены контуры промежуточной частоты и на *V* панели—выпрямитель, ограничитель, второй гетеродин и второй детектор. Серийные приемники ПЦКУ немного отличаются от описанного первого образца. Полный диапазон таких приемников—ок. 10÷200 *м*; катушки с переключателями заменены комплектами сменных катушек.

Радиовещательная аппаратура. Первым исторически и наиболее простым по устройству радиовещательным приемником являлся приемник с кристаллич. детектором, неправильно называемый у нас «детекторным приемником». Таких приемников в Америке больше нет; в Зап. Европе они имеют сравнительно ограниченное распространение. Однако в условиях СССР—при громадной протяженности территории и наличии сверхмощных радиовещательных передающих станций, дающих достаточную напряженность поля в больших районах,—приемники с кристаллич. детектором вследствие простоты и дешевизны как самого приемника, так и его эксплоатации (не требуются источники энергопитания) имеют теперь еще широкое распространение и в некотором количестве входят в план радиофикации в течение второго пятилетия СССР.

Основной отличительный признак приемника с кристаллич. детектором—использование принимаемой с помощью антенны энергии электромагнитной волны для работы телефона при отсутствии местного источника энергии (элементов, аккумуляторов, электрич. сети), являющегося, наоборот, обязательным при ламповых схемах и комбинированных схемах, т. е. ламповых схемах, применяющих усиление высокой или низкой частоты или обеих вместе, но использующих при этом кристаллич. *детектор* (см.) вместо *лампового детектора* (см.). При выборе типа антенны к приемнику с кристаллич. детектором следует учитывать, что сила звука в телефоне полностью зависит от той мощности, к-рая отбирается от антенны детекторным контуром; поэтому для получения максимальной мощности антенна должна обладать малым сопротивлением и большой действующей высотой. Приемники с кристаллич. детектором состоят из колебательных контуров и детекторного контура с приключенным к нему телефоном. Если в приемнике один (колебательный) контур настройки,—он называется приёмником по простой схеме; приемники по сложной схеме имеют минимум два колебательных контура. В колебательных контурах применяются следующие детали: катушки постоянной самоиндукции (одна или сменные), катушки, изменяющие самоиндукцию скачками, *вариометры* (см.), конденсаторы постоянной емкости, конденсаторы переменной емкости (см. *Электрический конденсатор*). В том случае, если колебательный приемный контур настраивается главным образом с помощью переменного конденсатора, может быть проведено подразделение схем еще на две группы: схема коротких волн (конденсатор включен последовательно с антенной, фиг. 35, *а*) и схема длинных волн (конденсатор включен параллельно емкости антенны, фиг. 35, *б*). В современных приемниках этот приемный контур часто конструируется т. о., что позволяет производить прием по любой из этих двух последних схем. Простейший вариант реализации такой конструкции показан на фиг. 35, *в*; при приеме по схеме длинных волн антенна присоединяется к зажиму A_∂, а заземление—к зажиму *з* (зажим $A_к$ при этом соединен с зажимом *з* накоротко); при схеме коротких волн антенна присоединяется к зажиму $A_к$, а заземление к зажиму *з* (зажим $A_к$ не соединен в этом случае с зажимом *з*).



Фиг. 35.

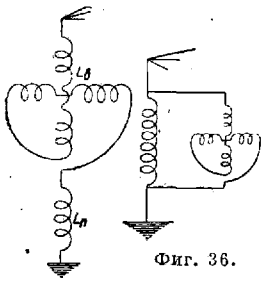
Наивыгоднейшим практически соотношением между максимальной емкостью конденсатора контура (с переменной емкостью) и емкостью антенны является $C_к = (2 \div 2{,}5) C_A$; обычно для диапазона длинных волн выбирают $C_{к_{max}} \cong 500$ *см*; при расчете за минимальную (C_1) и максимальную (C_2) емкости конденсатора принимают емкости при 10 и 90 делениях лимба. Т. к. в приемный колебательный контур (при простой схеме) или в первый (антенный) колебательный контур (при сложной схеме) входит и емкость антенны, могущая изменяться от минимальной (C_{a_1}) до максимальной (C_{a_2}), то: 1) при схеме длинных волн минимальная емкость контура $C_{\Sigma_1} = C_1 + C_{a_1}$; максимальная—$C_{\Sigma_2} = C_2 + C_{a_2}$; 2) при схеме коротких волн $C_{\Sigma_1} = \frac{C_1 C_{a_1}}{C_1 + C_{a_1}}$ и $C_{\Sigma_2} = \frac{C_2 C_{a_2}}{C_2 + C_{a_2}}$. Самоиндукция первой (с наименьшим числом витков) сменной катушки или первой секции катушки (если катушка одна) определяется ф-лой $L_1 = 250 \frac{\lambda^2_{min}(C_{a_2} + C_1)}{C_{a_2} \cdot C_1}$ (по схеме коротких волн), самоиндукция последней (с наибольшим числом витков) сменной катушки или всей катушки (если она только одна) равна $L_n = 250 \frac{\lambda^2_{max}}{C_1 + C_{a_1}}$, где λ_{min}—наименьшая, а λ_{max}—наибольшая длина волны из диапазона, на к-рый строится приемник. Выбор числа сменных катушек или секционирование катушки (если последняя одна) производится с перекрытием; при этом умножением коэф. перекрыши U на величину самоиндукции первой секции (или первой сменной) катушки L_1 получают значение самоиндукции следующей секции (или сменной) катушки L_2, т. е. $L_2 = U \cdot L_1$ или вообще

$$L_n = U \cdot L_{n-1} = U^{n-1} \cdot L_1.$$

Коэф. перекрыши необходимо рассчитывать по схеме длинных волн и по наибольшей емкости приемной антенны (C_{a_2}) по ф-ле

$$U = \frac{C_{a_2} + C_2}{C_{a_2} + C_1}.$$

Вариометр $L_в$ в приемнике (в случае приемника с переменной L) обычно включается последовательно (фиг. 36, слева) с основной катушкой приемника $L_п$, почти всегда делаемой секционированной. Расчет секций основной катушки $L_п$ (пренебрегая в первом приближении самоиндукцией антенны) производят по ф-ле



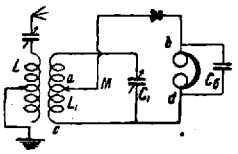
Фиг. 36.

$$L_п = L_1 + (n-1)\,L_в,$$

где $L_п$—самоиндукция n-ной секции, а L_1—первой секции катушки приемника, $L_в$—диапазон изменения самоиндукции вариометра ($L_в = L_{в\,max} - L_{в\,min}$), причем $L_{в\,max}$ и $L_{в\,min}$ — максимальное и минимальное значения самоиндукции вариометра. Самоиндукция первой секции при том же допущении определяется для схемы фиг. 36 (слева) по ф-ле

$$L_1 = 250\,\frac{\lambda^2_{min}}{C_a} - L_{в\,min},$$

причем при конструировании следует обращать внимание на то, чтобы основная катушка $L_п$ и вариометр $L_в$ (фиг. 36) не были между собой индуктивно связаны, иначе расчет дает неверные результаты. (Во всех ф-лах этого раздела λ дана в *м*, C и L—в *см*.) Приемники по с л о ж н о й с х е м е конструируются в целях получения лучшей избирательности (для более совершенной настройки) и отличаются от описанных приемников по простой схеме применением еще одного колебательного контура, индуктивно связанного с первым (антенным) контуром, называемого *промежуточным контуром* (см.). Одна из примерных схем такого приемника дана на фиг. 37. Расчет промежуточного контура производится на тот же диапазон волн, на к-рый рассчитан антенный контур. Обычно переменные конденсаторы в обоих контурах одинаковые; расчет секций промежуточного контура производится так же, как и для антенного контура, но без учета емкости антенны. Из теории *связанных систем* (см.) следует, что $I_{max\,max} = \frac{E}{2\sqrt{R_1 R_2}}$, где $I_{max\,max}$—наибольшая возможная сила тока в промежуточном контуре, R_1 и R_2—соответственно активные сопротивления антенного и промежуточного контуров. Это оптимальное значение получается при [сравни ф-лы (29) и (24) ст. *Связанные системы* (см.)]

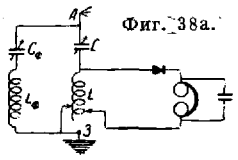


Фиг. 37.

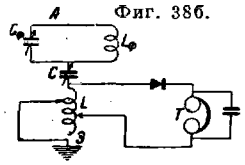
$$M_{opt} = \frac{1}{\omega}\sqrt{R_1 R_2}.$$

Для улучшения работы приемника с кристаллич. детектором по сложной схеме (кпд к-рой, сравнительно с простой $\leqslant 25\%$) надо при конструировании R_2 делать возможно меньшим (см. *Скин-эффект*); в этих целях в частности катушки м. б. намотаны из *лицендрата* (см.); можно также увеличить емкость $C_{пром.\,конт.}$, т. к. при этом при той же λ R_2 убывает больше, чем возрастает декремент *затухания* (см.).

Детекторный контур (на фиг. 37—$aM\,bdc\,L_1$) в рассматриваемых приемниках с кристаллического тока высокой частоты ток низкой звуковой частоты. Этот процесс выделения тока звуковой частоты распадается на 2 процесса: 1) выпрямление модулированного тока высокой частоты и 2) выделение из выпрямленного тока слагающей звуковой частоты. Первую задачу выполняет *детектор* (см.), вторую—телефон с блокировочным конденсатором; при этом вследствие того, что для высокочастотной слагающей сопротивление телефона будет очень велико, а сопротивление конденсатора мало, бо́льшая часть тока высокой частоты пройдет через конденсатор помимо телефона, в к-рый пойдет только ток низкой частоты, вызывающий соответствующее звучание его. О схемах включения детекторного контура с антенным или промежуточным см. *Индикаторы резонанса*. Кроме указанных в этой статье видов связи названных контуров м. б. применена и переменная связь детекторного контура. Эта последняя является наиболее рациональной, т. к. при настройке можно менять путем изменения связи эквивалентное сопротивление детекторного контура, добиваясь равенства его сопротивлению антенного (при простой схеме) или промежуточного (при сложной схеме) контура; в таком случае мощность в детекторном контуре (как потребителе энергии) будет максимальной. Обычно переменность связи детекторного контура достигается при *автотрансформаторной связи* (см.) тем, что по соответствующей катушке (L_1, фиг. 37) ходит ползунок Ma, позволяющий включать в детекторный контур большее или меньшее число витков катушки; для той же цели при индуктивной связи (см. *Индикаторы резонанса*, фиг. 6) делают одну из *катушек связи* (см.) вращающейся внутри или около другой, а при емкостной связи (см. *Индикаторы резонанса*, фиг. 5) конденсатор связи делают переменным. В тех случаях, когда ни наличие хорошей приемной антенны, ни устройство переменной детекторной связи, ни использование сложной схемы не позволяют отстроиться от мешающей станции, применяются приемные *фильтры* (см.), состоящие из включенных параллельно или последовательно самоиндукции и емкости, имеющие назначением не допустить в приемник колебаний мешающей

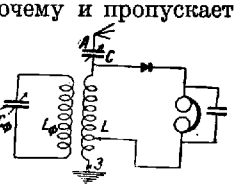


Фиг. 38а.



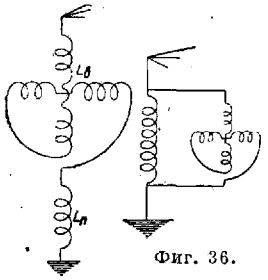
Фиг. 38б.

станции. В основном приемные фильтры $C_ф L_ф$, всегда настраиваемые на мешающие колебания, могут быть разделены на 3 группы: 1) фильтр отсеивающий, включаемый по фиг. 38а,—$C_ф L_ф$ представляет для мешающих колебаний весьма малое сопротивление, почему и пропускает их мимо приемника через себя в землю; однако настройка $C_ф L_ф$ влияет на настройку антенного контура $ACL3$; 2) фильтр преграждающий, включаемый по фиг. 38б,—$C_ф L_ф$ представляет для мешающих колебаний весьма большое сопротивление и практически не пропускает их



Фиг. 38в.

Вариометр $L_в$ в приемнике (в случае приемника с переменной L) обычно включается последовательно (фиг. 36, слева) с основной катушкой приемника $L_п$, почти всегда делаемой секционированной. Расчет секций основной катушки $L_п$ (пренебрегая в первом приближении самоиндукцией антенны) производят по ф-ле



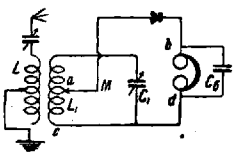
Фиг. 36.

$$L_п = L_1 + (n-1)\,L_в,$$

где $L_п$—самоиндукция n-ной секции, а L_1—первой секции катушки приемника, $L_в$—диапазон изменения самоиндукции вариометра ($L_в = L_{в\,max} - L_{в\,min}$), причем $L_{в\,max}$ и $L_{в\,min}$ — максимальное и минимальное значения самоиндукции вариометра. Самоиндукция первой секции при том же допущении определяется для схемы фиг. 36 (слева) по ф-ле

$$L_1 = 250\,\frac{\lambda^2_{min}}{C_a} - L_{в\,min},$$

причем при конструировании следует обращать внимание на то, чтобы основная катушка $L_п$ и вариометр $L_в$ (фиг. 36) не были между собой индуктивно связаны, иначе расчет дает неверные результаты. (Во всех ф-лах этого раздела λ дана в *м*, C и L—в *см*.) Приемники по с л о ж н о й с х е м е конструируются в целях получения лучшей избирательности (для более совершенной настройки) и отличаются от описанных приемников по простой схеме применением еще одного колебательного контура, индуктивно связанного с первым (антенным) контуром, называемого *промежуточным контуром* (см.). Одна из примерных схем такого приемника дана на фиг. 37. Расчет промежуточного контура производится на тот же диапазон волн, на к-рый рассчитан антенный контур. Обычно переменные конденсаторы в обоих контурах одинаковые; расчет секций промежуточного контура производится так же, как и для антенного контура, но без учета емкости антенны. Из теории *связанных систем* (см.) следует, что $I_{max\,max} = \frac{E}{2\sqrt{R_1 R_2}}$, где $I_{max\,max}$—наибольшая возможная сила тока в промежуточном контуре, R_1 и R_2—соответственно активные сопротивления антенного и промежуточного контуров. Это оптимальное значение получается при [сравни ф-лы (29) и (24) ст. *Связанные системы* (см.)]

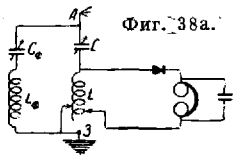


Фиг. 37.

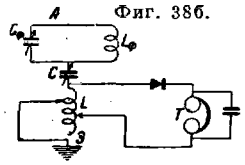
$$M_{opt} = \frac{1}{\omega}\sqrt{R_1 R_2}.$$

Для улучшения работы приемника с кристаллич. детектором по сложной схеме (кпд к-рой, сравнительно с простой $\leqslant 25\%$) надо при конструировании R_2 делать возможно меньшим (см. *Скин-эффект*); в этих целях в частности катушки м. б. намотаны из *лицендрата* (см.); можно также увеличить емкость $C_{прим.\,конт.}$, т. к. при этом при той же λ R_2 убывает больше, чем возрастает декремент *затухания* (см.).

Детекторный контур (на фиг. 37—$aM\,b\,d\,c\,L_1$) в рассматриваемых приемниках с кристаллического тока высокой частоты ток низкой звуковой частоты. Этот процесс выделения тока звуковой частоты распадается на 2 процесса: 1) выпрямление модулированного тока высокой частоты и 2) выделение из выпрямленного тока слагающей звуковой частоты. Первую задачу выполняет *детектор* (см.), вторую—телефон с блокировочным конденсатором; при этом вследствие того, что для высокочастотной слагающей сопротивление телефона будет очень велико, а сопротивление конденсатора мало, бо́льшая часть тока высокой частоты пройдет через конденсатор помимо телефона, в к-рый пойдет только ток низкой частоты, вызывающий соответствующее звучание его. О схемах включения детекторного контура с антенным или промежуточным см. *Индикаторы резонанса*. Кроме указанных в этой статье видов связи названных контуров м. б. применена и переменная связь детекторного контура. Эта последняя является наиболее рациональной, т. к. при настройке можно менять путем изменения связи эквивалентное сопротивление детекторного контура, добиваясь равенства его сопротивлению антенного (при простой схеме) или промежуточного (при сложной схеме) контура; в таком случае мощность в детекторном контуре (как потребителе энергии) будет максимальной. Обычно переменность связи детекторного контура достигается при *автотрансформаторной связи* (см.) тем, что по соответствующей катушке (L_1, фиг. 37) ходит ползунок Ma, позволяющий включать в детекторный контур большее или меньшее число витков катушки; для той же цели при индуктивной связи (см. *Индикаторы резонанса*, фиг. 6) делают одну из *катушек связи* (см.) вращающейся внутри или около другой, а при емкостной связи (см. *Индикаторы резонанса*, фиг. 5) конденсатор связи делают переменным. В тех случаях, когда ни наличие хорошей приемной антенны, ни устройство переменной детекторной связи, ни использование сложной схемы не позволяют отстроиться от мешающей станции, применяются приемные *фильтры* (см.), состоящие из включенных параллельно или последовательно самоиндукции и емкости, имеющие назначением не допустить в приемник колебаний мешающей

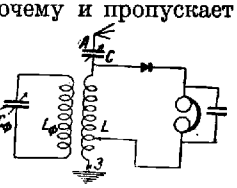


Фиг. 38а.



Фиг. 38б.

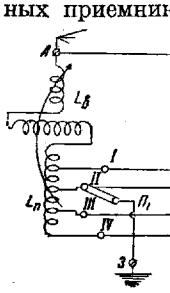
станции. В основном приемные фильтры $C_ф L_ф$, всегда настраиваемые на мешающие колебания, могут быть разделены на 3 группы: 1) фильтр отсеивающий, включаемый по фиг. 38а,—$C_ф L_ф$ представляет для мешающих колебаний весьма малое сопротивление, почему и пропускает их мимо приемника через себя в землю; однако настройка $C_ф L_ф$ влияет на настройку антенного контура $ACL3$; 2) фильтр преграждающий, включаемый по фиг. 38б,—$C_ф L_ф$ представляет для мешающих колебаний весьма большое сопротивление и практически не пропускает их



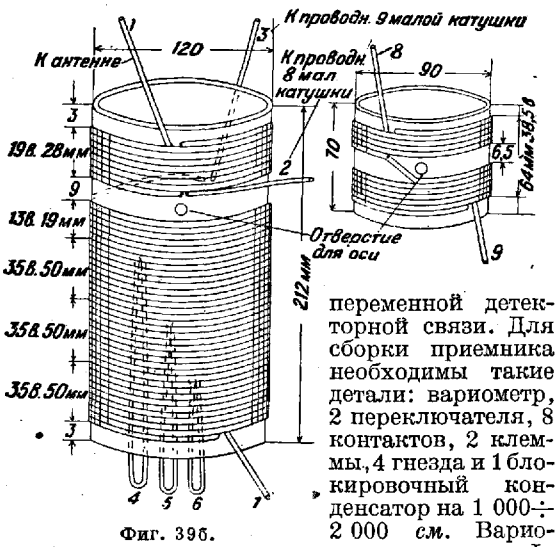
Фиг. 38в.

по фиг. 38в, отсасывающий в момент резонанса максимум энергии мешающих колебаний (см. *Заграждающий контур*).

Государственной промышленностью СССР в первые годы развития советского радиовещания выпускалось много конструкций детекторных приемников (притом в массовом количестве каждая), однако приемника этой категории в плане промышленности на 1934 г. не существует; дальнейшее производство их почти целиком передано местным организациям (кустарям, кооперативным товариществам и т. д.), т. к. слаботочная промышленность НКТП сосредоточивает свое производство на более сложных формах радиоаппаратуры (ламповой). Далее приводится краткое описание наиболее популярного среди радиолюбителей СССР самодельного приемника с кристаллич. детектором конструкции инж. С. И. Шапошникова [3]. Этот приемник принадлежит к типу приемников, имеющих колебательный контур с переменной самоиндукцией; с помощью секционированной основной катушки L_n (фиг. 39а) получаются следующие частичные диапазоны волн (при емкости антенны ок. 300 *см*): при постановке переключателя $П_1$ на *I* контакт λ=330÷730 *м*, на *II*—λ=600÷1 000 *м*, на *III*—λ=850÷1 250 *м* и на *IV*—λ=1 150÷1 500 *м*. С целью упрощения приемника можно сделать постоянную детекторную связь, отказавшись от переключателя $П_2$; конечно лучшие результаты получаются при



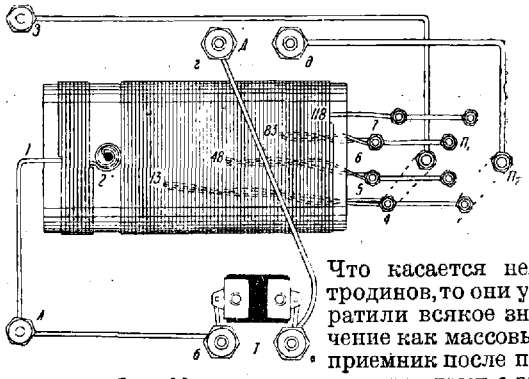
Фиг. 39а.



Фиг. 39б.

переменной детекторной связи. Для сборки приемника необходимы такие детали: вариометр, 2 переключателя, 8 контактов, 2 клеммы, 4 гнезда и 1 блокировочный конденсатор на 1 000÷2 000 *см*. Вариометр приемника $L_в$

го, гетеродинного, негадинного, интерфлексного, инфрадинного, нейтродинного, регенеративного, рефлексного, стенод-радиостатного, супергетеродинного и суперрегенеративного) к 1933—34 гг. наибольшее применение получили приемники, которые выполнены по схеме непосредственного усиления (см. *Усилители*) на основной (принимаемой) частоте, и приемники с преобразованием принимаемой частоты в промежуточную и с последующим усилением на этой последней частоте (именно супергетеродинного типа). Суперрегенераторы теперь употребляются почти исключительно на ультракоротковолновом диапазоне; рефлексные приемники уступили свое место другим главным образом потому, что условия работы ламп, выполняющих различные ф-ии, резко отличаются друг от друга, поэтому применение одной и той же лампы например для усиления и высокой и низкой частоты не является рациональным.

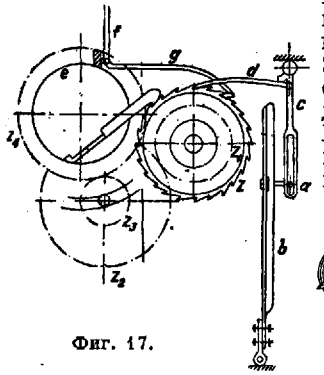


Фиг. 39в.

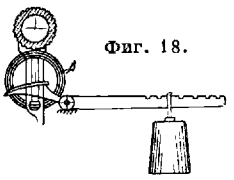
Что касается нейтродинов, то они утратили всякое значение как массовый приемник после появления ламп с экранированным анодом, допускающих благодаря очень малой величине междуэлектродной емкости значительные усиления без возникновения паразитной генерации. Наконец регенеративные приемники без предварительного усиления на высокой частоте применяются теперь реже, чем раньше,— гл. обр. для приема местных радиостанций.

Радиовещание на коротких волнах потребовало наиболее экономичного решения задачи приспособления распространенных уже в мире в десятках миллионов экземпляров обычных длинноволновых радиовещательных приемников к приему и коротких волн. Т. о. появились два новых приемных устройства: адаптер и конвертер. Адаптер состоит из коротковолновой одноламповой регенеративной единицы, включаемой штепселем в ламповые гнезда детекторной лампы длинноволнового приемника, причем регенеративная единица автоматически подключалась к питанию приемника. В конвертере же (супергетеродинном адаптере) происходит преобразование принимаемой высокой частоты коротковолнового диапазона в частоту вещательного диапазона; эта последняя, являясь промежуточной частотой супера,

Соответственно сказанному конструкции товарных регуляторов делятся на три сл. группы: 1) с принужденным движением, действующие постоянно, 2) с принужденным движением, действующие не постоянно, или компенсирующие, и 3) действующие от силы (с принужденным действием). Примером 1-й группы является товарный регулятор типа Платта (фиг. 17). От лопасти b посредством штифта a, к-рый может перемещаться в прорезе рычага c, последний приводится в качательное движение. От c собачкою d получает вращательное движение храповик z, а от него зубчатою передачей z_1, z_2, z_3, z_4 вращается товарный вальян e. Если наматывать готовый товар прямо на товарный валик, то диаметр его постепенно увеличивается, отчего необходимо изменять и его угловую скорость. Чтобы избежать этого, чаще всего в товарный регулятор вводят промежуточный валик—товарный вальян, к к-рому снизу грузом или каким-либо другим способом прижимается товарный валик A (фиг. 18), который т. о. будет иметь постоянную окружную скорость и соответственно диаметру переменную угловую скорость. Когда товарный регулятор снабжен вальяном, то его называют с непрямым действием, без него—с прямым действием. Поверхность вальяна для избежания скольжения делают шероховатою. Иногда вальяну сообщается движение не от лопасти, а от коленчатого вала; иногда также вместо цилиндрич. передачи часто вводят винтовую. Рассматриваемые регуляторы за каждый оборот станка навивают одну и ту же длину ткани и дают равномерное расположение утка (уточная плотность). Для изменения уточной плотности изменяют число зубов храповика z и шестерни z_1 по ф-ле



Фиг. 17.



Фиг. 18.

$$\frac{z}{z_1} = S\pi D \frac{n \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4}, \qquad (10)$$

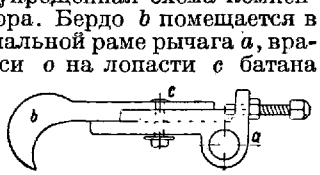
где S—уточная плотность на 1″, D—⌀ вальяна, n—количество зубов храповика, на к-рое подает собачка за один оборот (здесь n=1), z_2, z_3, z_4—сменные шестерни (на станках Платта, наиболее распространенных в хл.-бум. промышленности СССР, z = 140 зубам, z_3 = 12 и z_4 = =64 зубам), D = 5″ или πD = 15,71″. Число зубов храповика z обычно принимают кратным 10. После снятия с валика ткань укоротится; в среднем это укорочение для чаще всего вырабатываемых товаров составляет 2—2,5%; на эту величину увеличится и плотность.

В регуляторе кроме собачки имеется еще контрсобачка g (фиг. 17); если бы ее не было, то сколько бы товара при прямом ходе собачки ни намоталось на вальян, столько же под влиянием натяжения при обратном ходе смоталось бы. При обрыве уточины механизм уточной вилки переводит ремень с рабочего шкива на холостой и одновременно отклоняет рычаг f и приподнимает контрсобачку g; тогда собачка будет сообщать вальяну только переменно-вращательное движение, без навивания товара. После действия уточной вилки станок по инерции сделает 1—3 оборота, в силу чего на ткани получится пустая полоса—«недосека». Для исправления этого недостатка при пуске станка надо вручную повернуть вальян в обратную сторону. Для автоматизации этого применяют третью собачку—недосечную (фиг. 19), состоящую из двух частей a и b, в ней имеется прорез для болта c. Установив последний на соответственном месте, можно изменить величину возможного перемещения b по a. Эту собачку помещают в регуляторе наклонно с установкой для перемещения b на 2 зуба (среднее из 1—3).

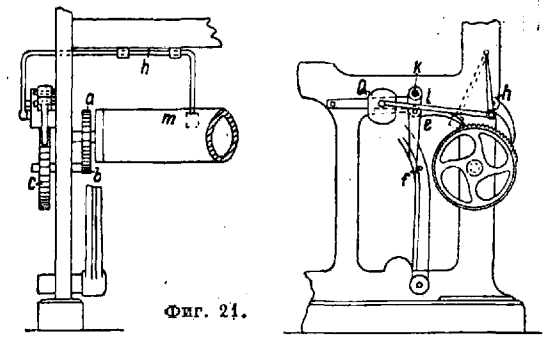
На фиг. 20 дана упрощенная схема компенсирующего регулятора. Бердо b помещается в пазу батана, в специальной раме рычага a, вращающегося около оси o на лопасти c батана и в нижней своей части d соединенного с тягой e. Пружина g одним концом прикреплена к третьему плечу рычага ad, а другим—к приливу у лопасти c; под влиянием ее бердо прижимается к опушке ткани. Тяга e соединена с шайбой f, имеющей на боковой поверхности возвышение i и свободно сидящей на оси, на к-рой закреплен храповик. Собачка h соединена с лопастью и посредством болта опирается на боковую поверхность шайбы. Если болт находится на возвышении i, собачка не действует; когда он сойдет на малый диаметр шайбы, собачка поворачивает храповик. После ввода в ткань определенного числа уточин бердо отклоняется и поворачивает шайбу f так, что болт собачки сходит с возвышения i, и происходит подача основы, а при следующем обороте бердо прижимается к брусу батана, отчего шайба опять подойдет под собачку своим возвышением. В действительности конструкция такого регулятора, например типа з-да Рюти, очень сложна и благодаря этому употребляется в шелковом производстве очень редко. В результате его действия получается расположение утка с равномерным прибоем.



Фиг. 20.

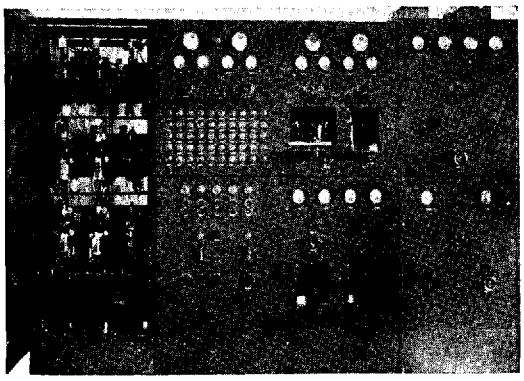


Фиг. 19.



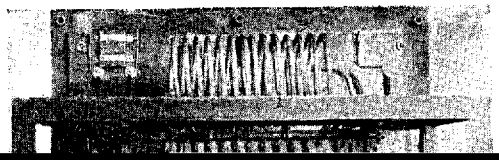
Фиг. 21.

На фиг. 21 показана конструкция регулятора с действием от силы типа завода Шенгера. На оси товарного валика посажена шестерня a,

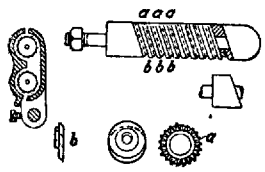


1

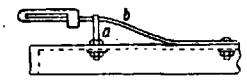




Все части собираются на общий шпиндель. Шайбы устанавливаются т. о., чтобы наиболее удаленные части их выступа находились вверху. Тогда кольца будут прочно удерживать своими иглами ткань, а при вращении книзу иглы будут легче отделяться от ткани. В зависимости от строения ткани число колец применяется 1—20. Укрепляют шпарутки б. ч. болтом *a* (фиг. 28). Такой способ позволяет переместиться прутку *b* со шпарутками к грудницe и предохранить ткань от порчи, если



Фиг. 27.

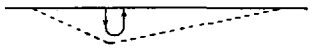


Фиг. 28.

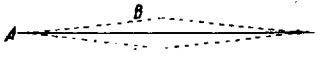
челнок задержится почему-либо в зеве. Грудница в большинстве случаев представляет собой чугунный брус, служащий для направления готового товара к низу станка и одновременно для связи боковых рам. Линия схода ткани иногда не прямая, а имеет посредине выступ для выравнивания натяжения средней и кромочных частей ее.

Движение основы в вертикальном направлении. 1. В и д ы з е в а. Нити основы на станке натягиваются приблизительно в горизонтальной плоскости между скалом и грудницей. Этот уровень их расположения называется средним; для того чтобы ввести между нитями основы уточную нить, их при каждом обороте станка разделяют на две части, соответственно переплетению—вверх и вниз; между ними образуется отверстие, называемое зевом, в к-ром и помещается уточная нить. Для сообщения такого перемещения основные нити пропускаются (пробираются) в петли или колечки (глазки) шнурков, закрепленных в особых приборах—ремизках (см. *Ремизное производство*), число к-рых выбирается в зависимости от рисунка ткани. Механизмы же, служащие для движения ремизок, называются зевообразователями. В ткачестве применяется несколько видов зева. Их разделяют, во-первых, на неполные и полные. Неполный зев, верхний или нижний, получается, когда от среднего положения нити перемещаются только вверх или вниз, давая соответственно неполный верхний или неполный нижний зев (фиг. 29 и 30). Путь, проходимый нитью во время образования зева, равен двойной высоте зева и в сравнении с другими видами зева он является бо́льшим и вызывает большее напряжение в основе; такой зев применяется на тихоходных станках при работе с толстой, прочной или обладающей большими упругими свойствами основой.


Фиг. 29.

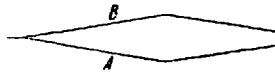

Фиг. 30.

Большое преимущество верхнего зева заключается в том, что его нижняя часть спокойна и тем способствует правильному пролету челнока. Полный зев в свою очередь м. б. закрытый, или центральный, открытый и полуоткрытый. Закрытым зевом называется такой, при к-ром за каждый оборот станка в среднее положение на один уровень приходят все нити основы. В нем часть нитей (фиг. 31) отклоняется в верхнюю часть зева *B*, другая—в нижнюю *C*, а затем все собираются в среднее положение *A*. Здесь перемещение нити равно половине высоты зева и в два раза меньше, чем при неполном зеве; натяжение ее также меньше. Это обстоятельство позволяет работать при нем с большей скоростью. Поднимающиеся и опускающиеся нити до известной степени уравновешивают друг друга, что вызывает уменьшение расхода энергии. Натяжение всех нитей остается в каждый момент зевообразования одинаковым, что позволяет применять в этом случае подскальник. *Недостатком закрытого зева является то*, что все нити находятся в движении, и это вредно отражается на правильности полета челнока. Применяется этот зев на простом миткалевом станке, при приборах Вудкрафта и у нек-рых типов кареток.

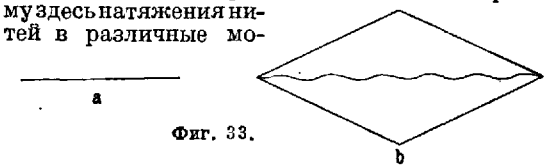


Фиг. 31.

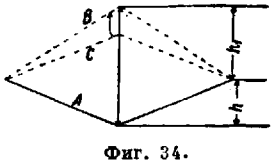
Открытым зевом называется такой, при котором во время закрытия в среднее положение приходят не все нити основы (фиг. 32). В нем из крайних положений *A* и *B* перемещается часть нитей, а другая, которая и в следующее зевообразование д. б. вверху или внизу, остается неподвижной. В сравнении с закрытым зевом путь и натяжение нитей одинаковы, но так как часть нитей не изменяет своего положения, излишнего перемещения их нет, а потому их состояние вообще спокойнее и для правильного полета челнока условия благоприятнее. Поднимающиеся и опускающиеся нити и здесь уравновешивают друг друга. Недостатком же открытого зева является то, что нельзя все нити привести на один уровень при надвязке оборвавшихся. В противоположность закрытому здесь натяжения нитей в различные моменты зевообразования будут различны. Открытый зев употребляется на каретках Ноульс (Knowles) и на нек-рых каретках Добби и Жаккарда. Вид закрытого зева *a* и открытого *b* в момент его закрытия показан на фиг. 33. В полуоткрытом зеве (фиг. 34) нижняя часть основы ведет себя вполне одинаково с открытым; те же



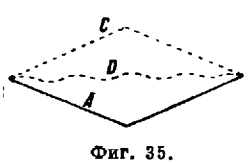
Фиг. 32.



Фиг. 33.



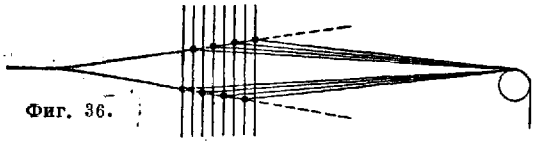
Фиг. 34.



Фиг. 35.

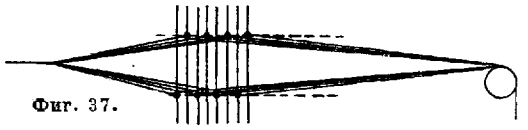
ремизки *B*, к-рые должны остаться вверху подряд больше одного оборота станка, сейчас же после подъема опускаются вместе с остальными на нек-рую высоту и затем остаются на этом уровне *C* до прихода сюда поднимающихся снизу, вместе с к-рыми они доходят опять до крайнего внешнего положения, где остаются уже все в продолжение всего нового выстоя.

Такой способ зевообразования выравнивает несколько натяжение уровней A и B сравнительно с средним D при скрещивании; тем более первоначально зев устраивают несимметричным, делая отклонение нижней части от средней h меньше отклонения h_1 у верхней. Полу-



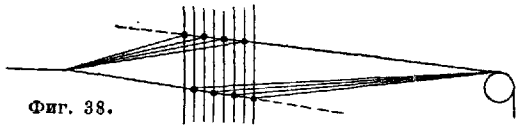
Фиг. 36.

открытый зев употребляется преимущественно в двухподъемных каретках Добби. Из фиг. 31 видно, что в момент закрытия у закрытого зева все нити—на среднем уровне и их натяжение можно сделать значительным, а у открытого (фиг. 35) нити, находящиеся в среднем положении, имеют натяжение малое. Различают еще чистый зев (фиг. 36) и нечистый (фиг. 37). У чистого зева при полном открытии



Фиг. 37.

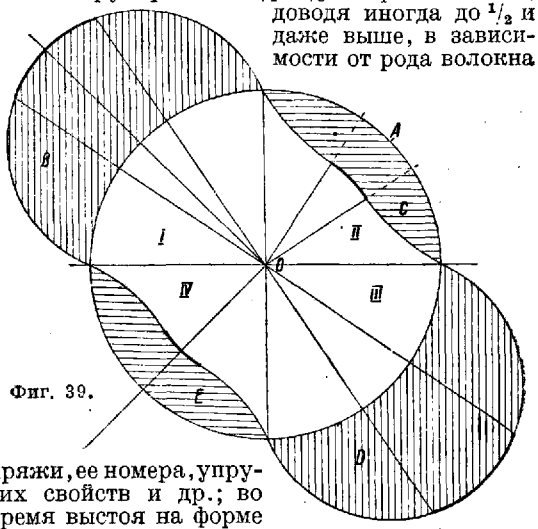
как верхние, так и нижние нити расположены соответственно в одной плоскости, у нечистого—в разных плоскостях. У чистого высота в различных ремизках различна, увеличиваясь по мере удаления от опушки, причем увеличивается натяжение нитей, у нечистого она везде одинакова. Но для правильного полета челнока сохранение общего уровня, хотя бы в одной нижней части, необходимо. Поэтому прибегают



Фиг. 38.

иногда к смешанному (фиг. 38), где сохранен общий уровень внизу и нарушен вверху, но уменьшена несколько разница в высоте.

Эксцентриковые механизмы для образования зева. Зевообразователь должен выполнять две задачи: с одной стороны, произвести самое отклонение нитей, преодолевая при этом сопротивление (натяжение основы, трение, нагрузка, живая сила), а, с другой,—необходимо, чтобы соответственно рисунку при образовании зева определенные группы нитей поднимались, другие же опускались. Обе задачи могут исполняться или одним органом станка, или же зевообразователь может состоять из двух частей, из к-рых одна (подъемный механизм) служит исключительно для перемещения нитей, а вторая (прибор рисунка) должна распределять их вверх или вниз. К первой группе относятся эксцентрики, ко второй—каретки, переборные и Жаккарда. Для каждой вновь вводимой уточины на окружной поверхности эксцентрика д. б. или возвышение или углубление над окружностью среднего радиуса его. Число эксцентриков зависит от раппорта по основе, будучи в общем случае равно ему. На фиг. 39 дана схема эксцентрика с раппортом, равным 4, где A—окружность среднего радиуса; она разделена на 4 части: одному обороту коленчатого вала будет соответствовать $^1/_4$ оборота эксцентрика или угол поворота в 90°—I, II, III, IV. По этой окружности в каждом углу штриховкой обозначены возвышения B, D и углубления C, E для примера в перемежающемся порядке. Более точная форма эксцентрика определяется следующими условиями движения ремизки. При пролете челнока ремизки с нитями основы д. б. неподвижны или, как говорят, у них д. б. выстой, иначе челнок может вылететь из зева. Для большей правильности движения челнока продолжительность выстоя желательна бо́льшая, т. к. тогда скорость этого движения м. б. взята меньшая, с другой стороны, при большом выстое остается мало времени для перемещения нитей, что влечет за собой увеличение обрывности их. Чаще всего его берут равным $^1/_4$—$^3/_8$ оборота колена, доводя иногда до $^1/_2$ и даже выше, в зависимости от рода волокна



Фиг. 39.

пряжи, ее номера, упругих свойств и др.; во время выстоя на форме эксцентрика д. б. дуга круга наибольшего или наименьшего радиуса, длиной соответственно выстою. В нашем примере выстой равен $^1/_4$ угла поворота эксцентрика в $22^1/_2°$.

Остальные части (переходы от возвышений к углублениям и обратно) служат для перемещения ремизки и потому должны иметь форму, соответствующую характеру этого движения. Чаще всего от крайнего положения, когда зев открыт и нити имеют наибольшее натяжение, ремизкам сообщают для ослабления их напряжения равномерно ускоренное движение до среднего положения, когда их натяжение самое малое; а затем при дальнейшем отклонении в крайнее положение перемещение делают равномерно замедленным. Третье условие, которое должно определять форму эксцентрика, это—вид зева.

На основании этих условий форму эксцентрика можно построить лучше всего, взяв часть, соответствующую половине возвышения и половине углубления, и состоящую из $^1/_2$ выстоя + переход от возвышения к углублению + $^1/_2$ выстоя, т. к. эта часть дает возможность построить форму эксцентрика в любом ее месте. На фиг. 40 для примера приведено построение эксцентрика для раппорта, равного 3, с выстоем в $^1/_4$ оборота главного вала, с неравномерным движением ремизок и с открытым зевом. A—окружность наименьшего радиуса, B—наибольшего радиуса + радиус каточка. Берем угол $0F8 = \frac{360}{3} = 120°$ и делим его на несколько равных частей, напр. 8, т. к.