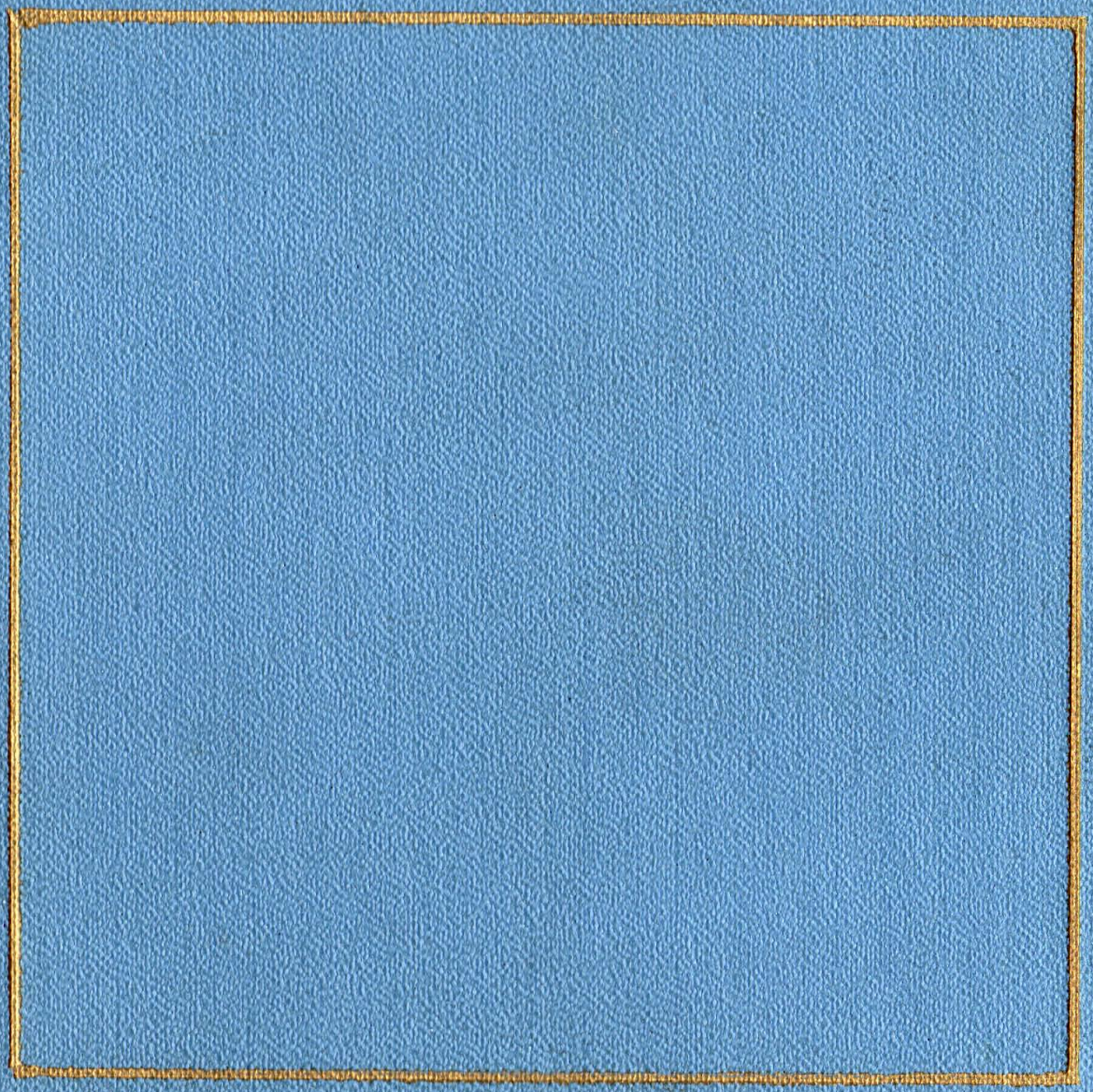
Библиотека СОК

Д.М.Гальперин



МОНТАЖ и НАЛАДКА ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Д.М.Гальперин

МОНТАЖ и НАЛАДКА ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

СПРАВОЧНИК

МОСКВА
ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
1976

УДК 621.56./59.002.7(031)

В справочнике изложены основные сведения о материалах, оборудовании и механизмах, применяемых при монтаже.

Описан монтаж компрессоров, компрессорных агрегатов и холодильных машин, а также теплообменных и вспомогательных аппаратов, приборов автоматики. Рассмотрены вопросы наладки холодильного оборудования, а также выполнения такелажных, монтажно-сборочных и сварочных работ.

Справочник предназначен для инженерно-технических работников, занятых монтажом, наладкой и эксплуатацией холодильных установок.

Рецензенты: *В. И. Антоновский, П. В. Васильев.*

© Издательство «Пищевая промышленность», 1976 г.

Г $\frac{30316—074}{044(01)—76}$ 74—76

ПРЕДИСЛОВИЕ

В сооружении новых и расширении действующих холодильников и холодильных установок особая роль отводится строительной индустрии и, в частности, монтажному производству. Монтаж современных холодильных установок сложен и трудоемок.

В комплекс работ по монтажу технологического оборудования холодильников и холодильных установок входят работы по монтажу опорных и обслуживающих металлических конструкций и трубопроводов. Производительность труда при монтаже технологического оборудования и высокое его качество зависят главным образом от правильно выбранной технологии производства работ, прогрессивной их организации и механизации. Особенно эффективен поточно-совмещенный способ монтажа оборудования и строительных конструкций с предварительным укрупнением металлоконструкций и узлов трубопроводов с нанесенной на них тепловой изоляцией. Внедрение крупноблочного монтажа оборудования и коммуникаций вследствие уменьшения числа сборочных и сварочных операций, выполняемых на высоте, позволяет значительно сократить продолжительность монтажных работ.

Большой объем механомонтажных работ на строительстве холодильников и холодильных установок и сравнительная их сложность требуют своевременной и тщательной подготовки. В процессе подготовки монтажных работ выбирают способы монтажа, грузоподъемные средства для его выполнения, определяют степень индустриализации работ по изготовлению технологических металлоконструкций и трубопроводов, потребность в механизированных инструментах и др.

Наиболее эффективен монтаж технологического оборудования, металлоконструкций и трубопроводов с помощью стреловых самоходных кранов, а также мостовых кранов, кран-балок и электротельферов, предназначенных для эксплуатационных нужд.

Значительные резервы повышения производительности труда при монтаже холодильного оборудования заложены в индустриализации изготовления технологических трубопроводов и металлоконструкций

а также в применении прогрессивных специальных приспособлений и механизированного инструмента.

Пусковые и наладочные работы выполняют с целью освоения проектной мощности (достижения проектных температур) в нормативные сроки с выпуском качественной продукции в заданном ассортименте при запланированных технико-экономических показателях.

В справочнике приведены рекомендации прогрессивных и экономичных решений по монтажу и наладке технологического оборудования, индустриализации работ по изготовлению технологических трубопроводов, металлоконструкций и нестандартизированного оборудования.

При составлении справочника были использованы результаты работ научно-исследовательских, проектно-конструкторских, монтажных и пуско-наладочных организаций Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР (Минмонтажспецстрой СССР) и треста «Союзмясомолмонтаж» Министерства мясной и молочной промышленности СССР.

Критические замечания и предложения просьба направлять по адресу: 113035, М-35, Москва, 1-й Кадашевский пер., 12. Издательство «Пищевая промышленность».

ГЛАВА I

ПОДГОТОВКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Подготовку производства монтажных работ в монтажных организациях осуществляют отделы (или участки) подготовки производства, в состав которых входят технологическая и комплектовочная группы (прорабства), группа проектировщиков и сметчиков и мастерские монтажных заготовок (ММЗ).

Организационно-техническая подготовка, осуществляемая в соответствии со СНиП III—А.6—62, включает:

получение монтажной организацией проектно-сметной и технической документации от генподрядчика или заказчика;

разработку, согласование и утверждение в установленном порядке проекта производства монтажных работ;

организацию складов, открытых площадок для хранения и укрупнительной сборки технологического оборудования, узлов трубопроводов и металлоконструкций;

сооружение постоянных или временных подъездных путей, обеспечивающих нормальную подачу оборудования, конструкций и материалов в монтажную зону, а также перемещение и работу стреловых механизмов;

возведение необходимых для производства монтажных работ временных сооружений, производственных и бытовых помещений;

прокладку внешних сетей для подключения к строящемуся объекту электроэнергии, воды, пара и сжатого воздуха, необходимых для производства монтажных работ;

устройство внутреннего и наружного электроосвещения;

приемку необходимой для производства монтажных работ строительной готовности объекта;

комплектную поставку оборудования, узлов трубопроводов конструкций и материалов в необходимом объеме, предусмотренном проектом производства работ;

оснащение монтажной организации монтажными механизмами, транспортными средствами, приспособлениями и инструментами в объеме, предусмотренном проектом производства работ;

монтаж эксплуатационного и монтажного подъемно-транспортного оборудования, предназначенного для производства монтажных работ;

выполнение мероприятий по технике безопасности и охране труда.

ПРОЕКТНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ И МОНТАЖНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Проектную документацию на монтаж оборудования выдает монтажной организации генподрядчик (заказчик) комплектно в двух экземплярах по очередям строительства или отдельным объектам в сроки, установленные графиком, в составе и объеме согласно «Временной инструкции по разработке проектов и смет для промышленного строительства Госстроя СССР (СН 202—69)» и «Основным требованиям монтажных организаций к технической документации на вновь проектируемые предприятия системы Минмясомолпрома СССР, Минпищепрома СССР и Минрыбхоза СССР», утвержденным Минмонтажспецстроем СССР 10 сентября 1971 г. и согласованным с Союзпищепромпроектом Минпищепрома СССР, Главмясомолпромпроектом Минмясомолпрома СССР и управлением проектирования и капитального строительства Минрыбхоза СССР.

В состав рабочих чертежей должны входить:

заглавный лист с перечнем чертежей;

чертеж генерального плана с нанесенными на нем подземными и надземными коммуникациями, транспортными путями и др.;

рабочий или технорабочий проект холодильной установки, содержащий планы и разрезы машинного и аппаратного цехов (отделений), холодильных камер, схемы аммиачных (фреоновых), рассольных и водяных трубопроводов, пояснительная записка с расчетами и обоснованием выбора холодильного оборудования;

чертежи общих видов и узлов нетиповых технологических металлоконструкций, элементов и узлов технологических трубопроводов, а также нестандартизированного оборудования в объеме, необходимом для разработки деталировочных чертежей КМД и КТД;

перечни примененных стандартов, нормалей и чертежей типовых конструкций, узлов и деталей со ссылками на их номера;

ведомость объемов механомонтажных работ по объектам строительства и видам работ.

Планы и разрезы машинного и аппаратного цехов (отделений) и холодильных камер должны быть выполнены такими, чтобы все холодильное оборудование имело привязку к строительным осям и конструкциям.

В состав рабочих чертежей технологических трубопроводов должны входить: монтажно-технологические схемы; монтажные чертежи трубопроводов; нетиповые чертежи креплений трубопроводов; спецификации труб, арматуры и фасонных деталей.

Все трубопроводы, показанные на схемах, должны быть замаркированы по транспортируемым средам и линиям (участкам). На всех трубопроводах, изображенных на монтажно-технологической схеме, должно быть показано стрелкой направление движения транспортируемой среды (или направление слива). Трубопроводная арматура должна указываться в соответствии с условными графическими обозначениями, принятыми в ГОСТ 2.785—70.

Все трубопроводные детали и материалы должны приниматься в соответствии с действующими стандартами.

В монтажных чертежах должны быть показаны: привязочные размеры, высотные отметки (при этом они должны давать возможность определить положение трубопроводов в любой точке); укло-

ны трубопроводов; все крепления технологических трубопроводов с маркировкой их согласно сводной спецификации креплений; врезки приборов автоматического контроля и управления.

Рабочие чертежи металлоконструкций (КМ) должны выполняться в соответствии со СНиП II—В.3—72 «Стальные конструкции. Нормы проектирования», СНиП III—В.5—62 «Металлические конструкции. Правила изготовления, монтажа и приемки» и инструкцией ЦНИИпроектстальконструкции по составу и оформлению рабочих чертежей КМ (3-я редакция, вып. 5, ч. I).

Монтажной организации передается разработанная в составе технического проекта в соответствии с «Инструкцией о порядке составления и утверждения проектов организации строительства и проектов производства работ» (СН 47—74) часть проекта «Организация строительства» и паспорт проекта в объеме, предусмотренном СН 227—70.

Рабочие чертежи, выдаваемые монтажной организации, должны иметь штамп или надпись «Разрешен к производству работ» и подпись ответственного представителя заказчика.

Заказчик на время производства работ передает монтажной организации следующую техническую документацию заводов-изготовителей: комплектовочные ведомости; сборочные чертежи оборудования; маркировочные схемы на узлы и детали, поставляемые в разобранном виде; технические условия на изготовление, комплектование и поставку оборудования; инструкции по монтажу и пуску оборудования; акты ОТК на контрольную сборку, обкатку, испытание и приемку оборудования; формуляры с указанием допусков.

Проектную и техническую документацию на импортное оборудование, поступающую на иностранном языке, заказчик передает переведенной на русский язык.

К монтажно-технологической документации относятся проект производства монтажных работ и технологические карты на изготовление нестандартизированного оборудования и монтаж оборудования, поступающего в разобранном виде.

Проект производства работ разрабатывают на основе решений, принятых в проекте организации строительства. В проекте производства работ предусматривают прогрессивные и экономичные методы ведения работ, максимальную индустриализацию и механизацию производственных процессов. Проекты производства работ разрабатывают, как правило, специализированные проектно-конструкторские организации. При составлении технологических карт на изготовление нестандартизированного оборудования и монтаж оборудования, поступающего в виде отдельных узлов и деталей, предусматривают передовую технологию изготовления деталей и сборки, механизированные способы сварки, рациональные методы производства монтажных работ.

СМЕТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Смета на строительство (реконструкцию) является основным и неизменным документом на весь период строительства (реконструкции), на основе которого осуществляется финансирование и расчеты между подрядчиком и заказчиком за выполненные монтажные работы.

В состав документации, определяющей сметную стоимость строительства (реконструкции) холодильника (холодильной установки), входят:

сводная часть общей стоимости строительства (реконструкции) холодильника (холодильной установки);

сметы на отдельные объекты, входящие в комплекс строящегося холодильника (холодильной установки);

сметы, определяющие размер затрат на приобретение оборудования для каждого объекта и стоимость работ по его монтажу;

единичные расценки на монтажные работы, отсутствующие в ценниках на монтаж оборудования;

сметы на проектные и изыскательские работы.

Сметная стоимость монтажа оборудования, технологических трубопроводов и металлоконструкций определяется по соответствующим ценникам на монтаж, а сметная стоимость материалов, не учтенных ценниками, — по прейскурантным ценам с учетом заготовительно-складских расходов и плановых накоплений.

Заготовительно-складские расходы в процентах к сметной стоимости (франко-приобъектный склад) строительных и санитарно-технических материалов составляют 2%, оборудования — 1,2% и стальных конструкций — 0,75%. Предельная норма накладных расходов на монтаж оборудования и технологических трубопроводов составляет 70% к основной заработной плате рабочих, на монтаж металлоконструкций — 8,3% к сметной стоимости прямых затрат.

Сметную стоимость строительных и специальных строительных работ, связанных с монтажом, определяют по единым районным единичным расценкам (ЕРЕР). Средние нормы накладных расходов (в % к сметной стоимости прямых затрат) составляют: для Министерства пищевой промышленности СССР 13,0, Министерства мясной и молочной промышленности СССР 13,3, Министерства рыбного хозяйства СССР 14,8, Министерства торговли СССР 12,5, Министерства путей сообщения 15,8, Центросоюза 12,5.

Норма плановых накоплений установлена в размере 6% сметной стоимости прямых затрат и накладных расходов.

Стоимость изготовления нестандартизированного оборудования определяется по оптовым ценам, введенным в действие с 1 июля 1967 г., или по оптовым ценам впервые после 1 июля 1967 г., установленным Госкомитетом цен при Госплане СССР или министерствами СССР, а при отсутствии таких цен — по калькуляции заводов-поставщиков с учетом транспортных и заготовительно-складских расходов, наценок снабженческих и комплектующих организаций. Единичные расценки (калькуляции) на монтаж оборудования, впервые выпускаемого отечественной промышленностью и поставляемого по импорту, из-за отсутствия необходимых цен в ценниках составляют, руководствуясь методикой и нормативами НИИЭС Госстроя СССР.

В сметах к техническому (технорабочему) проекту проектные организации выделяют отдельные этапы строительно-монтажных работ в порядке, установленном временными указаниями «О порядке определения этапов работ в проектах на строительство объектов», утвержденными Госстроем СССР и введенными в действие с 1 октября 1969 г. Этапом считают технологически законченный комплекс строительно-монтажных работ, который устанавливают с таким расчетом, чтобы выполнение его обеспечивало завершение отдельных крупных частей зданий или сооружений, а также завершение работ

по монтажу технологического оборудования и сдачу их в эксплуатацию или создавало фронт для последующего осуществления строительно-монтажных работ этапами. Выполнение работ, предусмотренных в последнем этапе, должно обеспечить полное завершение строительства сооружения (здания) с оборудованием в проектном объеме и в сроки в соответствии с нормами продолжительности строительства (СН 440—72).

Количество этапов, их состав и сметная стоимость, как правило, определяет проектная организация. Однако при строительстве (реконструкции) небольших холодильных установок этапы устанавливает заказчик совместно с подрядными организациями. При определении этапов учитывают, что укрупненные расчеты между заказчиком и подрядчиком за выполненные строительно-монтажные работы производятся по объектам сметной стоимостью строительно-монтажных работ до 50 тыс. руб. после окончания строительства объекта в целом, а сметная стоимость строительно-монтажных работ, вошедших в состав этапа, должна быть не менее 50 тыс. руб.

Расчеты за законченные объекты и этапы работ без промежуточных платежей являются важнейшим звеном в осуществлении перехода на новый порядок планирования и экономического стимулирования строительного производства.

Сметы на строительство (реконструкцию) до утверждения подлежат предварительному рассмотрению и согласованию с подрядными организациями. При рассмотрении смет проверяют соответствие физических объемов работ в сметах проектным, а также правильность применения расценок, норм накладных расходов и плановых накоплений, учета дополнительных затрат, связанных с производством работ в специфических условиях и др.

Согласование смет с подрядными организациями производит заказчик проекта с участием проектной организации, которая по требованию подрядной организации предъявляет необходимые материалы, подтверждающие физические объемы и стоимость монтажных работ. Временной инструкцией по разработке проектов и смет для промышленного строительства, утвержденной Госстроем СССР 28 ноября 1969 г. (СН 202—69), установлены сроки рассмотрения и согласования подрядными организациями смет к техническому (технорабочему) проекту. Рассмотрение и согласование смет должны производиться не более 30 дней.

После согласования сметной стоимости строительства с подрядной организацией и утверждения проектно-сметной документации сметная стоимость этапа является окончательной.

ПРИЕМКА СТРОИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПОД МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ И КОНСТРУКЦИЙ

В зданиях и помещениях к началу монтажа оборудования должны быть выполнены работы по монтажу железобетонных конструкций, устройству стеновых заполнений, рабочих площадок, фундаментов и оснований под оборудование и металлоконструкций, каналов для прокладки трубопроводов, черных полов, а также изоляции и штукатурке стен. Помещения и фундаменты до начала монтажа освобождают от строительных лесов, опалубки и очищают от строительного мусора.

В зданиях или сооружениях, сдаваемых под монтаж оборудования, строительной организацией должны быть нанесены главные оси и высотные отметки.

Тщательной проверке подвергают при приемке фундаменты под компрессоры, компрессорные и насосные агрегаты, насосы, а также закладные детали для крепления потолочных и пристенных охлаждающих батарей, подвесных и навесных воздухоохладителей, элементов каркаса подвесных путей и конвейеров, трубопроводов и др.

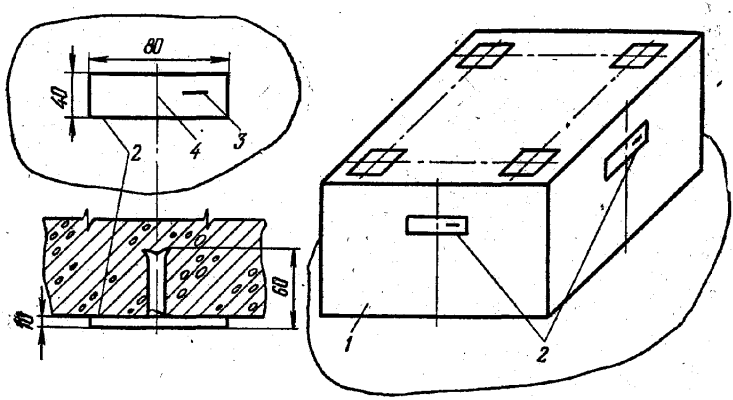


Рис. I—1. Планки для нанесения на фундаментах главных осей и высотных отметок:

1 — фундамент; *2* — планка; *3* — высотная отметка; *4* — осевая отметка

При монтаже каркаса подвесных путей и конвейеров на металлических консолях железобетонных колонн тщательно проверяют качество заделки металлических пластин в сборных железобетонных колоннах для приварки консолей и их высотные отметки.

Качество заделки пластин проверяют обстукиванием молотком (звук должен быть звонким, без дребезжания), высотные отметки — нивелиром или гидростатическим уровнем. На фундаментах до их сдачи под монтаж оборудования строительной организацией наносятся основные и вспомогательные оси и фиксируются высотные отметки. Фундаменты не должны иметь раковин, трещин и других дефектов, а фундаментные болты должны иметь чистую резьбу и быть без забоин и срезов. Фундаментные болты фиксируют в процессе бетонирования с помощью шаблона или кондуктора, которым пользуются также при приемке фундамента. Болты при бетонировании защищают от коррозии и предохраняют от повреждений.

Главные оси и высотные отметки на фундаментах наносят на металлических планках, забетонированных в тело фундамента (рис. I—1).

Фундаменты под оборудование и технологические металлоконструкции, устанавливаемые без подливки, должны сдаваться под монтаж с выровненной и зажелезненной поверхностью с высотной

отметкой, соответствующей проектной отметке основания оборудования (конструкции).

При приемке готовых фундаментов проверяют качество бетона по образцам (кубикам), чистоту колодцев для установки фундаментных болтов и геометрические размеры фундамента, отверстий и закладных деталей. Проверку производят по строительным рабочим чертежам и паспорту завода-изготовителя оборудования. Отклонения от проектных размеров не должны превышать (в мм): по продольным и поперечным осям фундаментов и колодцев анкерных болтов 20; основным размерам в плане 30; высотным отметкам поверхности фундамента без учета высоты подливки —30; размерам уступов в плане —20; размерам колодцев в плане +20; отметкам уступов в выемках и колодцах —20; осям анкерных болтов в плане 5; глубине колодцев для анкерных болтов +50; осям закладных анкерных устройств в плане 10; отметкам верхних торцов фундаментных болтов +20.

Непараллельность главных осей смежных фундаментов не должна превышать ±5 мм.

Готовность фундамента к производству монтажных работ оформляют актом с приложением исполнительной схемы, включающей основные и привязочные размеры и отметки фундамента, анкерных болтов, расположение металлических плашек и реперов или скоб, закрепленных на конструкциях здания, а также данные о качестве бетона.

Все замечания монтирующей организации и технадзора заказчика заносят в акт.

К моменту приемки теплоизоляционных оснований под монтаж постаментных воздухоохладителей должна быть выполнена армобетонная стяжка и должно быть оставлено отверстие в основании для монтажа трубопровода слива воды из поддона воздухоохладителя.

При приемке холодильных камер и других помещений под монтаж проверяют наличие и правильность оставленных проектных отверстий в перекрытиях, стенках и перегородках для прохода трубопроводов и металлоконструкций, а также монтажных проемов, предусмотренных проектом организации строительства и проектом производства монтажных работ. Акт готовности объекта к производству монтажных работ составляют представители строительной и монтирующей организаций в присутствии технадзора заказчика. К акту должна быть приложена геодезическая схема главных осей и реперов (высотных отметок) здания (сооружения) с указанием полезных нормативных нагрузок на междуэтажные перекрытия холодильников. В зависимости от высоты этажа и характера грузов полезная нормативная нагрузка колеблется от 2000 до 4000 кг/м² (для перекрытий над помещениями с подвесными путями от 2500 до 4500 кг/м²).

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КОМПЛЕКТАЦИЯ ОБЪЕКТА ОБОРУДОВАНИЕМ И МАТЕРИАЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ

Производственно-технологическую комплектацию всеми видами материально-технических ресурсов осуществляют на основании спецификаций на оборудование, основные и вспомогательные материалы, монтажные заготовки, монтажное оборудование, приспособления и

инструменты, входящие в состав проекта производства работ в строгом соответствии с установленными сроками ввода производственных мощностей и объектов строительства, технологической последовательностью и утвержденными графиками производства строительно-монтажных работ.

Группа производственно-технологической комплектации отдела (участка) подготовки производства работ монтажной организации обеспечивает комплектацию объекта оборудованием заводской поставки, нестандартизированным оборудованием, металлопрокатом, трубами, запорно-регулирующей арматурой, монтажными заготовками и вспомогательными материалами.

Особое внимание обращают на первоочередную поставку кранбалок, тельферов и лифтов, которые могут быть использованы в качестве грузоподъемных средств при монтаже оборудования, трубопроводов и металлоконструкций. Приемку технологического оборудования, запорно-регулирующей арматуры, приборов автоматического управления и контроля, устанавливаемых на линии трубопроводов до начала монтажных работ, осуществляют по внешнему осмотру.

Передача оборудования в процессе монтажа производится по заявкам монтажной организации в соответствии с принятой в ППР последовательностью производства монтажных работ и сроками согласованного графика. Заказчик до передачи оборудования в монтаж обязан проверить маркировку и соответствие оборудования заводским отгрузочным документам и техническим условиям на поставку, его комплектность, наличие и полноту заводской технической документации (паспорта, акты ОТК, технические условия на изготовление и поставку, инструкции по монтажу, наладке и эксплуатации), состояние оборудования, а также устранить выявленные повреждения, поломки и другие дефекты. Результаты осмотра оформляют актом (типовая форма ЦСУ № М-24). При выявлении в результате осмотра оборудования некомплектности, несоответствия техническим условиям поставки, неудовлетворительного состояния или плохого качества заказчик в установленном порядке предъявляет заводу-изготовителю рекламации.

Приемку оборудования в монтаж производят по внешнему осмотру без разборки его на узлы или детали. При приемке оборудования в монтаж проверяют:

соответствие оборудования чертежам проекта;

комплектность по заводским спецификациям или упаковочным ведомостям;

отсутствие поломок, повреждений и прочих видимых дефектов;

наличие и полноту технической документации заводов-изготовителей, необходимой для производства монтажных работ;

наличие специальных приспособлений и инструмента, поставляемых заводом-изготовителем.

Приемку оборудования в монтаж оформляют актом (типовая форма ЦСУ № М-25) за подписями представителей заказчика и монтажной организации. Одновременно заказчик передает монтажной организации заводскую техническую документацию (кроме паспортов на сосуды и аппараты, подведомственные органам Госгортехнадзора). О выявленных дефектах оборудования в процессе предмонтажной ревизии, монтажа и испытания составляют акт, в котором перечисляют обнаруженные дефекты, работы, подлежащие выполнению для устранения дефектов, исполнителей и сроки исполнения. Акт

подписывают представители заказчика, монтажной организации и завода-изготовителя.

Специальные материалы для производства монтажных работ заказчик передает на приобъектном складе, а для изготовления нестандартизированного оборудования доставляет их на завод или в мастерские монтажных заготовок (ММЗ) монтирующей организации. Одновременно заказчик передает сертификаты на материалы. Основные материалы поставки генподрядной организации (металлопрокат и трубы) должны передаваться одновременно с сертификатами на них на приобъектном складе. Для сокращения излишних транспортных перевозок материалы следует принимать непосредственно в ММЗ монтажной организации, где осуществляется централизованное изготовление монтажных заготовок (узлов трубопроводов, блоков подвесных путей и конвейеров, элементов металлоконструкций охлаждающих устройств, средств крепления трубопроводов и др.).

Комплектацию объектов монтажными заготовками, вспомогательными материалами поставки монтажной организации (электродами, прокладочными материалами, метизами и др.), монтажным оборудованием, приспособлениями и инструментами осуществляют на основании спецификаций к проекту производства монтажных работ и графиков изготовления монтажных заготовок в ММЗ или на заводах металлоконструкций и монтажных заготовок.

ПРЕДМОНТАЖНАЯ РЕВИЗИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И ЗАПОРНО-РЕГУЛИРУЮЩЕЙ АРМАТУРЫ

При длительном хранении оборудования на складах все законсервированные детали и узлы машин и аппаратов подвергают контрольному осмотру, вскрытию, ревизии и реконсервации в сроки, предусмотренные техническими условиями на изготовление, комплектование и поставку оборудования, а при их отсутствии — не реже одного раза в год.

Предмонтажной ревизии подлежат оборудование и аппараты, находящиеся на хранении у заказчика не менее 9 месяцев с момента их выпуска в том случае, если монтаж их намечен не позднее чем через 6 месяцев после производства работ по ревизии. Оборудование и аппараты, гарантийный срок хранения которых согласно заводским техническим условиям на поставку менее 9 месяцев, подлежат предмонтажной ревизии в сроки, указанные в технических условиях на изготовление, комплектование и поставку.

Предмонтажную ревизию выполняют силами и средствами как заказчика, так и подрядной организации. В соответствии с п. 83 инструкции ЦСУ СССР «О порядке составления статистической отчетности по капитальному строительству» работы по предмонтажной ревизии включают в объем подрядных работ. Работы по предмонтажной ревизии оборудования выполняет монтажная организация по отдельному договору с заказчиком.

Для производства работ по предмонтажной ревизии оборудования заказчик передает инструкции и паспорта заводов-изготовителей на ревизуемое оборудование, а также технические условия на изготовление, комплектование и поставку его, а также смету затрат, составленную на основании единичных расценок, в которых затраты труда определены по единым и ведомственным нормам и расценкам на монтаж оборудования. Перед началом разборки оборудования

тщательно подготавливают рабочее место, промыв и протерев место разборки и около него.

Во время разборки машины на узлы и детали соблюдают чистоту, каждую деталь тщательно промывают и насухо обтирают, пользуются специальными инструментами (соответствующими ключами, медными выколотками и т. п.). Не допускается разборка гаечных соединений зубилом и молотком.

При снятии детали, закрепленной несколькими гайками, вначале равномерно отпускают все гайки, затем сворачивают их с болтов или шпилек. Укладку снятых деталей производят в последовательности, удобной для сборки, а также таким образом, чтобы предотвратить повреждения деталей из-за падений, ударов и т. п. В снятых деталях болты с гайками, гайки и шпильки устанавливают на свои места.

В процессе предмонтажной ревизии оборудования проверяют, чтобы на обработанных деталях не было забоин и задиров, повреждения резьб на шпильках, болтах и гайках, а также, чтобы не были забиты грязью или какими-либо другими предметами. Кроме того, рабочие поверхности вкладышей подшипников не должны иметь рисок, люфт в подшипниках качения не должен превышать нормы и т. п. Тщательной проверке подвергают прокладки и сальниковые уплотнения, заменяют при необходимости смазку подшипников.

В процессе предмонтажной ревизии запорно-регулирующей арматуры проверяют наличие штурвала (маховичка), болтов, гаек, отсутствие трещин и раковин в корпусе, глубоких рисок на уплотнительных поверхностях запорного органа и фланцев, погнутостей шпинделя и др. Важной операцией при ревизии аммиачной арматуры является проверка качества набивки сальника. Сальниковая набивка должна быть уложена в гнезде отдельными кольцами, стыки их располагаться вразбежку, кольца — плотно обжаты. Для арматуры диаметром условного прохода до 100 мм высота обжатой сальниковой набивки должна позволять подтяжку до 20 мм, диаметром условного прохода более 200 мм — до 30 мм. Выявленные в период предмонтажной ревизии оборудования и запорно-регулирующей арматуры незначительные дефекты должны быть устранены. Затем повторно проверяют на легкость открывание и закрывание запорных устройств арматуры. Трубопроводную арматуру после прохождения предмонтажной ревизии подвергают испытанию на прочность и плотность. Корпус арматуры испытывают на прочность пробным давлением по ГОСТ 356—59. Запорное устройство проверяют на плотность по нормам герметичности, приведенным в ГОСТ 9544—60.

Предмонтажной ревизии не подвергают оборудование и запорно-регулирующую арматуру, поставляемые заводами-изготовителями в запломбированном виде.

ПРОЕКТ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ПРОЕКТ ПРОИЗВОДСТВА МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Основным этапом организационно-технической подготовки строительно-монтажных работ поточно-совмещенным скоростным способом является разработка проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства монтажных работ (ППР).

Проект организации строительства, разрабатываемый генеральной проектной организацией, содержит:

сводный календарный план строительства холодильника (холодильной установки);

данные об объемах основных строительных, монтажных и специальных строительных работ;

данные о потребности в материально-технических ресурсах и кадрах строителей и монтажников, необходимых для осуществления строительства;

строительный генеральный план с расположением постоянных и временных сооружений, железных и автомобильных дорог, систем инженерного обеспечения (энергетических, сантехнических и др.), площадок для хранения и укрупнительной сборки оборудования и конструкций, а также размещением основных грузоподъемных механизмов (башенных, козловых, самоходных стреловых кранов) и приведением их грузовысотных характеристик (грузоподъемность, вылет стрелы, высота подъема груза);

пояснительную записку, содержащую описание принятых методов производства строительно-монтажных работ, обоснование потребности в материально-технических ресурсах, кадрах, а также источников их покрытия.

Проект производства монтажных работ является составной частью проекта организации строительства и разрабатывается специализированной проектно-конструкторской организацией. Технически несложные работы могут быть выполнены силами служб подготовки производства монтажной организации.

В проектах производства монтажных работ, разрабатываемых в соответствии с требованиями действующих нормативных документов, должны быть отражены новейшие достижения науки и техники; передовой опыт монтажа; целесообразное совмещение общестроительных, монтажных и специальных строительных работ; методы и средства, обеспечивающие минимальные продолжительность, трудоемкость и стоимость монтажных работ.

В проекте организации строительства и проектах производства работ должны предусматриваться:

первоочередное выполнение подготовительных и общеплощадочных работ (устройство подъездных путей, планировка площадок и т. п.), необходимых для осуществления монтажных работ;

площадки для складирования и укрупнительной сборки оборудования, конструкций и трубопроводов;

выполнение монтажных работ индустриальными методами;

рациональное совмещение строительных, монтажных и специальных работ;

последовательность монтажа, обеспечивающая создание фронта работ для смежных строительно-монтажных организаций (по теплоизоляционным, электромонтажным и другим работам), а также поэтапная сдача отдельных законченных монтажом холодильных камер, этажей холодильника для производства наладочных работ;

механизация работ, исходя из максимального использования в первую очередь имеющихся на площадке грузоподъемных средств, широкого применения средств малой механизации и механизированного инструмента;

использование эксплуатационных подъемно-транспортных средств (кран-балок, тельферов, лифтов), предусмотренных проектом строящегося предприятия, для монтажа технологического оборудования, конструкций и узлов трубопроводов;

устройство площадок и навесов для приобъектного хранения оборудования, конструкций и материалов, а также площадок для укрупнительной сборки оборудования и конструкций;

устройство монтажных проемов для подачи оборудования, конструкций и узлов трубопроводов на проектные отметки;

использование строительных конструкций для крепления такелажной оснастки при подъеме и перемещении оборудования и временное размещение устанавливаемого оборудования и конструкций на перекрытиях с указанием допускаемых нагрузок;

обеспечение строительной площадки электроэнергией, водотеплоснабжением, канализацией, сжатым воздухом, необходимыми для производства монтажных работ;

освещение строительной площадки и отдельных объектов в соответствии с установленными нормами;

применение комплектных укрупненных блоков оборудования, конструкций и трубопроводов заводского изготовления и блоков, оптимально укрупненных на предприятиях и производственных базах монтажных организаций;

поточность производства монтажных работ при равномерной занятости рабочих, рациональной организации труда и равномерной загрузке основных монтажных механизмов;

применение средств оперативной связи (телефон, двусторонняя и громкоговорящая радиосвязь);

безопасные условия производства монтажных работ, соблюдение правил техники безопасности, обеспечение необходимых санитарно-бытовых условий и пожарной безопасности;

меры по обеспечению высокого качества монтажных работ.

Проект производства работ разрабатывают по заказу монтирующей организации на основании задания, содержащего:

необходимые сведения об объекте монтажа (наименование и состав монтируемого комплекса, технологическая проектная организация и др.);

сроки разработки ППР или его отдельных частей и сроки представления исходных данных (при разработке ППР специализированными проектно-конструкторскими организациями указанные сроки устанавливаются в договоре);

перечень организаций, с которыми должны быть согласованы организационно-технические решения, принятые в ППР.

В задании на разработку ППР указывают необходимость проведения авторского надзора. Задание на разработку ППР утверждает главный инженер монтажного треста или управления. Исходные данные для разработки ППР передает монтажная организация в сроки, обусловленные договором. Исходными данными являются:

перечни чертежей монтажно-технологической и строительной частей проекта;

генплан монтируемого объекта, монтажно-технологические чертежи, чертежи строительной части (общие виды, планы, разрезы зданий и сооружений, чертежи фундаментов под оборудование), чертежи оборудования и трубопроводов (общие виды и узлы);

спецификации монтируемого технологического, энергетического, подъемно-транспортного и другого оборудования, конструкций и трубопроводов;

сметы на монтаж оборудования, конструкций и трубопроводов;

проект организации строительства (ПОС);

перечень имеющихся в монтажной организации основных грузоподъемных и других монтажных средств;

сведения о сроках поставки, комплектности и степени заводской готовности оборудования, подлежащего монтажу;

заводские инструкции или технические условия на монтаж оборудования и трубопроводов;

рекомендуемые монтажной организацией методы производства работ.

При необходимости монтажная организация представляет проектной организации другие материалы, потребность в которых выявляется в процессе разработки ППР.

Техническая документация выдается организации, разрабатывающей ППР, в одном экземпляре и хранится в проектной организации до сдачи объекта в эксплуатацию.

Проект производства работ для всех объектов независимо от объема и сложности монтажных работ содержит:

титульный лист;

ведомость документов;

пояснительную записку;

ведомость объемов монтажных работ в стоимостном и натуральных измерителях; генеральный план монтажных работ; графики производства монтажных работ, движения рабочей силы по профессиям, работы механизмов, подачи в монтаж оборудования, конструкций и материалов;

технологические карты или схемы монтажа, укрупнительной сборки, транспортировки и др.;

ведомость потребных монтажных средств, материалов и энергоресурсов;

рабочие чертежи индивидуальных приспособлений, в том числе по технике безопасности, и подлежащих изготовлению и прокладке временных коммуникаций (вода, электроэнергия, пар, кислород, сжатый воздух и т. д.).

Пояснительная записка содержит:

общую часть со ссылкой на исходные данные;

краткую характеристику объекта и требования к его строительной готовности;

основные проектные решения и их обоснование;

оценку эффективности принятых новых методов монтажа, которая должна производиться сравнением рассмотренных вариантов по показателям продолжительности, трудоемкости и стоимости монтажных работ;

порядок испытания оборудования и трубопроводов и требования к их испытанию;

требования по контролю качества монтажных работ.

В генеральном плане монтажных работ отражены:

расположение строящихся зданий и сооружений, а также примыкающих к зоне монтажа зданий и сооружений, которые влияют на основные решения по организации площадки и производству монтажных работ;

железнодорожные пути и автодороги, как существующие, так и подлежащие возведению до начала монтажных работ, в том числе временные, с выделением путей, дорог и проездов, которые используются для передвижения монтажных механизмов и транспортировки в зону монтажа оборудования, конструкций и трубопроводов;

площадки для складирования и укрупнительной сборки оборудования, конструкций и трубопроводов с указанием стеллажей, стендов и др.;

места размещения временных помещений монтажной организации — производственных, административных, бытовых, складских, санитарно-гигиенического обслуживания работающих;

коммуникации (постоянные и временные), используемые для нужд монтажа (электроэнергии, водопровода, пара, сжатого воздуха, ацетилена, кислорода, канализации), с подводкой к местам потребления;

места установки прожекторов и других источников освещения, сборки и сварочных постов;

зоны действия и направления перемещения основных монтажных механизмов и транспортных средств;

разбивка объекта на очереди строительства.

На генплане монтажных работ приводят:

основные размеры зданий, сооружений, дорог, площадок, помещений; коммуникаций, их привязки и экспликации;

экспликации и размещение основного монтажного оборудования (только крупных механизмов, которыми определяются принятые решения по организации работ);

необходимые пояснения по вопросам, которые графически не удается показать.

Графики, входящие в состав ППР, разрабатывают сетевыми или линейными с учетом норм продолжительности строительства и директивных сроков монтажа по этапам или пусковому комплексу.

Схемы монтажа разрабатывают на следующие виды работ:

перемещение оборудования, металлоконструкций и трубопроводов в пределах монтажной зоны, их разгрузка и складирование;

установку оборудования металлоконструкций в проектное положение (с указанием грузовысотных характеристик монтажных механизмов), их выверку и закрепление;

монтаж трубопроводов с разбивкой их на участки и указанием способов и последовательности производства работ;

установку, испытание и демонтаж такелажных средств.

Схемы монтажа должны содержать указания и решения по способам и средствам объективного контроля положения поднимаемого оборудования, металлоконструкций и элементов оснастки, выверки и по установочно-сборочным допускам, требования и решения по обеспечению безопасных условий производства работ, а также включать спецификацию монтажных средств и материалов.

Все технические и организационные решения ППР разрабатывают с учетом действующих норм и правил техники безопасности и охраны труда. Необходимые указания или специальные требования содержатся как в графической части проекта, так и в пояснительной записке. Общие требования по технике безопасности и охране труда, приведенные в действующих нормативных документах, в ППР не включают. В состав ППР входит таблица определения трудовых затрат, составленная по ЕНиР и ВНиР, с приложением укрупненных калькуляций стоимости монтажа оборудования компрессорного цеха, камер хранения, замораживания и т. п.; расчет технико-экономической эффективности от внедрения ППР; смета затрат на его осуществление.

Согласованию подлежат следующие документы, входящие в состав ППР:

монтажный генплан и поэтажные планы — с генподрядчиком, дирекцией строящегося (действующего) предприятия и при совмещенном производстве работ — со смежными строительно-монтажными организациями;

график производства монтажных работ — с генподрядчиком и при необходимости со смежными строительно-монтажными организациями;

график передачи в монтаж оборудования — с дирекцией строящегося (действующего) предприятия;

график работы основных механизмов — со всеми организациями, которые используют эти механизмы.

Схемы монтажа технологического оборудования и конструкций в части мест и способов крепления такелажной оснастки и приложения нагрузок к строительным конструкциям, а также схемы раскладки оборудования и конструкций для временного хранения на перекрытиях — с генподрядчиком или с проектной организацией;

схемы монтажа подвесных путей и конвейеров — с проектной организацией и организацией, осуществляющей монтаж железобетонных конструкций;

схемы, предусматривающие переоборудование грузоподъемных механизмов или приложение к последним нагрузок, отличных от паспортных,— с организацией — разработчиком проекта или изготовителем грузоподъемного механизма;

технологические карты или схемы, предусматривающие отклонения от технических условий заводов-изготовителей оборудования, с заводом-изготовителем оборудования и дирекцией строящегося (действующего) предприятия.

Проект производства работ, выполняемый в действующих цехах, а также в непосредственной близости от взрыво- и пожароопасных помещений и сооружений, согласовывается с техническим руководителем действующего предприятия.

Согласование ППР или его отдельных документов осуществляют ответственные представители организаций в форме письма (протокола) либо подписями на титульных листах ППР, на ватманах, кальках или копиях соответствующих документов. Согласование ППР с генеральным подрядчиком и заказчиком осуществляют с участием монтажной организации.

Заверенные копии согласований прилагают к ППР, а оригиналы хранят в архиве с контрольным экземпляром.

Проекты производства работ должны рассматриваться на технических советах трестов или управлений — исполнителей работ и утверждаться главными инженерами трестов или управлений.

В случаях производственной необходимости проекты производства работ могут разрабатываться и утверждаться поэтапно с выдачей заказчику отдельных частей ППР в согласованные сроки.

Привязка проектов повторного применения к конкретным условиям подлежит согласованию и утверждению в том же порядке, что и вновь разрабатываемых ППР.

До выдачи ППР в производство руководители монтажной организации должны обеспечить изучение производственным персоналом (службами подготовки производства и техники безопасности, линейными инженерно-техническими работниками, бригадирами и др.)

основных решений проекта, что должно быть оформлено соответствующей записью в журнале производства монтажных работ.

При изучении ППР рекомендуется проигрывать на схемах или макете с непосредственными исполнителями работ основные организационно-технические решения и возможные ситуации. Отступления от проекта производства работ допускаются только по согласованию с проектной организацией, разработавшей ППР.

Авторский надзор осуществляется за выполнением сложных монтажных работ, а также в случаях, указанных в заданиях на разработку ППР.

При выявлении грубых отклонений от ППР, из-за которых может произойти авария или несчастный случай, персонал авторского надзора имеет право приостановить работы с уведомлением об этом руководителя монтажной организации и записью в журнале производства монтажных работ.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ НА МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ ОХЛАЖДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Технологические карты разрабатывают на монтаж сложного оборудования, поступающего в разобранном виде, изготовление и монтаж охлаждающих устройств новых конструкций, выполняемых новыми методами. Технологическая карта на монтаж оборудования содержит мероприятия, связанные с подготовкой к монтажу, требования к поставке и транспортировке оборудования, требования к строительной готовности помещения под монтаж оборудования, указания о последовательности, методах производства работ и организации труда, схемы монтажа оборудования, таблицы потребности в механизмах, приспособлениях, инструменте и вспомогательных материалах, графики производства работ, потребности в кадрах монтажников и калькуляции трудовых затрат. В составе технологической карты разрабатываются мероприятия по безопасному выполнению работ, методы испытания смонтированного оборудования.

Технологическая карта на изготовление охлаждающих батарей включает порядок выполнения подготовительных работ, приемки материалов для изготовления деталей, погрузочно-разгрузочных и транспортных работ. Разрабатывают технологию разметки и резки деталей, сборочных и сварочных работ, укрупнительной сборки и сварки элементов батарей в максимально возможные транспортабельные блоки, а также испытания и приемки блоков охлаждающих батарей. В каждой операционной монтажно-технологической карте, входящей в состав технологической карты на изготовление устройства, определяют механизмы и приспособления, рабочий и мерительный инструменты, необходимые для выполнения каждой технологической операции. Приводят допуски при обработке, сборке и сварке деталей и узлов охлаждающих батарей.

ЦПКБ Главлегпродмонтажа Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР разработаны и монтажными организациями разных министерств и ведомств используются технологические карты на изготовление и монтаж охлаждающих панельных батарей конструкции Гипрохолода, охлаждающих устройств по ГОСТ 17645—72 и ГОСТ 18983—73, на монтаж основных теплообменных аппаратов, скороморозильных аппаратов типов ГКА, ФМБ и ФБМ.

ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНОЙ ПЛОЩАДКИ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ МОНТАЖНЫХ ЗАГОТОВОК

В соответствии с ППР осуществляют организацию монтажной площадки, включающей комплекс производственных и бытовых зданий, площадок для временного складирования и укрупнительной сборки оборудования, узлов трубопроводов и элементов металлоконструкций, обеспечивающих нормальное производство монтажных работ на объекте строительства (реконструкции) холодильника.

В состав комплекса входят приобъектные мастерские монтажных заготовок (ММЗ), конторские помещения для линейного персонала, бытовые помещения для рабочих (гардеробные, душевые, помещения для отдыха, приема пищи и обогрева в зимнее время), складские помещения для хранения монтажных механизмов, приспособлений, инструментов и материалов, требующих закрытого хранения, временные коммуникации и устройства для подачи электроэнергии, воды, сжатого воздуха, ацетилена, кислорода к рабочим местам и др. До начала работ на территории монтажной площадки определяют опасные для работы и прохода людей зоны. Последние ограждают и снабжают предупреждающими надписями.

Места производства работ, особо опасные в пожарном отношении (рядом с незащищенной теплоизоляцией), оборудуют противопожарными средствами, а работы выполняют в присутствии дежурного пожарной охраны строительства (действующего предприятия). Для оказания первой медицинской помощи работающим монтажную площадку снабжают аптечками с необходимым набором медикаментов, перевязочных средств и т. п.

Изготовление монтажных заготовок (узлов и прямолинейных секций трубопроводов, элементов металлоконструкций и др.) и нестандартизированного оборудования осуществляют на заводах металлоконструкций и монтажных заготовок либо в центральных мастерских монтажных заготовок (ЦММЗ) монтажного управления. К организации приобъектных мастерских монтажных заготовок для обеспечения объекта монтажными заготовками прибегают в тех случаях, когда завод металлоконструкций и монтажных заготовок и ЦММЗ находятся на значительном расстоянии от монтируемого объекта и транспортировка заготовок является нерентабельной. При таком решении все необходимые для изготовления металлоконструкций и трубопроводов материалы поступают непосредственно на строящийся объект, в приобъектные мастерские монтажных заготовок. Помещения под мастерские сооружают сборно-разборного типа по имеющимся типовым проектам либо используют на период производства монтажных работ помещения ремонтно-механического цеха строящегося холодильника (пищевого предприятия).

При организации централизованного изготовления монтажных заготовок предусматривают:

разделение большинства операций на простые элементарные;

выполнение основной массы операций по потоку производства без создания встречных направлений движению заготовок и деталей (элементов) от операции к операции;

резерв деталей и элементов на рабочих местах с целью обеспечения ритмичности производства;

перемещение заготовок, деталей и элементов от одной операции к другой кратчайшим путем с соблюдением необходимого ритма;

максимальную механизацию всех технологических процессов, включая транспортные и сборочные;

изготовление в потоке только плоских узлов трубопроводов и плоских элементов пространственных узлов.

Технологический процесс изготовления узлов и прямолинейных секций трубопроводов состоит из четырех основных стадий: подготовительной (подбор труб и деталей, подготовка трубопроводной арматуры и деталей), обработки труб (резка, гибка, обработка кромок), сборки (сборка и сварка элементов, сборка и сварка узлов), заключительной (испытание, контроль качества, маркировка).

Поточно-механизированный метод изготовления технологических металлоконструкций предусматривает выполнение подготовительных операций (очистка и правка, разметка и резка металлопроката) с последующим разделением потока на две линии: изготовления листовых и решетчатых металлоконструкций. Подробное описание поточно-механизированных линий для изготовления узлов и прямолинейных секций трубопроводов, листовых и решетчатых металлоконструкций, а также нестандартизированного оборудования приводятся в главах XI и XII.

СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Способы монтажа оборудования, технологических металлоконструкций и трубопроводов подразделяют: в зависимости от последовательности производства строительно-монтажных работ — на поточно-совмещенный и последовательный; в зависимости от организации производства монтажных работ — на крупноблочный, поточный (поточно-узловой) и бесподкладочный.

Поточно-совмещенный способ производства строительных и монтажных работ является наиболее прогрессивным и экономичным и требует тщательной инженерной подготовки. Выполнение работ осуществляется строго по разработанному графику, согласованному со всеми строительно-монтажными организациями, участвующими в строительстве, а также с заказчиком, обеспечивающим поставку оборудования и специальных материалов в согласованные сроки.

Поточно-совмещенный способ монтажа[1] предусматривает определенную последовательность производства строительно-монтажных работ. Сначала сооружают фундаменты и этажерки (площадки) под технологическое оборудование, монтируют колонны и другие конструкции. После установки в проектное положение оборудования, опорных и обслуживающих металлоконструкций выполняют работы по устройству ограждающих стеновых конструкций. Монтаж узлов и плетей трубопроводов производят до монтажа плит перекрытия (покрытия). Аналогично выполняют строительно-монтажные работы на последующих этажах многоэтажных зданий. В процессе монтажа оборудования, трубопроводов и металлоконструкций обеспечивают прочность и устойчивость элементов конструкций здания. При применении поточно-совмещенного способа исключается необходимость устройства монтажных проемов и временных выносных площадок,

[1] Гальперин Д. М. Обобщение опыта монтажа холодильного оборудования пищевых предприятий поточно-совмещенным способом (обзор). М., 1970, с. 3—28.

оборудование и конструкции устанавливают в проектное положение при помощи основных строительных и монтажных кранов, что значительно снижает трудозатраты на монтаже и повышает безопасность выполняемых работ. Кроме того, значительно сокращаются сроки строительства объектов в результате того, что строительство здания и монтаж оборудования и трубопроводов осуществляют параллельно и заканчивают почти одновременно, тогда как при монтаже оборудования в законченном строительством здании продолжительность общестроительных работ и монтажа оборудования суммируются. Некоторые схемы монтажа холодильного оборудования поточно-совмещенным способом представлены на рис. I—2, I—3.

Эффективность поточно-совмещенного способа монтажа оборудования объясняется рядом факторов, основными из которых являются:

укрупнение оборудования, трубопроводов и конструкций на площадках для укрупнительной сборки; повышение уровня механизации и коэффициента использования грузоподъемных кранов по грузоподъемности и времени;

непрерывное и равномерное возведение объектов и потребление трудовых и материально-технических ресурсов;

сокращение материальных и трудовых ресурсов на изготовление индивидуальных такелажных средств.

Применение поточно-совмещенного способа монтажа позволяет повысить производительность труда в 1,5—1,6 раза и снизить себестоимость монтажных работ в 1,3—1,35 раза.

Последовательный способ применяют при монтаже оборудования, которое по техническим условиям может быть установлено только в законченных строительством зданиях и помещениях, а также при незначительных объемах монтажных работ. Схема монтажа потолочной охлаждающей батареи последовательным способом с помощью ручных рычажных лебедок показана на рис. I—4.

Крупноблочный способ обеспечивает минимальные сроки монтажа за счет поставки оборудования заводами-изготовителями в виде крупных комплектных блоков либо укрупнительной сборки на монтажной площадке до представления фронта работ для установки оборудования и коммуникаций.

Экономический эффект $Э$ при перенесении технологических процессов изготовления и сборки с монтажной площадки (при создании транспортабельных комплектных блоков технологического оборудования) на производственные базы монтажных организаций, состоящих на стройбалансе, с учетом типовой методики по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительстве (СН 423—71) определяют:

$$Э = (П_1 - П_2) + E_{н.п} Ф (T_н - T_ф), \qquad (I\text{-}1)$$

где $П_1$ и $П_2$ — приведенные затраты в строительстве на монтаж технологического оборудования, трубопроводов и металлоконструкций в условиях строительно-монтажной площадки и промбазы монтажной организации;

$E_{н.п}$ — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений для отрасли, к которой относится объект, введенный в эксплуатацию;

$Ф$ — стоимость производственных фондов, досрочно введенных в действие;

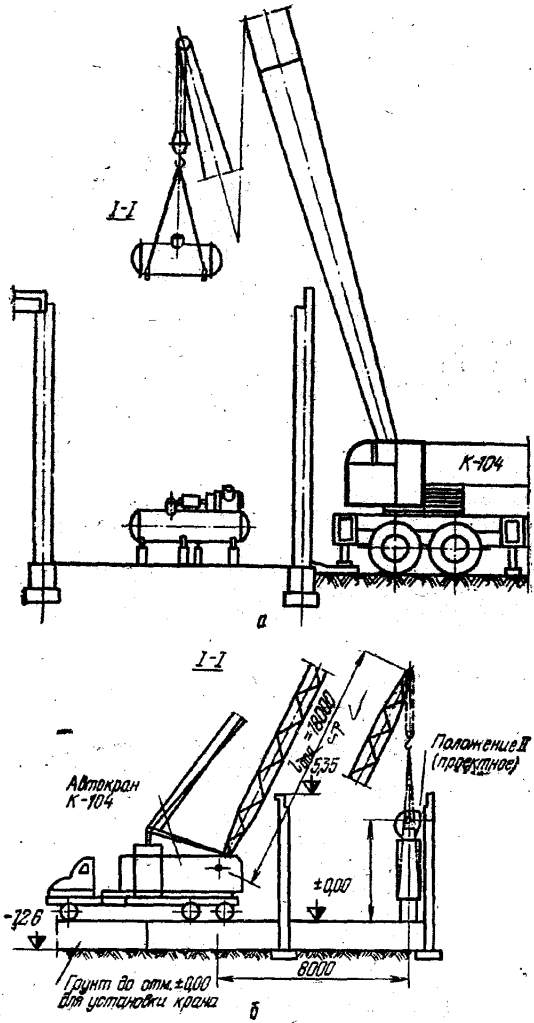


Рис. I—2. Схемы монтажа холодильного оборудования поточно-совмещенным способом с помощью автомобильного крана К-104:

а — ресивера; *б* — постаментного рассольного воздухоохладителя

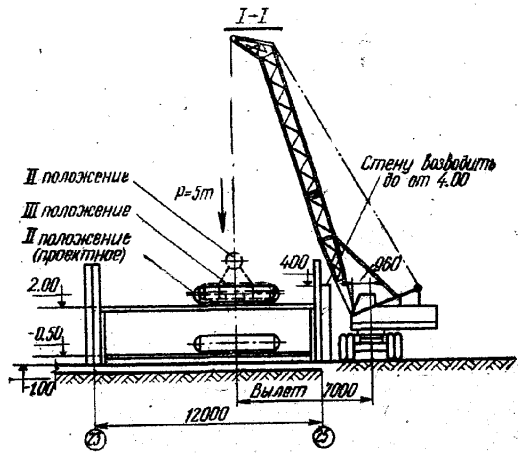


Рис. I—3. Схема монтажа горизонтального кожухотрубного конденсатора поточно-совмещенным способом

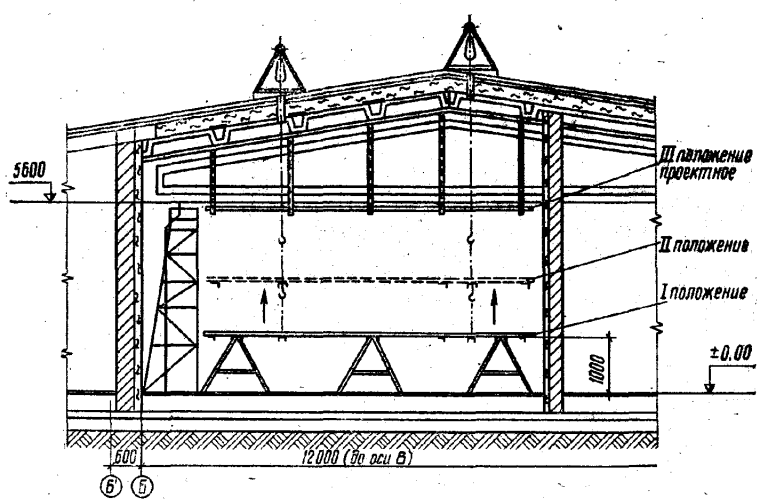


Рис. I—4. Схема монтажа потолочной охлаждающей батареи последовательным способом с помощью ручных рычажных лебедок

$T_н$ и $T_ф$ — нормативная и фактическая продолжительность строительства по сравниваемым вариантам.

Приведенные затраты определяют при объеме эффективности совершенствования конструктивных решений:

$$П = C + E_{н.с}K,$$

где C — себестоимость единицы продукции;

$E_{н.с}$ — нормативный коэффициент эффективности в строительстве;

K — капитальные затраты (стоимость фондов) на единицу годового выпуска продукции (фондоемкость).

Первый компонент зависимости $(П_1 - П_2)$ учитывает разницу приведенных затрат в строительстве; второй — $E_{н.п}Ф(T_н - T_ф)$ характеризует экономический эффект от ускорения ввода в действие производственного объекта.

Экономический эффект от перенесения со строительно-монтажных площадок технологических процессов по изготовлению и укрупнительной сборке оборудования (созданию транспортабельных комплектных блоков технологического оборудования) на машиностроительные предприятия предложено автором определять по формуле:

$$Э_1 = (K_1 - K_2) + [E_{н.п}Ф(T_н - T_ф)] - E_{н.п}K_д, \qquad (I\text{-}2)$$

где K_1 — капиталовложения на строительство объекта при варианте монтажа оборудования и трубопроводов непосредственно на строительно-монтажной площадке;

K_2 — капиталовложения на строительство объекта при варианте монтажа транспортабельных комплектных блоков оборудования;

$E_{н.п}$ — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений для отрасли, к которой относится объект, введенный в эксплуатацию;

$Ф$ — стоимость производственных фондов, досрочно введенных в действие;

$T_н$ и $T_ф$ — нормативная и фактическая продолжительность строительства по сравниваемым вариантам;

$K_д$ — дополнительные капиталовложения на расширение и реконструкцию заводов-изготовителей оборудования.

Первый компонент зависимости $(K_1 - K_2)$ учитывает разницу в размере капиталовложений на строительство объекта за счет перенесения работ по изготовлению и укрупнительной сборке оборудования со строительно-монтажной площадки на машиностроительные предприятия, а также изменения архитектурно-планировочных решений; второй — $E_{н.п}Ф(T_н - T_ф)$ характеризует экономический эффект от ускорения ввода в действие производственного объекта; третий $E_{н.п}K_д$ — дополнительные капитальные затраты на приращение фондов машиностроительных предприятий.

Поточный (поточно-узловой) способ предусматривает специализацию бригад при монтаже одинакового оборудования (подвесные и наклонные конвейеры, подвесные монорельсовые пути, скороморозильные агрегаты и аппараты и т. п.) и способствует повышению производительности труда и качества монтажных работ.

Поточно-узловой способ является комплексом организационных приемов монтажа, основанных на глубоком планировании монтажного производства, обеспечивающим высокую организованность техно-

логического процесса, ликвидацию потерь времени, труда и ресурсов производства в результате устранения его неритмичности и непрерывности.

Поточно-узловой способ монтажа технологического оборудования базируется на следующих основных принципах:

комплексные монтажные процессы разбивают на частные процессы, специализированные по технологическому признаку;

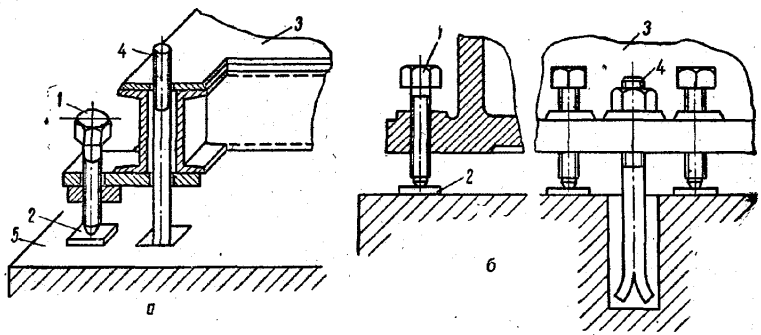


Рис. I—5. Регулировочные устройства:

а — для стальных сварных конструкций; *б* — для литых конструкций; *1* — винт регулировочный; *2* — подкладка; *3* — основание оборудования; *4* — фундаментный болт; *5* — фундамент

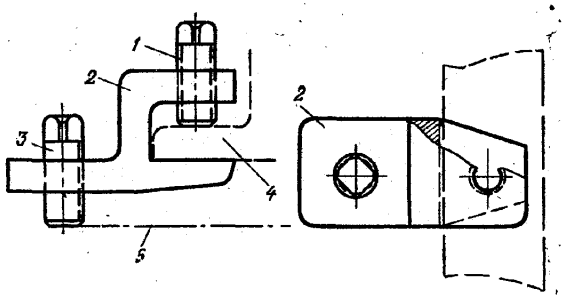


Рис. I—6. Приспособление для бесподкладочного монтажа оборудования:

1 — зажимной винт; *2* — струбцина; *3* — установочный винт; *4* — основание машины; *5* — фундамент

бригада (звено) постоянного состава выполняет технологический цикл, последовательно и непрерывно переходя с одной единицы оборудования на другую;

каждый цикл работ выполняют в течение одного и того же отрезка времени;

увязку смежных технологических циклов во времени и пространстве производят из расчета максимального сокращения сроков

монтажа и обеспечения непрерывного развития каждого технологического цикла в течение всего периода монтажа технологического оборудования;

работу внутри бригады (звена), выполняющей определенный технологический цикл, строят из расчета обеспечения полной загрузки рабочего и применяемых средств механизации, обеспечения постоянного роста производительности труда.

Монтаж технологического оборудования поточно-узловым способом позволяет сократить трудоемкость на 16,5%, обеспечить экономию заработной платы на монтаже на 14,2%.

Бесподкладочный способ выверки оборудования с помощью регулировочных устройств, вмонтированных в основания машин и металлоконструкций (рис. I—5), в сочетании с применением специальных приспособлений (рис. I—6) обеспечивает повышение производительности труда и сокращение продолжительности монтажа оборудования.

ГЛАВА II

МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ МОНТАЖЕ И НАЛАДКЕ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

СТАЛЬ

Из стали углеродистой обыкновенного качества изготовляют сортовой, фасонный, толстолистовой и тонколистовой прокат. В зависимости от назначения сталь подразделяют на три группы: А — поставляемую по механическим свойствам; Б — по химическому составу; В — по механическим свойствам и химическому составу.

В зависимости от нормируемых показателей (временного сопротивления, относительного удлинения, предела текучести, изгиба в холодном состоянии, содержания химических элементов и др.) сталь каждой группы подразделяют на категории: группа А — 1, 2, 3; группа Б — 1, 2; группа В — 1, 2, 3, 4, 5, 6. Сталь обыкновенного качества изготовляют марок: группы А — Ст. 0, Ст. 1, Ст. 2, Ст. 3, Ст. 4, Ст. 5, Ст. 6, группы Б — БСт. 0, Бст. 1, БСт. 2, БСт. 3, БСт. 4, БСт. 5, БСт. 6, группы В — ВСт. 2, ВСт. 3, ВСт. 4, ВСт. 5.

Сталь всех групп марок Ст. 1, Ст. 2, Ст. 3 и Ст. 4 изготовляют кипящей, полуспокойной и спокойной, марок Ст. 5, Ст. 6 — полуспокойной и спокойной.

Основные механические свойства стали группы А при растяжении, условия испытания на изгиб в холодном состоянии, химический состав стали группы Б и нормы ударной вязкости стали группы В приведены в ГОСТ 380—71. «Марки и общие технические требования. Сталь углеродистая обыкновенного качества».

Выбор марок сталей для изготовления металлических конструкций производят по табл. XII—1.

В соответствии с номенклатурой Союзглавметалла Государственного комитета Совета Министров СССР по материально-техническому снабжению установлена следующая сортность прокатной стали обыкновенного качества.

Крупносортная сталь: круглая диаметром свыше 30 мм; квадратная со стороной квадрата свыше 30 мм; полосовая шириной свыше

Таблица II—1

Номер балки двутавровой	Размеры, мм			Масса, кг/м	Площадь сечения, $см^2$	Справочные величины для осей					
						$x-x$			$y-y$		
	высота	ширина	толщина			I_x, $см^4$	W_x, $см^3$	i_x, см	I_y, $см^4$	W_y, $см^3$	i_y, см
10	100	55	4,5	9,46	12,0	198	39,7	4,0	17,9	6,49	1,22
12	120	64	4,8	11,5	14,7	350	58,4	4,88	27,9	8,72	1,38
14	140	73	4,9	13,7	17,4	572	81,7	5,73	41,9	11,5	1,55
16	160	81	5,0	15,9	20,2	873	109,0	6,57	58,6	14,5	1,70
18	180	90	5,1	18,4	23,4	1 290	143,0	7,42	82,6	18,4	1,88
18а	180	100	5,1	19,9	25,4	1 430	159,0	7,51	114,0	22,8	2,12
20	200	100	5,2	21,0	26,8	1 840	184,0	8,28	115,0	23,1	2,07
20а	200	110	5,2	22,7	28,9	2 030	203,0	8,37	155,0	28,2	2,32
22	220	110	5,4	24,0	30,6	2 550	232,0	9,13	157,0	28,6	2,27
22а	220	120	5,4	25,8	32,8	2 790	254,0	9,22	206,0	34,3	2,50
24	240	115	5,6	27,3	34,8	3 460	289,0	9,97	198,0	34,5	2,37
24а	240	125	5,6	29,4	37,5	3 800	317,0	10,1	260,0	41,6	2,63
27	270	125	6,0	31,5	40,2	5 010	371,0	11,2	260,0	41,5	2,54
27а	270	135	6,0	33,9	43,2	5 500	407,0	11,3	337,0	50,0	2,80
30	300	135	6,5	36,5	46,5	7 080	472,0	12,3	337,0	49,9	2,69
30а	300	145	6,5	39,2	49,9	7 780	518,0	12,5	436,0	60,1	2,95
33	330	140	7,0	42,2	53,8	9 840	597,0	13,5	419,0	59,9	2,79
36	360	145	7,5	48,6	61,9	13 380	743,0	14,7	516,0	71,1	2,89

Таблица II—2

Номер швеллера	Размеры, мм			Масса, кг/м	Площадь сечения, $см^2$	Справочные величины для осей					
						$x-x$			$y-y$		
	высота	ширина	толщина			I_x, $см^4$	W_x, $см^3$	i_x, см	I_y, $см^4$	W_y, $см^3$	i_y, см
10	100	55	4,5	9,46	12,0	198	39,7	4,06	17,9	6,49	1,22
12	120	64	4,8	11,50	14,7	350	58,4	4,88	27,9	8,72	1,38
14	140	73	4,9	13,70	17,4	572	81,7	5,73	41,9	11,50	1,55
16	160	81	5,0	15,90	20,2	873	109,0	6,57	58,6	14,50	1,70
18	180	90	5,1	18,40	23,4	1290	143,0	7,42	82,6	18,40	1,88
18а	180	100	5,1	19,90	25,4	1430	159,0	7,51	114,0	22,80	2,12
20	200	100	5,2	21,00	26,8	1840	184,0	8,28	115,0	23,10	2,07

Продолжение табл. II—2

Номер швеллера	Размеры, мм			Масса, кг/м	Площадь сечения, см²	Справочные величины для осей					
						x—x			y—y		
	высота	ширина	толщина			I_x, см⁴	W_x, см³	i_x, см	I_y, см⁴	W_y, см³	i_y, см
22а	200	110	5,2	22,70	28,9	2 030	203,0	8,37	155,0	28,20	2,32
22	220	110	5,4	24,00	30,6	2 550	232,0	9,13	157,0	28,60	2,27
22а	220	120	5,4	25,80	32,8	2 790	254,0	9,22	206,0	34,30	2,50
24	240	115	5,6	27,30	34,8	3 460	289,0	9,97	198,0	34,50	2,37
24а	240	125	5,6	29,40	37,5	3 800	317,0	10,10	260,0	41,60	2,63
27	270	125	6,0	31,50	40,2	5 010	371,0	11,20	260,0	41,50	2,54
27а	270	135	6,0	33,90	43,2	5 500	407,0	11,30	337,0	50,00	2,80
30	300	135	6,5	36,50	46,5	7 080	472,0	12,30	337,0	49,90	2,69
30а	300	145	6,5	39,20	49,9	7 780	518,0	12,50	436,0	60,10	2,95
33	330	140	7,0	42,20	53,8	9 840	597,0	13,50	419,0	59,90	2,79
36	360	145	7,5	48,60	61,9	13 380	743,0	14,70	516,0	71,10	2,89

Таблица II—3

Номер профиля	Размеры, мм		Площадь сечения, см²	Масса, кг/м	I_x, см⁴	i_x, см	Z_0, см
	ширина	толщина					
2	20	3	1,13	0,89	0,40	0,59	0,60
		4	1,46	1,15	0,50	0,58	0,64
2,5	25	3	1,43	1,12	0,81	0,75	0,73
		4	1,86	1,46	1,03	0,74	0,76
2,8	28	3	1,62	1,27	1,16	0,85	0,80
3,2	32	3	1,86	1,46	1,17	0,97	0,89
		4	2,43	1,91	2,26	0,96	0,94
3,6	36	3	2,10	1,65	2,56	1,10	0,99
		4	2,75	2,16	3,29	1,09	1,04
4	40	3	2,35	1,85	3,55	1,23	1,09
		4	3,08	2,42	4,58	1,22	1,13
		5	3,79	2,97	5,53	1,20	1,17
4,5	45	3	2,65	2,08	5,13	1,39	1,21
		4	3,48	2,73	6,63	1,38	1,26
		5	4,29	3,37	8,03	1,37	1,30

Продолжение табл. II—3

Номер профиля	Размеры, мм		Площадь сечения, $см^2$	Масса, кг/м	I_x, $см^4$	i_x, см	Z_0, см
	ширина	толщина					
5	50	3	2,96	2,32	7,11	1,55	1,33
		4	3,89	3,05	9,21	1,54	1,38
		5	4,80	3,77	11,20	1,53	1,42
5,6	56	4	4,38	3,44	13,1	1,73	1,52
		5	5,41	4,25	16,0	1,72	1,57
6,3	63	4	4,96	3,90	18,9	1,95	1,69
		5	6,13	4,81	23,1	1,94	1,74
		6	7,28	5,72	27,1	1,93	1,78
7	70	4,5	6,20	4,87	29,0	2,16	1,88
		5	6,86	5,38	31,9	2,16	1,90
		6	8,15	6,39	37,6	2,15	1,94
		7	9,42	7,39	43,0	2,14	1,99
		8	10,70	8,37	48,2	2,13	2,02
7,5	75	5	7,39	5,80	39,5	2,31	2,02
		6	8,78	6,89	46,6	2,30	2,06
		7	10,10	7,96	53,3	2,29	2,10
		8	11,50	9,02	59,8	2,28	2,15
		9	12,80	10,10	66,1	2,27	2,18
8	80	5,5	8,63	6,78	52,7	2,47	2,17
		6	9,38	7,36	57,0	2,47	2,19
		7	10,80	8,51	65,3	2,45	2,23
		8	12,30	9,65	73,4	2,44	2,27
9	90	6	10,6	8,33	82,1	2,78	2,43
		7	12,3	9,64	94,3	2,77	2,47
		8	13,9	10,90	106	2,76	2,51
		9	15,6	12,20	118	2,75	2,55
10	100	6,5	12,8	10,1	122	3,09	2,68
		7	13,8	10,8	131	3,08	2,71
		8	15,6	12,2	147	3,07	2,75
		10	19,2	15,1	179	3,05	2,83
		12	22,8	17,9	209	3,03	2,91
		14	26,3	20,6	237	3,00	2,99
		16	29,7	23,3	264	2,98	3,06
11	110	7	15,2	11,9	176	3,40	2,96
		8	17,2	13,5	198	3,39	3,00

Номер профиля	Размеры, мм				Масса, кг/м	Площадь сечения, см²	Справочные	
	ширина полки		толщина полки	радиус закругления			x—x	
	B	b					I_x, см⁴	i_x, см
2,5/1,6	25	16	3	3,5	0,91	1,16	0,70	0,78
3,2/2	32	20	3	3,5	1,17	1,49	1,52	1,01
			4		1,52	1,94	1,93	1,00
4/2,5	40	25	3	4,0	1,48	1,89	3,06	1,27
			4		1,94	2,47	3,93	1,26
4,5/2,8	45	28	3	5,0	1,68	2,14	4,41	1,43
			4		2,20	2,80	5,68	1,42
5/3,2	50	32	3	5,5	1,90	2,42	6,17	1,60
			4		2,49	3,17	7,98	1,59
5,6/3,6	56	36	3,5	6,0	2,48	3,16	10,1	1,79
			4		2,81	3,58	11,4	1,78
			5		3,46	4,41	13,8	1,77
6,3/4,0	63	40	4	7,0	3,17	4,04	16,3	2,01
			5		3,91	4,98	19,9	2,00
			6		4,63	5,90	23,3	1,99
			8		6,03	7,68	29,6	1,96
7/4,5	70	45	4,5	7,5	3,98	5,07	25,3	2,23
			5		4,39	5,59	27,8	2,23
7,5/5	75	50	5	8,0	4,79	6,11	34,8	2,39
			6		5,69	7,25	40,9	2,38
			8		7,43	9,47	52,4	2,35
8/5	80	50	5	8,0	4,99	6,36	41,6	2,56
			6		5,92	7,55	49,0	2,55
9/5,6	90	56	5,5	9,0	6,17	7,86	65,3	2,88
			6		6,70	8,54	70,6	2,88
			8		8,77	11,20	90,9	2,85
10/6,3	100	63	6	10,0	7,53	9,59	98,3	3,20
			7		8,70	11,10	113,0	3,19
			8		9,87	12,60	127,0	3,18
			10		12,10	15,50	154,0	3,15
11/7	110	70	6,5	10	8,98	11,4	142	3,53
			7		9,64	12,3	152	3,52
			8		10,9	13,9	172	3,51

Таблица II—4

Величины для осей

y—y		x₁—x₁		y₁—y₁		u—u		
I_y, см⁴	i_y, см	I_{x_1}, см⁴	y_0, см	I_{y_1}, см⁴	x_0, см	I_u мин, см⁴	i_u мин, см	угол наклона оси, tgα
0,22	0,44	1,56	0,86	0,43	0,42	0,13	0,34	0,392
0,46	0,55	3,26	1,08	0,82	0,49	0,28	0,43	0,382
0,57	0,54	4,38	1,12	1,12	0,53	0,35	0,43	0,374
0,93	0,70	6,37	1,32	1,58	0,59	0,56	0,54	0,385
1,18	0,69	8,53	1,37	2,15	0,63	0,71	0,54	0,381
1,32	0,79	9,02	1,47	2,20	0,64	0,79	0,61	0,382
1,69	0,78	12,1	1,51	2,98	0,68	1,02	0,60	0,379
1,99	0,91	12,4	1,60	3,26	0,72	1,18	0,70	0,403
2,56	0,90	16,6	1,65	4,42	0,76	1,52	0,69	0,401
3,30	1,02	20,3	1,80	5,43	0,82	1,95	0,79	0,407
3,70	1,02	23,2	1,82	6,25	0,84	2,19	0,78	0,406
4,48	1,01	29,2	1,86	7,91	0,88	2,66	0,78	0,404
5,16	1,13	33,0	2,03	8,51	0,91	3,07	0,87	0,397
6,26	1,12	41,4	2,08	10,8	0,95	3,73	0,86	0,396
7,28	1,11	49,9	2,12	13,1	0,99	4,36	0,86	0,393
9,15	1,09	66,9	2,20	17,9	1,07	5,58	0,85	0,386
8,25	1,28	51	2,25	13,6	1,03	4,88	0,98	0,407
9,05	1,27	56,7	2,28	15,2	1,05	5,34	0,98	0,406
12,5	1,43	69,7	2,39	20,8	1,17	7,24	1,09	0,436
14,6	1,42	83,9	2,44	25,2	1,21	8,48	1,08	0,435
18,5	1,40	112	2,52	34,2	1,29	10,9	1,07	0,430
12,7	1,41	84,6	2,6	20,8	1,13	7,58	1,09	0,387
14,8	1,40	102	2,65	25,2	1,17	8,88	1,08	0,386
19,7	1,58	132	2,92	32,2	1,26	11,8	1,22	0,384
21,2	1,58	145	2,95	35,2	1,28	12,7	1,22	0,384
27,1	1,56	194	3,04	47,8	1,36	16,3	1,21	0,380
30,6	1,79	198	3,23	49,9	1,42	18,2	1,38	0,393
35,0	1,78	232	3,28	58,7	1,46	20,8	1,37	0,392
39,2	1,77	266	3,32	67,6	1,50	23,4	1,36	0,391
47,1	1,75	333	3,40	85,8	1,58	28,3	1,35	0,387
45,6	2,00	286	3,55	74,3	1,58	26,9	1,53	0,402
48,7	1,99	309	3,57	80,3	1,60	28,8	1,53	0,402
54,6	1,98	353	3,61	92,3	1,64	32,3	1,52	0,400

Таблица II—5

Диаметр, сторона квадрата, ширина×толщина, мм	Площадь сечения, см²	Масса, кг/м	Диаметр, сторона квадрата, ширина×толщина, мм	Площадь сечения, см²	Масса, кг/м
Сталь круглая					
5	0,1963	0,154	30	7,069	5,55
6	0,2827	0,222	32	8,042	6,31
7	0,3848	0,302	34	9,079	7,13
8	0,5027	0,395	36	10,18	7,99
9	0,6359	0,499	38	11,34	8,90
10	0,7854	0,617	40	12,57	9,87
11	0,9503	0,746	42	13,85	10,87
12	1,131	0,888	45	15,90	12,48
13	1,327	1,04	48	18,10	14,21
14	1,539	1,21	50	19,64	15,42
15	1,767	1,39	53	22,06	17,32
16	2,011	1,58	56	24,63	19,33
17	2,270	1,78	60	28,27	22,19
18	2,545	2,00	63	31,17	24,47
19	2,835	2,23	65	33,18	26,05
20	3,142	2,47	70	38,48	30,21
21	3,464	2,72	75	44,18	34,68
22	3,801	2,98	80	50,27	39,46
24	4,524	3,55	85	56,75	44,55
25	4,909	3,85	90	63,62	49,94
26	5,309	4,17	95	70,88	55,64
28	6,158	4,83	100	78,54	61,65
Сталь квадратная					
5	0,25	0,106	18	3,24	2,54
6	0,36	0,283	19	3,61	2,82
7	0,49	0,385	20	4,00	3,14
8	0,64	0,502	21	4,41	3,46
9	0,81	0,636	22	4,84	3,80
10	1,00	0,785	24	5,76	4,52
11	1,21	0,950	25	6,25	4,91
12	1,44	1,13	26	6,76	5,30
13	1,69	1,33	28	7,84	6,15
14	1,96	1,54	30	9,00	7,06
15	2,25	1,77	32	10,24	8,04
16	2,56	2,01	34	11,56	9,07
17	2,89	2,27	36	12,96	10,17

Продолжение табл. II—5

Диаметр, сторона квадрата, ширина×толщина, мм	Площадь сечения, см²	Масса, кг/м	Диаметр, сторона квадрата, ширина×толщина, мм	Площадь сечения, см²	Масса, кг/м
38	14,44	11,24	50	25,00	19,63
40	16,00	12,56	53	28,09	22,05
42	17,64	13,85	56	31,36	24,61
45	20,25	15,90	60	36,00	28,26
48	23,04	18,09			
		Сталь полосовая			
15×4	0,60	0,471	25×8	2,00	1,570
15×5	0,75	0,589	30×4	1,20	0,942
15×6	0,90	0,706	30×5	1,50	1,177
15×8	1,20	0,942	30×8	2,40	1,884
20×4	0,80	0,628	40×4	1,60	1,256
20×5	1,00	0,785	40×5	2,00	1,570
20×6	1,20	0,942	40×6	2,40	1,884
20×8	1,60	1,256	50×4	2,00	1,570
25×4	1,00	0,785	50×5	2,50	1,962
25×5	1,25	0,981	50×6	3,00	2,355
25×6	1,50	1,177	50×8	4,00	3,140

56 мм; угловая неравнобокая всех толщин от профиля № 7,5/5 до 25/16; угловая равнобокая всех толщин от профиля № 3 до профиля 25; все фасонные специальные профили (за исключением отнесенных к мелкосортной и среднесортной стали).

Среднесортная сталь: круглая диаметром от 20 до 30 мм; квадратная со стороной квадрата от 20 до 30 мм; полосовая шириной 50—56 мм; угловая равнобокая всех толщин (профили № 3, 6, 4 и 4,5); угловая неравнобокая всех толщин профили № 4, 5/2,8; 6,3/4, а также профили № 4,5/2,8; 5/3,2; 5,6/3,6 и 6,3/4 всех толщин.

Мелкосортная сталь: круглая диаметром от 10 до 19 мм; квадратная со стороной квадрата от 10 до 19 мм; полосовая шириной от 12 до 45 мм включительно; угловая неравнобокая до профиля № 4/2,5 мм включительно; угловая равнобокая до профиля № 3,2 включительно; фасонные профили.

Листовая сталь: толщиной до 4 мм — тонколистовая; свыше 4 мм — толстолистовая.

Сортаменты наиболее применяемых размеров сортового проката приведены в таблицах: в табл. II—1 — балок двутавровых (ГОСТ

8239—72); в табл. II—2 — швеллеров (ГОСТ 8240—72); в табл. II—3 — стали угловой равнополочной (ГОСТ 8509—72); в табл. II—4 — стали угловой неравнополочной (ГОСТ 8510—67); в табл. II—5 — стали круглой, полосовой и квадратной (ГОСТ 2590—71; ГОСТ 2591—71; ГОСТ 103—67).

ТРУБЫ И ДЕТАЛИ ТРУБОПРОВОДОВ

Выбор материалов труб в зависимости от видов транспортируемых сред, разделенных на группы в соответствии с указаниями главы СНиП II—Г.14—62, производят по данным табл. II—6.

Сортамент труб стальных бесшовных горячекатаных (ГОСТ 8732—70) приведен в табл. II—7 холоднокатанных и холоднотянутых (ГОСТ 8734—70) в табл. II—8, стальных водогазопроводных (ГОСТ 3262—62) — в табл. II—9, стеклянных термостойких с гладкими концами (ГОСТ 8894—76) — в табл. II—10.

Таблица II—6

Давление, МПа	Температура, °С от	Температура, °С до	Диаметр условного прохода, мм	Название труб, ГОСТ	Материал, марка стали, ГОСТ
Группа А. Аммиак жидкий и газообразный					
2,5 и вакуум	—40	+300	До 25	Бесшовные холоднокатаные гр. А 8734—70	20 1050—60
			От 25 до 400	Бесшовные горячекатаные гр. А 8732—70	
	—70	—40	До 25	Бесшовные холоднокатаные гр. А 8734—70	10Г2 4543—71
			25—400	Бесшовные горячекатаные гр. А 8732—70	

Продолжение табл. II—6

Давление, МПа	Температура, °С		Диаметр условного прохода, мм	Название труб, ГОСТ	Материал, марка стали, ГОСТ
	от	до			
Группа В. Пар водяной перегретый					
1	0	+120	10—50	Водогазопроводные 3262—62	ВМ Ст. 3сп 380—71
Группа Г. Пар водяной насыщенный, горячая вода, паровой конденсат					
1,6	0	+200	До 125	Электросварные 10706—63	ВМ Ст. 3сп 380—71
			150, 200	Электросварные ЧМТУ/ВНИТИ 694—65; МРТУ 114-4-21—67	10 1050—60
Группа Д. Рассол, вода, воздух					
1	0	+120	До 50	Водогазопроводные 3262—62	ВМ Ст. 3сп 380—71
1,6	—30	+300	До 200	Электросварные ЧМТУ/Укр. 612—63	10; 20 1050—60

Таблица II—7

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Площадь сечения, см²	Радиус инерции, см	Масса 1 м трубы, кг
45	3,5	4,56	1,47	3,58
	4	5,15	1,45	4,04
	4,5	5,73	1,43	4,49
	5	6,28	1,42	4,93
50	3,5	5,11	1,65	4,01
	4	5,78	1,64	4,54
	4,5	6,43	1,62	5,05
	5	7,07	1,60	5 55
	5,5	7,69	1,59	6,04
54	3,5	5,55	1,79	4,36
	4	6,28	1,78	4,93
	4,5	7,00	1,76	5,49
	5	7,69	1,74	6,04
	5,5	8,38	1,73	6,58
	6	9,05	1,71	7,10
57	3,5	5,89	1,90	4 62
	4	6,66	1,88	5.23
	4,5	7,42	1,86	5,83
	5	8,17	1,85	6,41
	5,5	8,90	1,83	6,99
	6	9,62	1,82	7,55
60	3,5	6,22	2,01	4,88
	4	7,04	1,99	5,52
	4,5	7,85	1,97	6,16
	5	8,64	1,96	6,78
	5,5	9,41	1,94	7,39
	6	10,18	1,92	7,99
63,5	3,5	6,60	2,13	5,18
	4	7,48	2,11	5,87
	4,5	8,34	2,10	6 55
	5	9,19	2,08	7,21
	5,5	10,02	2,06	7,87
	6	10,84	2,05	8,51
68	3,5	7,10	2,29	5,57
	4	8,04	2,27	6,31
	4,5	8,98	2,25	7,05
	5	9,89	2,24	7,77

Продолжение табл. II—7

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Площадь сечения, см²	Радиус инерции, см	Масса 1 м трубы, кг
68	5,5	10,80	2,22	8,48
	6	11,69	2,21	9,17
	7	13,41	2,17	10,53
	8	15,07	2,14	11,84
70	3,5	7,31	2,36	5,74
	4	8,30	2,34	6,51
	4,5	9,26	2,32	7,27
	5	10,22	2,31	8,01
	5,5	11,14	2,29	8,75
	6	12,06	2,28	9,47
	7	13,85	2,25	10,88
	8	15,59	2,21	12,23
73	3,5	7,64	2,46	6,00
	4	8,67	2,45	6,81
	4,5	9,68	2,43	7,60
	5	10,69	2,41	8,38
	5,5	11,67	2,40	9,16
	6	12,63	2,38	9,91
	7	14,51	2,35	11,39
	8	16,33	2,32	12,82
76	3,5	7,97	2,57	6,26
	4	9,04	2,55	7,10
	4,5	10,11	2,54	7,93
	5	11,15	2,52	8,75
	5,5	12,19	2,51	9,50
	6	13,19	2,49	10,36
	7	15,18	2,46	11,91
	8	17,10	2,42	13,42
83	3,5	8,74	2,82	6,86
	4	9,92	2,80	7,79
	4,5	11,10	2,79	8,71
	5	12,26	2,77	9,62
	5,5	13,40	2,75	10,51
	6	14,52	2,74	11,39
	7	16,72	2,70	13,12
	8	18,86	2,67	14,80
89	3,5	9,40	3,03	7,38
	4	10,68	3,01	8,38
	4,5	11,94	2,99	9,38
	5	13,20	2,98	10,36

Продолжение табл. II—7

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Площадь сечения, см²	Радиус инерции, см	Масса 1 м трубы, кг
89	5,5	14,43	2,96	11,33
	6	15,65	2,95	12,28
	7	18,03	2,91	14,16
	8	20,36	2,88	15,98
95	3,5	10,06	3,24	7,90
	4	11,44	3,23	8,98
	4,5	12,80	3,21	10,04
	5	14,13	3,19	11,10
	5,5	15,46	3,18	12,14
	6	16,78	3,16	13,17
	7	19,35	3,12	15,19
	8	21,87	3,09	17,16
102	3,5	10,83	3,49	8,50
	4	12,32	3,47	9,67
	4,5	13,79	3,46	10,82
	5	15,24	3,44	11,96
	5,5	16,67	3,42	13,09
	6	18,09	3,41	14,21
	7	20,88	3,37	16,40
	8	23,64	3,34	18,55
	9	26,30	3,31	20,64
	10	28,91	3,28	22,69
108	4	13,07	3,69	10,26
	4,5	14,63	3,67	11,49
	5	16,19	3,65	12,70
	5,5	17,71	3,63	13,90
	6	19,22	3,62	15,09
	7	22,21	3,58	17,44
	8	25,14	3,55	19,73
	9	28,00	3,52	21,97
	10	30,77	3,49	24,17
114	4	13,82	3,89	10,85
	4,5	15,49	3,88	12,15
	5	17,12	3,86	13,44
	5,5	18,75	3,85	14,72
	6	20,35	3,83	15,98
	7	23,54	3,80	18,47
	8	26,65	3,77	20,91
	9	29,69	3,73	23,31
	10	32,66	3,70	25,65

Продолжение табл. II—7

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Площадь сечения, см²	Радиус инерции, см	Масса 1 м трубы, кг
121	4	14,71	4,14	11,54
	4,5	16,47	4,13	12,93
	5	18,23	4,11	14,30
	6	21,67	4,07	17,02
	7	25,07	4,04	19,68
	8	28,40	4,01	22,29
	9	31,68	3,98	24,86
	10	34,86	3,95	27,37
127	4	15,47	4,36	12,13
	4,5	17,33	4,34	13,59
	5	19,17	4,33	15,04
	5,5	21,00	4,31	16,48
	6	22,81	4,29	17 90
	7	26,39	4,26	20,72
	8	29,91	4,22	23,48
	9	33,36	4,19	26,19
	10	36,75	4,15	28,85
133	4	16,21	4,57	12,73
	4,5	18,16	4,55	14,26
	5	20,10	4,53	15,78
	5,5	22,04	4,52	17,29
	6	23,94	4,50	18,79
	7	27,70	4,47	21,75
	8	31,42	4,44	24,66
	9	35,05	4,40	27,52
	10	38,65	4,37	30,33
	11	42,15	4,34	33,10
	12	45,63	4,30	35,81
140	4,5	19,16	4,80	15,04
	5	21,20	4,78	16,65
	5,5	23,25	4,77	18,24
	6	25,26	4,75	19,83
	7	29,25	4,71	22,96
	8	33,18	4,68	26,04
	9	37,05	4,65	29,08
	10	40,84	4,62	32,06
	11	44,56	4,58	34,99
	12	48,24	4,55	37,88
	14	55,42	4,49	43,50
146	4,5	20,00	5,01	15,70
	5	22,15	4,99	17,39
	5,5	24,27	4,98	19,06

Продолжение табл. II—7

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Площадь сечения, см²	Радиус инерции, см	Масса 1 м трубы, кг
146	6	26,39	4,96	20,72
	7	30,57	4,93	24,00
	8	34,68	4,89	27,23
	9	38,72	4,86	30,41
	10	42,75	4,83	33,54
	11	46,67	4,80	36,62
	12	50,53	4,76	39,66
	14	58,05	4,70	45,57
152	4,5	20,84	5,23	16,37
	5	23,09	5,20	18,13
	5,5	25,32	5,19	19,87
	6	27,53	5,18	21,60
	8	36,18	5,11	28,41
	9	40,44	5,07	31,74
	10	44,60	5,00	35,02
	11	48,75	5,01	38,25
	12	52,78	4,97	41,43
	14	60,70	4,91	47,65
159	4,5	21,85	5,48	17,15
	5	24,20	5,46	18,99
	5,5	26,57	5,43	20,82
	6	28,83	5,42	22,64
	7	33,43	5,39	26,24
	8	37,96	5,35	29,79
	9	42,39	5,31	33,29
	10	46,80	5,29	36,75
	11	51,15	5,26	40,15
	12	55,45	5,22	43,50
	14	63,78	5,16	50,06
168	5	25,60	5,76	20,10
	5,5	28,07	5,75	22,04
	6	30,53	5,74	23,97
	7	35,39	5,70	27,79
	8	40,20	5,67	31,57
	9	44,94	5,64	35,29
	10	49,61	5,60	38,97
	11	54,28	5,57	42,59
	12	58,84	5,54	46,17
	14	67,76	5,48	53,17

Продолжение табл. II—7

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Площадь сечения, см²	Радиус инерции, см	Масса 1 м трубы, кг
180	5	27,40	6,20	21,59
	5,5	30,14	6,18	23,70
	6	32,81	6,16	25,75
	7	38,04	6,13	29,87
	8	43,25	6,10	33,93
	9	48,35	6,06	37,95
	10	53,38	6,03	41,92
	11	58,41	6,00	45,85
	12	63,05	5,96	49,72
	14	72,99	5,89	57,31
194	5	29,68	6,69	23,31
	5,5	32,58	6,68	25,60
	6	35,43	6,66	27,82
	7	41,13	6,62	31,28
	8	46,76	6,58	36,70
	9	52,33	6,56	41,06
	10	57,78	6,52	45,38
	11	63,22	6,48	49,64
	12	68,60	6,46	53,86
	14	79,18	6,39	62,15
203	6	37,12	6,98	29,14
	7	43,12	6,94	33,83
	8	49,03	6,91	38,47
	9	54,87	6,80	43,05
	10	60,65	6,84	47,59
	11	66,36	6,81	52,08
	12	72,01	6,78	56,52
	14	83,12	6.71	65,94
	16	93,98	6,64	73,78
219	6	40,17	7,54	31,52
	7	46,62	7,51	36,60
	8	53,00	7,47	41,63
	9	59,38	7,44	46,61
	10	65,64	7,40	51,54
	11	71,90	7,37	56,43
	12	78,02	7,34	61,26
	14	90,16	7,27	70,78
	16	102,05	7,21	80,10

Продолжение табл. II—7

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Площадь сечения, см²	Радиус инерции, см	Масса 1 м трубы, кг
245	7	52,32	8,43	41,09
	8	59,54	8,39	46,76
	9	66,71	8,36	52,38
	10	73,91	8,33	57,95
	11	80,86	8,29	63,48
	12	87,84	8,26	68,95
	14	101,61	8,19	79,76
	16	115,15	8,13	90,36
	17	121,82	8,10	95,59
	18	128,43	8,06	100,77
273	7	58,48	9,41	45,92
	8	66,62	9,39	52,28
	9	74,64	9,35	58,60
	10	82,59	9,32	64,86
	11	90,57	9,29	71,07
	12	98,39	9,25	77,24
	14	113,95	9,18	89,42
	16	129,13	9,11	101,41
	17	136,76	9,08	107,33
	18	144,19	9,05	113,20
	20	159,01	8,98	124,79
	22	173,40	8,91	136,18
	25	194,69	8,82	152,90
299	8	73,12	10,30	57,41
	9	82,00	10,28	64,37
	10	90,83	10,24	71,27
	11	99,50	10,20	78,13
	12	108,21	10,17	84,93
	14	125,33	10,10	98,40
	16	142,18	10,03	111,67
	17	150,59	9,99	118,23
	18	158,94	9,97	124,74
	20	175,28	9,90	137,61
	22	191,36	9,83	150,29
	25	215,11	9,74	168,93
325	8	79,64	11,22	62,54
	9	89,32	11,19	70,14
	10	98,94	11,16	77,68
	11	108,49	11,11	85,18

Продолжение табл. II—7

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Площадь сечения, см²	Радиус инерции, см	Масса 1 м трубы, кг
325	12	117,99	11,09	92,63
	14	136,80	11,02	107,38
	16	155,36	10,95	121,93
	17	164,55	10,92	129,13
	18	173,68	10,90	136,28
	20	191,54	10,82	150,44
	22	209,35	10,75	164,39
	25	235,60	10,65	184,96
351	8	86,19	12,14	67,67
	9	96,66	12,10	75,91
	10	107,18	12,09	84,10
	11	117,54	12,05	92,23
	12	127,83	12,00	100,32
	14	148,20	11,94	116,35
	16	168,32	11,86	132,19
	17	178,46	11,84	140,03
	18	188,36	11,80	147,82
	20	207,97	11,73	163,26
	22	227,31	11,67	178,50
	25	256,10	11,58	200,99
377	9	104,04	13,03	81,68
	10	115,24	12,99	90,51
	11	126,50	12,97	99,29
	12	137,58	12,93	108,02
	14	159,66	12,87	125,33
	16	181,54	12,80	142,44
	17	192,28	12,76	150,93
	18	202,96	12,72	159,36
	20	224,32	12,67	176,08
	22	245,46	12,60	192,61
	25	275,51	12,49	217,02
402	9	111,16	13,92	87,21
	10	123,14	13,89	96,67
	11	135,17	13,85	106,06
	12	147,00	13,82	115,41
	14	170,62	13,73	133,94
	16	193,98	13,68	152,30
	17	206,68	13,65	161,40
	18	217,10	13,61	170,45
	20	239,95	13,53	188,40
	22	262,56	13,48	206,16
	25	296,16	13,38	232,42
	28	328,86	13,28	258,24
	30	350,46	13,21	275,21

Продолжение табл. II—7

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Площадь сечения, см²	Радиус инерции, см	Масса 1 м трубы, кг
426	9	117,92	14,76	92,55
	10	130,75	14,73	102,59
	11	143,36	14,69	112,58
	12	156,10	14,67	122,52
	14	181,28	14,58	142,25
	16	205,99	14,52	161,78
	17	218,41	14,49	171,47
	18	230,78	14,46	181,11
	20	255,08	14,39	200,25
	22	279,12	14,32	219,19
	25	314,84	14,22	247,23
	28	350,00	14,12	274,83
	30	373,39	14,07	292,98
450	16	218,05	15,37	171,24
	17	231,20	15,34	181,52
	18	244,29	15,31	191,76
	20	270,30	15,25	212,08
	22	295,78	15,17	232,20
	25	333,64	15,07	262,01
	28	371,30	14,97	291,38
	30	395,70	14,90	310,72
	36	468,22	14,72	367,53
	40	515,16	14,56	404,42
	45	572,56	14,43	449,43

Таблица II—8

Диаметр условного прохода, мм	Наружный диаметр×толщина стенки, мм	Площадь сечения, см²	Радиус инерции, см	Масса, кг/м
6	10×1,2	0,33	0,31	0,261
8	12×1,2	0,41	0,38	0,32
	12×1,4	0,47	0,38	0,365
	12×1,6	0,52	0,37	0,411
10	14×1,2	0,48	0,45	0,379
	14×1,4	0,55	0,45	0,434
	14×1,6	0,62	0,44	0,49
15	18×1,4	0,73	0,59	0.572
	18×1,6	0,82	0,58	0,647
	18×2,0	1,01	0,57	0,789

Продолжение табл. II—8

Диаметр условного прохода, мм	Наружный диаметр × толщина стенки, мм	Площадь сечения, см²	Радиус инерции, см	Масса, кг/м
15	20×1,6	0,92	0,65	0,65
	20×1,8	1,03	0,64	0,806
	20×2,0	1,13	0,64	0,888
15	22×1,6	1,03	0,72	0,806
	22×1,8	1,14	0,72	0,895
	22×2,0	1,26	0,71	0,986
20	25×1,6	1,18	0,83	0,925
	25×1,8	1,31	0,82	1,03
	25×2,0	1,45	0,81	1,13
	25×2,5	1,77	0,8	1,39
25	32×2,0	1,88	1,06	1,48
	32×2,5	2,32	1,04	1,82
	32×3,0	2,73	1,03	2,15
32	38×2,0	2,26	1,27	1,78
	38×2,5	2,79	1,26	2,19
	38×3,0	3,3	1,24	2,59
40	45×2,5	3,34	1,35	2,62
	45×3,0	3,96	1,49	3,11
	45×3,5	4,56	1,47	3,58
	45×4,0	5,15	1,45	4,04
50	57×3,0	5,09	1,91	4,0
	57×3,5	5,89	1,9	4,62
	57×4	6,68	1,88	5,23
	57×5	8,17	1,35	6,41
65	76×3,5	7,97	2,57	6,26
	76×4,0	9,04	2,55	7,1
	76×5,0	11,15	2,52	8,75
	76×6,0	13,19	2,49	10,36
80	89×3,5	9,4	3,03	7,38
	89×4,0	10,7	3,01	8,38
	89×5,0	13,2	2,98	10,36
	89×6,0	15,65	2,95	12,28

Продолжение табл. II—8

Диаметр условного прохода, мм	Наружный диаметр × толщина стенки, мм	Площадь сечения, см²	Радиус инерции, см	Масса, кг/м
100	108×4,0	13,07	3,69	10,26
	108×4,5	14,6	3,66	11,49
	108×5,0	16,2	3,65	12,7
	108×7,0	22,21	3,58	17,44
125	133×4,0	16,21	4,57	12,73
	133×5,0	20,1	4,53	15,78
	133×7,0	27,7	4,47	21,75

Таблица II—9

Диаметр условного прохода, мм	Наружный диаметр, мм	Трубы							
		легкие				обыкновенные			
		толщина стенки, мм	площадь сечения, см²	радиус инерции, см	масса (без муфт), кг/м	толщина стенки, мм	площадь сечения, см²	радиус инерции, см	масса (без муфт), кг/м
6	10,2	1,8	0,48	0,30	0,37	2,0	0,52	0,29	0,40
8	13,5	2,0	0,72	0,41	0,57	2,2	0,78	0,40	0,61
10	17,0	2,0	0,94	0,53	0,74	2,2	1,02	0,52	0,80
15	21,3	2,5	1,48	0,67	1,16	2,8	1,63	0,65	1,28
20	26,8	2,5	1,91	0,86	1,50	2,8	2,11	0,85	1,66
25	33,5	2,8	2,70	1,09	2,12	3,2	3,05	1,07	2,39
32	42,3	2,8	3,47	1,40	2,73	3,2	3,93	1,38	3,09
40	48,0	3,0	4,24	1,59	3,33	3,5	4,89	1,58	3,84
50	60,0	3,0	5,37	2,02	4,22	3,5	6,21	2,00	4,88
70	75,5	3,2	7,27	2,56	5,71	4,0	8,99	2,53	7,05
80	88,5	3,5	9,35	3,01	7,34	4,0	10,62	2,99	8,34
90	101,3	3,5	10,75	3,46	8,44	4,0	12,23	3,44	9,60
100	114,0	4,0	13,82	3,89	10,85	4,5	15,48	3,88	12,15
125	140,0	4,0	17,09	4,81	13,42	4,5	19,16	4,79	15,04
150	165,0	4,0	20,23	5,70	15,88	4,5	22,69	5,68	17,81

Таблица II—10

Диаметр условного прохода, мм	Внутреннее гидравлическое давление, МПа	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Температурный перепад, °С, не менее	Масса, кг/м
40	0,7	45—2	3—2	80	0,35
50	0,6	68—2	4—2	75	0,58
75	0,5	93—3	5—2	70	0,88
100	0,7	122—3	6—2	65	0,98
150	0,3	169—4	8—3	50	1,42
200	0,2	221—5	10—3	40	2,3

Детали трубопроводов из углеродистой стали, выпускаемые предприятиями Минмонтажспецстроя СССР (по номенклатуре ВСН 120—74) приведены на рис. II—1 — II—5, их технические характеристики — в табл. II—11—II—15; отводы стеклянные (ГОСТ 11192—76) — в табл. II—16; остальные фасонные стеклянные части (ГОСТ 11192—76) — в табл. II—17.

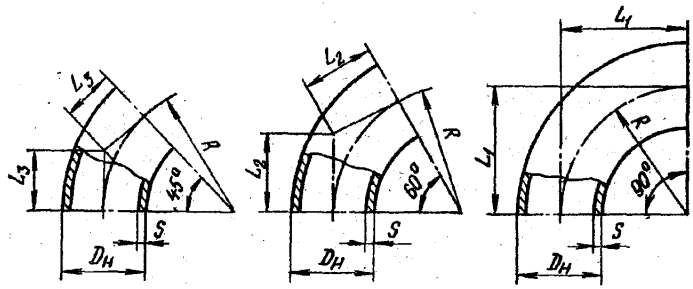


Рис. II—1. Отводы крутоизогнутые

Таблица II—11

Диаметр условного прохода, мм	Диаметр наружный, мм	Серия С	L_1	L_2	L_3	S	Масса (в кг) под углом		
		мм					90°	60°	45°
40	45	60	60	35	25	2,5	0,3	0,2	0,1
40	45	100				4	0,4	0,3	0,2

Продолжение табл. II—11

Диаметр условного прохода, мм	Диаметр наружный, мм	Серия G	L_1	L_2	L_3	S	Масса (в кг) под углом		
		мм					90°	60°	45°
50	57	60	75	43	30	3	0,5	0,4	0,3
50	57	100				5	0,8	0,5	0,4
65	76	50	100	57	39	3,5	1,0	0,7	0,5
65	76	100				6	1,7	1,1	0,9
80	89	40	120	69	50	3,5	1,4	1,0	0,7
80	89	50				4	1,6	1,1	0,8
80	89	80				6	2,3	1,6	1,2
80	89	100				8	3,0	2,0	1,5
100	108	40	150	87	62	4	2,4	1,6	1,2
100	108	50				5	3,0	2,0	1,5
100	108	60				6	3,6	2,4	1,8
100	108	80				8	4,7	3,1	2,3
125	133	32	190	110	79	4	3,8	2,6	1,9
125	133	40				5	4,7	3,2	2,4
125	133	50				6	5,6	3,7	2,8
125	133	60				8	7,4	4,9	3,7
125	133	80				10	9,1	6,1	4,6
150	159	32	225	130	93	4,5	6,1	4,1	3,0
150	159	40				6	8,0	5,3	4,0
150	159	50				8	10,5	7,0	5,3
150	159	60				10	13,0	8,7	6,5
150	159	80				12	15,4	10,4	7,7
200	219	32	300	173	124	6	14,9	9,9	7,4
200	219	40				8	19,6	13,0	9,8
200	219	50				10	24,3	16,0	12,1
200	219	60				12	28,9	19,0	14,3
250	273	25	375	217	155	7	27,0	18,0	13,5
250	273	40				10	38,2	25,5	19,8
250	273	50				12	45,5	30,3	22,8
250	273	60				16	59,7	39,8	29,9

Продолжение табл. II—11

Диаметр условного прохода, мм	Диаметр наружный, мм	Серия С	L_1	L_2	L_3	S	Масса (в кг) под углом		
		мм					90°	60°	45°
300	325	25	450	260	186	8	44,2	29,5	22,1
300	325	32				10	54,9	36,6	27,5
300	325	40				12	65,4	43,6	32,7
300	325	50				16	86,1	57,4	43,1
350	377	20	525	303	214	9	67,3	44,9	33,7
350	377	32				12	89,0	59,4	44,5
350	377	40				16	117,5	78,3	58,7
400	426	20	600	346	248	8	77,3	51,6	38,7
400	426	25				10	96,6	64,4	48,3
400	426	40				16	152,5	101,6	76,2

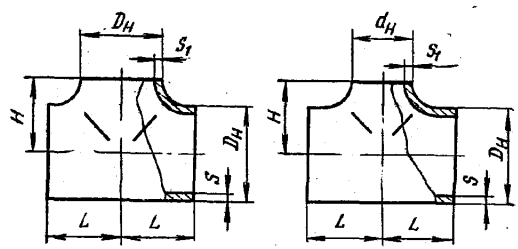


Рис. II—2. Тройники

Таблица II—12

Диаметр условного прохода $D_y \times d_y$, мм	Диаметр наружный $D_н \times d_н$, мм	Серия С	L	H	S	S_1	Масса, кг
		мм					
40×40	45×45	60	40	40	2,5	2,5	0,3
40×40		100			4	4	0,5

Продолжение табл. II—12

Диаметр условного прохода $D_у \times d_у$, мм	Диаметр наружный $D_н \times d_н$, мм	Серия С	L	H	S	S_1	Масса, кг
		мм					
50×50	57×57	60	50	50	3	3	0,5
50×50		100			5	5	0,9
50×40	57×45	60	50	45	3	2,5	0,5
50×40		100			5	4	0,8
65×65	76×76	50	65	65	3,5	3,5	1,1
65×65		100			6,0	6,0	2,0
65×50	76×57	50	65	65	3,5	3,0	1,0
65×50		100			6,0	5,0	1,8
65×40	76×45	50	65	60	3,5	2,5	0,9
65×40		100			6	4	1,7
80×80	89×89	40	80	80	3,5	3,5	1,3
80×80		80			6	6	2,2
80×65	89×76	40	80	70	3,5	3,5	1,2
80×65		80			6	6	2,2
80×50	89×57	40	80	65	3,5	3	1,1
80×50		80			6	4	2,0
100×100	108×108	40	100	100	4	4	2,7
100×100		60			6	6	3,6
100×80	108×89	40	100	95	4	4	2,5
100×80		60			6	6	3,8

Продолжение табл. II—12

Диаметр условного прохода $D_y \times d_y$, мм	Диаметр наружный $D_н \times d_н$, мм	Серия G	L	H	S	S_1	Масса, кг
		мм					
100×65	108×76	40	100	90	4	3,5	2,7
100×65		60			6	5	3,5
125×125	133×133	32	110	110	4	4	3,2
125×125		50			6	6	5,4
125×100	133×108	32	110	100	4	4	3,0
125×100		50			6	5	5,1
125×80	133×89	32	110	95	4	3,5	2,9
125×80		50			6	5	5,1
150×150	159×159	32	130	130	4,5	4,5	5,0
150×150		40			6	6	6,6
150×150		50			8	8	8,8
150×125	159×133	32	130	120	4,5	4	4,7
150×125		40			6	5	6,5
150×125		50			8	6	8,0
150×100	159×108	32	130	115	4,5	4	4,6
150×100		40			6	4	6,1
150×100		50			8	5	7,8
200×200	219×219	32	160	160	6	6	22,5
200×200		40			8	8	22,5
200×200		50			10	10	22,5
200×150	219×159	32	160	150	6	4,5	23,6
200×150		40			8	6	23,6
200×150		50			10	8	23,6
200×125	219×133	32	160	150	6	4	24,5
200×125		40			8	5	24,5
200×125		50			10	6	24,5

Продолжение табл. II—12

Диаметр условного прохода $D_y \times d_y$, мм	Диаметр наружный $D_н \times d_н$, мм	Серия С	L	H	S	S_1	Масса, кг
		мм					
250×250	273×273	32	190	190	8	8	41,7
250×250		40			10	10	41,7
250×250		50			12	12	41,7
250×200	273×219	32	190	180	8	6	42,6
250×200		40			10	8	42,6
250×200		50			12	12	42,6
250×150	273×159	32	190	180	8	4,5	40,6
250×150		40			10	6	40,6
250×150		50			12	10	40,6
300×300	325×325	25	220	220	8	8	61,5
300×300		32			10	10	61,5
300×300		40			12	12	61,5
300×250	325×273	25	220	210	8	7	64,7
300×250		32			10	10	64,7
300×250		40			12	10	64,7
300×200	325×219	25	220	205	8	6	62,8
300×200		32			10	8	62,8
300×200		40			12	8	62,8
350×350	377×377	20	240	240	9	9	85,5
350×350		32			12	12	85,5
350×300	377×325	20	240	230	9	8	78,7
350×300		32			12	10	78,7
350×250	377×273	20	240	225	9	8	71,9
350×250		32			12	10	71,9

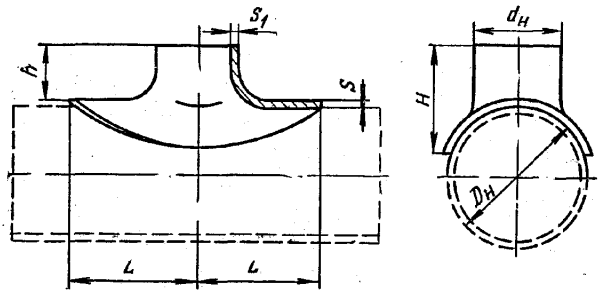


Рис. II—3. Седловины накладные

Таблица II—13

Диаметр условного прохода $D_у \times d_у$, мм	Диаметр наружный $D_н \times d_н$, мм	Серия С	L	H	h	S	S_1	Масса, кг
			мм					
100×50	108×57	40	48	40	18	4	3,0	0,3
100×50		60				6	4,0	0,5
100×40	108×45	40	38	30	15	4	2,5	0,3
100×40		60				6	2,5	0,4
100×32	108×38	40	30	20	12	4	2,0	0,2
100×32		60				6	2,0	0,3
125×65	133×76	32	60	50	22	4	3,5	0,5
125×65		50				6	4,0	0,7
125×50	133×57	32	47	35	18	4	3	0,4
125×50		50				6	5	0,6
125×40	133×45	32	37	25	15	4	2,5	0,3
125×40		50				6	4,0	0,5

Продолжение табл. II—13

Диаметр условного прохода $D_у \times d_у$, мм	Диаметр наружный $D_н \times d_н$, мм	Серия С	L	H	h	S	S_1	Масса, кг
			мм					
150×80	159×89	32	75	65	30	4,5	3,5	0,9
150×80		50				8	6,0	1,3
150×65	159×76	32	60	45	22	4,5	3,5	0,6
150×65		50				8	6,0	1,0
150×50	159×57	32	48	35	18	4,5	3	0,5
150×50		50				8	5	0,9
200×100	219×108	32	90	75	35	6	4	1,7
200×100		50				10	6	2,9
200×80	219×89	32	75	60	30	6	3,5	1,4
200×80		50				10	5	2,3
200×65	219×76	32	60	40	22	6	3,5	1,1
200×65		50				10	3,5	1,8
250×125	273×133	32	112	45		8	4,0	3,6
250×125		50				12	8,0	5,4
250×100	273×108	32	90	65	35	8	4,0	2,8
250×100		50				12	6,0	4,3
250×80	273×89	32	75	55	30	8	3,5	2,3
250×80		50				12	5,0	3,5
300×150	325×159	32	130	105	50	8	4,5	5,0
300×150		40				12	8,0	7,7

Продолжение табл. II—13

Диаметр условного прохода $D_у \times d_у$, мм	Диаметр наружный $D_н \times d_н$, мм	Серия С	L	H	h	S	S_1	Масса, кг
			мм					
300×125	325×133	25	112	85	45	8	4,0	4,3
300×125		40				12	8,0	6,4
300×100	325×108	25	90	60	35	8	4,0	3,4
300×100		40				12	6,0	5,1

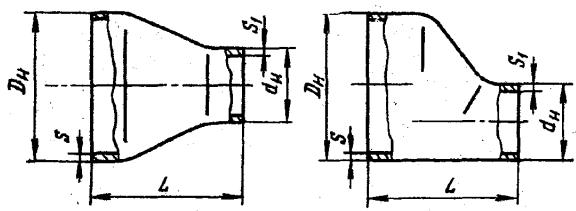


Рис. II—4. Переходы

Таблица II—14

Диаметр условного прохода $D_у \times d_у$, мм	Диаметр наружный $D_н \times d_н$, мм	Серия С	Заготовка	L	S	S_1	Масса, кг
40×25	45×32	60	Лист	30	2,5	2	0,1
40×25		100	»		4	4,0	0,2
40×20	45×25	60	»	30	2,5	1,6	0,1
40×20		100	»		4	3	0,2
50×40	57×45	80	Труба	60	4	2,5	0,2
50×40		100	»		5	4	0,3
50×32	57×38	80	Лист	45	4	2	0,2
50×32		100	»		5	4,0	0,3

Продолжение табл. II—14

Диаметр условного прохода $D_у \times d_у$, мм	Диаметр наружный $D_н \times d_н$, мм	Серия С	Заготовка	L_1	S	S_1	Масса, кг
50×25	57×32	80	Лист	45	4	2	0,2
50×25		100	»		5	3	0,3
50×20	57×25	80	»	45	4	4,6	0,2
50×20		100	»		5	3,0	0,3
65×50	76×57	50	Труба	70	3,5	3,0	0,4
65×50		100	»		6	5	0,7
65×40	76×45	50	»	70	3,5	2,5	0,4
65×40		100	»		6	4	0,6
65×32	76×38	50	Лист	55	3,5	2	0,3
65×32		100	»		6	3,0	0,5
80×65	89×76	40	Труба	75	3,5	3,5	0,5
80×65		80	»		6	5,0	0,9
80×65		100	»		8	6,0	1,1
80×50	89×57	40	»	75	3,5	3,0	0,6
80×50		80	»		6	4,0	0,8
80×50		100	»		8	5,0	1,0
80×40	89×45	40	»	75	3,5	2,5	0,5
80×40		80	»		6	4	0,7
100×80	108×89	40	»	80	4	3,5	0,9
100×80		60	»		6	1,0	1,2
100×65	108×76	40	»	80	4	3,5	0,8
100×65		60	»		6	5	1,0

Продолжение табл. II—14

Диаметр условного прохода $D_у \times d_у$, мм	Диаметр наружный $D_н \times d_н$, мм	Серия С	Заготовка	L	S	S_1	Масса, кг
100×50	108×57	40	Труба	80	4	3	0,8
100×50		60	»		6	4	1,1
125×100	133×108	40	»	100	5	4	1,5
125×100		60	»		8	6	2,3
125×80	133×89	32	»	100	4	3,5	1,3
125×80		50	»		6	5	1,6
125×80		60	»		8	6	2,1
125×65	133×76	40	»	100	5	3,5	1,4
125×65		60	Лист		8	5	1,8
125×50	133×57	32	»	100	4	3	0,9
125×50		60	»		8	4	1,8
150×125	159×133	32	Труба		4,5	4	2,3
150×125		30	»	130	8	8	3,6
150×100	159×108	32	»		4,5	4	2,1
150×100		50	»	130	8	6	3,3
150×80	159×89	32	»		4,5	3,5	2,1
150×80		50	»	130	8	6	3,2
150×65	159×76	32	Лист		4,5	3,5	1,0
150×65		50	»	100	8	4	2,3
150×50	159×57	32	»		4	3	1,3
150×50		50	»	100	8	4	2,3

Продолжение табл. II—14

Диаметр условного прохода $D_y \times d_y$, мм	Диаметр наружный $D_н \times d_н$, мм	Серия С	Заготовка	L	S	S_1	Масса, кг
200×150	219×159	32	Труба	140	6	4,5	4,7
200×150		50	»		10	8	6,4
200×125	219×133	32	»	140	6	4	3,7
200×125		50	»		10	8	6 0
200×100	219×108	32	Лист	140	6	4	3 1
200×100		50	»		10	6	5,2
200×80	219×89	32	»	140	6	3,5	3,4
200×80		50	»		10	5	5,6
200×65	219×76	32	»	140	6	3,5	3,6
200×65		50	»		10	5	6,0
200×50	219×57	32	»	140	6	3	3,8
200×50		50	»		10	4	6,4
250×200	273×219	25	Труба	180	7	6	7,6
250×200		40	»		10	8	10
250×200		50	»		12	10	13,0
250×150	273×159	25	»	180	7	4,5	7,2
250×150		40	»		10	6	9,1
250×150		50	»		12	10	10,9
250×125	273×133	32	Лист	180	8	4	7,2
250×125		40	»		10	6	9,0
250×100	273×108	32	»	180	8	4	7,2
250×100		40	»		10	5	9,0

Продолжение табл. II—14

Диаметр условного прохода $D_у \times d_у$, мм	Диаметр наружный $D_н \times d_н$, мм	Серия С	Заготовка	L	S	S_1	Масса, кг
300×250	325×273	25	Труба	180	3	8	10,8
300×250		32	»		10	10	13
300×250		40	»		12	12	15,3
300×200	325×219	32	»	180	10	8	12,4
300×200		40	»		12	10	14,3
300×150	325×159	25	Лист		8	4,5	10,1
300×150		40	»		12	8	13,9
300×125	325×133	25	»	180	8	5	9,9
300×125		40	»		12	8	13,8
300×100	325×108	32	»	180	10	4	16,0
300×100		40	»		12	6	19,2

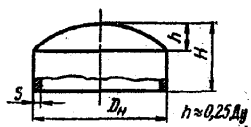


Рис. II—5. Заглушки

Таблица II—15

Диаметр условного прохода, мм	Диаметр наружный $D_н$, мм	Серия С	H	S	Масса, кг
			мм		
25	32	80	15	2	0,04
25		120		3	0,06

Продолжение табл. II—15

Диаметр условного прохода, мм	Диаметр наружный $D_н$, мм	Серия С	H	S	Масса, кг
			мм		
32	38	60	20	2	0,05
32		100		3	0,08
40	45	60	25	2,5	0,1
40		100	25	4	0,2
50	57	60	30	3	0,2
50		100	30	5	0,3
65	76	50	40	3,5	0,3
65		100	40	6	0,5
80	89	40	45	3,5	0,4
80		80	45	8	0,9
100	108	40	50	4	0,7
100		60	50	8	1,3
125	133	32	55	4	0,9
125		60	55	8	2,0
150	159	32	65	4,5	1,3
150		50	65	8	2,3
200	219	40	75	8	4,6
200		50	75	10	5,1
250	273	32	85	8	5,6
250		50	85	12	9,0
300	325	32	100	10	11,6
300		40	100	12	13,5

Продолжение табл. II—15

Диаметр условного прохода, мм	Диаметр наружный $D_н$, мм	Серия С	H	S	Масса, кг
			мм		
350	377	20	115	9	13,6
350		32	115	12	20,2
350		40	115	16	23,0
400	426	20	125	8	15,4
400		25	125	10	18,9
400		32	125	12	22,2

Таблица II—16

Диаметр условного прохода, мм	Диаметр наружный, мм	Толщина стенки, мм	Строительная длина (в мм) отводов с углом, рад				Радиус, мм
			0,262; 0,524; 0,785	1,047	1,308	1,511	
40	45—2	4±1,5	360±20	460±20	460±20	520±20	140
50	68—2	5±1,5	380±20	490±20	490±20	560±20	160
75	93—3	6±1,5	440±20	440±20	440±20	440±20	125
100	122—3	7±1,5	500±20	500±20	500±20	500±20	150

Таблица II—17

Диаметр условного прохода, мм	Диаметр наружный, мм	Толщина стенки, мм	Строительная длина, мм	Температурный перепад, °С (не менее)	Внутреннее гидравлическое давление, МПа
Тройники равнопроходные					
40	45—2	4±1,5	450±20	80	0,7
50	68—2	5±1,5	600±20	75	0,6
75	93—3	6±1,5	675±20	70	0,5
100	122—3	7±1,5	675±20	65	0,4

Продолжение табл. II—17

Диаметр условного прохода, мм	Диаметр наружный, мм	Толщина стенки, мм	Строительная длина, мм	Температурный перепад, °С (не менее)	Внутреннее гидравлическое давление, МПа
		Тройники неравнопроходные			
50×40	68×45	5÷4±1,5	550±20	75	0,6
75×40	93×45	6÷4±1,5	600±20	70	0,5
75×50	93×68	6÷5±1,5	650±20	70	0,5
100×40	122×45	7÷4±1,5	600±20	65	0,4
100×50	122×68	7÷5±1,5	650±20	65	0,4
100×75	122×93	7÷6±1,5	675±20	65	0,4
		Крестовины			
40	45—2	4±1,5	600±20	80	0,7
50	68—2	5±1,5	800±20	75	0,6
75	93—3	6±1,5	900±20	70	0,5
100	122—3	7±1,5	900±20	65	0,4
		Отводы двойные			
40	45—2	4±1,5	425±20	80	0,7
50	68—2	5±1,5	425±20	75	0,6
75	93—3	6±1,5	650±20	70	0,5
100	122—3	7±1,5	650±20	65	0,4
		Отступы			
40	45—2	4±1,5	380±10	80	0,7
50	68—2	5±1,5	380±10	75	0,6
75	93—3	6±1,5	470±10	70	0,5
100	122—3	7±1,5	520±10	65	0,4
		Переходы			
50×40	68×45	5÷4±1,5	270±10	75	0,6
75×40	93×45	6÷4±1,5	270±10	70	0,5
75×50	93×68	6÷5±1,5	270±10	70	0,5
100×40	122×45	7÷4±1,5	280±10	65	0,4
100×50	122×68	7÷5±1,5	280±10	65	0,4
100×75	122×93	7÷6±1,5	290±10	65	0,4

ВЫБОР И ОБОЗНАЧЕНИЕ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

На холодильных трубопроводах и аппаратах устанавливают разнообразную арматуру. Арматура, выпускаемая промышленностью, имеет единые условные обозначения, состоящие из четырех характеристик.

Первая характеристика (две цифры) означает вид изделия: *10* — кран пробно-пропускной, *11* — кран для трубопровода, *12* — указатель уровня, *14* и *15* — вентиль, *16* — обратный подъемный и приемный клапан, *17* — предохранительный клапан, *25* — регулирующий клапан, *30* и *31* — задвижка и т. д.

Во второй характеристике условного обозначения указывают материал, из которого выполнен корпус арматуры: *с* — углеродистая сталь, *лс* — легированная сталь, *нж* — сталь кислотостойкая и нержавеющая, *г* — серый чугун, *к* — ковкий чугун, *б* — латунь, бронза.

В третьей характеристике указывают фигуру, характеризующую конструктивные особенности арматуры в пределах этого типа. Третья характеристика состоит из одной или двух цифр, а при наличии привода — из трех цифр. При этом первая цифра указывает на вид привода: *3* — механический привод с червячной передачей, *6* — пневматический, *7* — гидравлический, *8* — электромагнитный, *9* — электрический.

Четвертая характеристика указывает материал, из которого изготовлены уплотнительные поверхности арматуры: *бр* — бронза, *нж* — нержавеющая сталь, *бт* — баббит и т. д.

Для обозначения арматуры с уплотнительными поверхностями, выполненными непосредственно на самом корпусе, ставят буквы «*бк*» (без колец). В некоторых случаях условное обозначение дополняют римской цифрой, указывающей варианты конструктивного выполнения основного вида изделия.

На арматуру наносят отличительную окраску. Корпус, крышку и сальник арматуры из углеродистой стали окрашивают в серый цвет, из легированной стали — в синий, из нержавеющей стали — в голубой, из чугуна — в черный. Арматуру из цветных металлов не окрашивают. Кроме того, окрашивают приводные устройства арматуры (маховик, рычаг). Эта окраска указывает на материал уплотнительных поверхностей. Бронза или латунь — красный цвет, нержавеющая сталь — голубой, баббит — желтый и т. д.

На аммиачных трубопроводах устанавливают стальную или чугунную арматуру с присоединительными фланцами или под накидные гайки (цапками). Для рабочих температур среды не ниже —30° С допускается применение арматуры из ковкого чугуна, преимущественно применяют стальную арматуру.

На фреоновых трубопроводах устанавливают арматуру из бронзы или ковкого чугуна. Для предупреждения большой текучести фреонов запорные вентили, кроме сальникового уплотнения, снабжают глухим колпачком над шпинделем.

На водяных и рассольных трубопроводах холодильных установок обычно применяют запорные муфтовые вентили, задвижки параллельные с выдвижным шпинделем, обратные подъемные и поворотные фланцевые клапаны, обратные приемные фланцевые клапаны с сеткой.

Техническая характеристика наиболее распространенной трубопроводной арматуры, применяемой на трубопроводах холодильных

установок, приведена в табл. II—18. Условные графические обозначения трубопроводной арматуры, холодильных установок приведены в табл. II—19.

Таблица II—18

Диаметр условного прохода, мм	Присоединительные размеры, мм		Длина, мм	Количество отверстий или шпилек	Масса, кг
	$D_н$ фланца	резьба трубная			
Проходные аммиачные вентили марки 15с11бт					
10	—	20	76	—	0,92
Проходные аммиачные вентили марки 15с10бт					
15	—	25	120	—	3,4
Угловые аммиачные вентили марки 15с14бк					
6	—	20/15	34	—	0,6
Угловые аммиачные вентили марки 15с13бк					
6	—	15/15	32	—	0,45
10	—	20/20	48	—	0,8
Запорные аммиачные фланцевые вентили марки 15с12бт-1					
20	85×85	—	80	4	7,8
25	115	—	100	4	11,0
32	135	—	124	4	18,1
Запорные аммиачные фланцевые вентили марки 15кч16бт					
32	135	—	180	4	8,0
40	145	—	200	4	11,0
50	160	—	230	4	14,0
70	180	—	290	8	24,5
80	195	—	310	8	30,5
Запорные аммиачные фланцевые вентили марки 15 кч21бт					
32	135	—	140	4	5,56
40	145	—	170	4	7,5
50	160	—	200	4	9,5

Продолжение табл. II—18

Диаметр условного прохода, мм	Присоединительные размеры, мм		Длина, мм	Количество отверстий или шпилек	Масса, кг
	$D_н$ фланца	резьба трубная			
Запорные аммиачные фланцевые вентили марки 15кч18бт					
100	230	—	350	8	53,0
125	270	—	400	8	96,0
150	300	—	480	8	110,0
200	360	—	600	12	198,0
Запорные аммиачные фланцевые вентили марки 15с18п					
40	145	—	200	4	14,4
50	160	—	230	4	17,6
65	180	—	290	8	31,0
80	195	—	310	8	34,7
100	230	—	350	8	51,5
125	270	—	400	8	71,6
150	300	—	480	8	100
200	360	—	600	12	250
Запорные аммиачные угловые цапковые вентили марки 15с13бк-1					
6	—	М20×1,5	42	—	0,4
10	—	М24×1,5	58	—	0,7
Регулирующие аммиачные цапковые вентили марки 15с90бк-1					
10	—	М24×1,5	86	—	1,7
15	—	М30×1,5	120	—	3,5
Регулирующие аммиачные фланцевые вентили марки 15с94бк					
20	105	—	140	4	6,19
25	115	—	150	4	6,72
32	135	—	200	4	12,1
Регулирующие аммиачные вентили под фланцевое присоединение марки 15с91бк					
20	82×82	—	142	4	9,0
25	100×100	—	160	4	14,3
32	124×124	—	194	4	25,0

Диаметр условного прохода, мм	Присоединительные размеры, мм		Длина, мм	Количество отверстий или шпилек	Масса, кг
	$D_н$ фланца	резьба трубная			
Предохранительные аммиачные пружинные цапковые клапаны марки 17с11нж					
15	—	33	72	—	2,6
25	—	45	90	—	5,6
Предохранительные аммиачные пружинные фланцевые клапаны марки 17с12нж					
50	160	—	115	4	14,9
70	180	—	140	4	33,2
80	195	—	150	8	46,0
100	215	—	160	8	56,0
Обратные аммиачные горизонтальные клапаны марки 16кч9бт					
25	115	—	160	4	5,9
32	135	—	180	4	6,8
40	145	—	200	4	9,4
50	160	—	230	4	11,3
70	180	—	290	8	20,0
80	195	—	310	8	23,0
Обратные аммиачные вертикальные клапаны марки ОК					
100	235	—	170	8	33,0
125	270	—	200	8	41,0
150	300	—	200	8	56,0
200	350	—	225	12	75,0
Запорные фреоновые мембранные цапковые вентили марки 15Б34бк-1					
6	—	М14×1,5	95	—	0,79
10	—	М20×1,5	102	—	0,91
Запорные фреоновые угловые мембранные цапковые вентили марки 15Б35бк-1					
6	—	6	78	—	0,69
10	—	10	82	—	0,77
Запорные фреоновые фланцевые вентили с колпаком марки 15кч32п					
20	80×80	—	120	4	3,3
25	90×90	—	120	4	3,7

Продолжение табл. II—18

Диаметр условного прохода, мм	Присоединительные размеры, мм		Длина, мм	Количество отверстий или шпилек	Масса, кг
	$D_н$ фланца	резьба трубная			
Запорные фреоновые угловые фланцевые вентили с колпаком марки 15кч37п					
20	80×80	—	105	4	3,4
25	90×90	—	105	4	3,8
Запорные фреоновые фланцевые вентили с колпаком марки 15кч80п					
32	105×105	—	180	4	8,0
40	110×110	—	200	4	10,1
50	125×125	—	230	4	12,2
Запорные фреоновые мембранные цапковые вентили с электромагнитным приводом марки 13с804р СВМ12Г					
15	—	М36×2	159	—	2,7
То же, марки 13с809р1-6					
10	—	М27×1,5	138	—	2,8
15	—	М36×2	159	—	3,0
Запорные фреоновые фланцевые вентили с колпаком марки 15с20п					
25	90×90	—	160	4	7,2
32	105×105	—	180	4	7,6
40	110×110	—	200	4	15,2
50	160	—	230	4	17,0
65	180	—	290	8	37,0
100	230	—	350	8	54,0
Регулирующие фреоновые фланцевые вентили с колпаком марки 15кч32п-1					
20	80×80	—	120	4	3,4
25	90×90	—	120	4	3,75
Регулирующие фреоновые фланцевые вентили с колпаком марки 15с99п					
25	90×90	—	160	4	7,1
32	105×105	—	180	4	7,5
40	110×110	—	200	4	15,3

Продолжение табл. II—18

Диаметр условного прохода, мм	Присоединительные размеры, мм		Длина, мм	Количество отверстий или шпилек	Масса, кг
	$D_н$ фланца	резьба трубная			
Регулирующие фреоновые цапковые вентили с колпаком марки 15с98п					
6	—	М22×1,5	102	—	1,25
10	—	М27×1,5	126	—	1,7
15	—	М36×2	150	—	2,1
20	—	М39×2	160	—	3,55
Параллельные задвижки с выдвижным шпинделем для рассола и воды марки 30ч6бр					
50	160	—	180	4	18,4
80	195	—	210	4	32,5
100	215	—	230	8	41,5
125	245	—	255	8	60,0
150	280	—	280	8	73,0
200	335	—	330	8	125,0
250	390	—	450	12	185,0
300	440	—	500	12	260,0
Запорные водяные муфтовые вентили марки 15ч8р и 15ч8к					
15	—	15	90	—	0,75
20	—	20	100	—	1,1
25	—	25	120	—	1,75
32	—	32	140	—	2,9
40	—	40	170	—	4,15
50	—	50	200	—	6,45
70	—	70	260	—	13,65
80	—	80	290	—	17,0
Обратные подъемные фланцевые клапаны для воды и рассола марки 16ч3р					
25	115	—	120	4	3,2
32	135	—	140	4	5,0
40	145	—	170	4	6,8
50	160	—	200	4	9,1
Обратные приемные фланцевые клапаны для воды и рассола марки 16ч40р					
50	160	—	210	4	9,0
80	195	—	270	4	17,0
100	215	—	320	8	25,5
150	280	—	410	8	50,0
200	335	—	430	8	92,0
250	390	—	535	12	134,0
300	440	—	740	12	250,0

Таблица II—19

Наименование	Обозначение
Вентиль (клапан) запорный	
проходной	
угловой	
Вентиль (клапан) трехходовой	
Вентиль, клапан регулирующий	
проходной	
угловой	
Клапан обратный	
проходной	
угловой	
Кран	
проходной	
угловой	
трехходовой	

Продолжение табл. II—19

Наименование	Обозначение
Задвижка	

ПРОКЛАДОЧНЫЕ И НАБИВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Прокладочные материалы применяют для уплотнения фланцевых соединений трубопроводов, арматуры и аппаратуры, а также для установки между корпусом и крышкой арматуры. Характеристика прокладочных материалов и области применения приведены в табл. II—20.

Таблица II—20

Прокладочные материалы	Транспортируемая среда	Предельные параметры		Характеристика материала
		температура, °С	рабочее давление, МПа	
Паронит вальцованный (ГОСТ 481—58)	Аммиак, фреон, перегретая вода, пар	—180÷+450	5	Листы размером от 500×500 до 1200×1700 мм, толщиной 1—4 мм
Паронит УВ (вулканизированный) (ТУ МХП 1369-50р)	Аммиак, фреон, масло, керосин, бензин	100	7,5	Листы размером 550×550 мм, толщиной 0,4—2,5 мм
Резина техническая гр. Iа и гр. II (ГОСТ 7338—65)	Рассол (только группы 1а), вода, воздух	—30÷+50	0,6	Листы шириной 700—960 мм, толщиной 2—8 мм
Резина маслобензостойкая С-571 ЛРТИ (ТУ МХП 233-54р)	Масло, бензин	—30÷+50	0,6	Листы толщиной до 10 мм
Картон прокладочный (ГОСТ 9347—60)	Вода, масло	80	1,0	Листы толщиной 0,2—1,5 мм

Перед установкой прокладок из паронита в соединения аммиачных трубопроводов их смачивают в масле «Индустриальное-12» (натирают графитовым порошком, смешанным с маслом), в соединения фреоновых трубопроводов — пропитывают техническим глицерином.

Набивочные материалы применяют для уплотнения сальников трубопроводной арматуры и холодильного оборудования.

Типы сальниковых набивок и области их применения приведены в табл. II—21.

Таблица II—21

Сальниковая набивка	Транспортируемая среда	Предельные параметры		Характеристика материала
		температура, °С	рабочее давление, МПа	
Асбестовая сухая АС	Аммиак, фреон, рассол, вода, сжатый воздух	400	4,5	Шнур квадратный сквозного плетения стороной 4—28 мм. Шнур с многослойной оплеткой сердечника круглый (квадратный) диаметром (стороной) 8—50 мм
Пропитанная АП	Аммиак, рассол, сжатый воздух	300	4,5	Шнур квадратный, пропитанный антифрикционным составом сквозного плетения стороной 4—28 мм. Шнур с многослойной оплеткой сердечника круглый (квадратный) диаметром (стороной) 8—50 мм
Пеньковая сухая ПС	Вода, масло, сжатый воздух, рассол	100	1,6	Шнур круглого сечения диаметром 6—28 мм
Пропитанная ПП	Вода, масло, сжатый воздух	100	1,6	То же, диаметром 6—28 мм

Перед уплотнением сальников аммиачной и фреоновой арматуры набивку предварительно пропитывают аналогично пропитке паронитовых прокладок.

СМАЗОЧНЫЕ И ОБТИРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Смазочные материалы по физико-химическому составу подразделяют на две группы: масла минеральные или синтетические, имеющие

жидкую консистенцию при температуре 20° С, и консистентные смазки, представляющие собой минеральные масла, загущенные мылом, парафинами и другими загустителями. Основные физико-химические свойства масел и консистентных смазок приведены в табл. II—22, II—23.

Таблица II—22

Масло	Вязкость по Энглеру при 50°С	Температура, °С		Коксуемость, %	Зольность, %	Кислотное число, мг КОН на 1 кг масла
		вспышки в открытом тигле, не ниже	затвердевания, не выше			
Для холодильных машин						
ХА	1,86—2,26	160	—40	—	0,012	0,14
ХФ-12	2,6—3,1	160	—40	—	—	0,03
ХФ-22	3,6—4,2	125	—58	—	—	0,05
Индустриальное						
12	1,86—2,26	165	—30	—	0,008	0,14
20	2,6—3,31	170	—20	—	0,008	0,14
30	3,89—4,59	180	—15	0,3	0,006	0,20
45	5,24—7,07	190	—10	0,3	0,005	0,35
50	5,76—7,86	200	—20	0,2	0,005	0,50
Цилиндровое						
24	3,0—4,0	240	—	2,15	0,05	—
38	4,5—6,0	300	+17	3	0,015	—
52	5,0—6,5	310	—5	3	0,01	—
Автомобильное						
АСп-5	2,4	170	—30	—	0,4	3
АСп-9,5	2,9	200	—20	—	0,4	3
АКп-9,5	3,0	200	—20	—	0,4	3
Автотракторное						
АКЗп-6	1,34	170	—40	0,1	0,01	0,1
АСп-6	1,46	185	—35	0,1	0,01	0,1
АКЗп-10	1,86	170	—40	0,15	0,01	0,1
АСП-10	1,92	200	—25	0,25	0,01	0,1
Трансмиссионное автотракторное						
летнее	3,5—4,0	180	—5	—	—	—
зимнее	2,7—2,9	170	—20	—	—	—
Дизельное						
Дп-8	2,5	200	—25	0,2	0,005	0,15
Д-11	2,6	200	—18	0,4	0,005	0,15
Дп-11	2,8	190	—15	0,4	0,005	0,15
Дп-14	3,0	210	—10	0,55	0,006	0,15

Таблица 11—23

Смазка	Температура каплепадения, °С, не ниже	Пенетрация при 25 °С	Кислотное число	Содержание, % не более		
				механических примесей	воды	золы
УС-1	75	330—355	—	0,3	1,5	—
УС-2	75	230—290	—	0,4	2,0	—
УС-3	90	150—220	—	0,6	3,0	—
УСс	75	—	—	0,5	3,0	—
УТс-1	130	225—275	—	0	0,5	4
УТс-2	150	175—225	—	0	0,5	4
УТ-1	130	225—275	—	0	0,5	4,5
УТ-2	150	175—225	—	0	0	—
УН	54	—	—	—	—	0,07
ЦИАТИМ-201	170	270—320	—	0	0	—
ЦИАТИМ-203	150	250—300	—	—	—	—
ЦИАТИМ-205	65	165	0,05	0,015	0	0,02
ЦИАТИМ-215	—	200—300	—	0,05	5,5	—
Канатная ИК	40	—	—	—	0	—
Тормозная	100	300—350	—	0	0	—
Смазка графитная УСсА	77	250	—	—	3	—

К обтирочным материалам относят салфетки из бязи, ветошь обтирочную и нитки хлопчатобумажные суровые. Салфетки изготовляют из бязи размером 30×30, 40×40 и 50×50 см. Применяют бязь (ГОСТ 11680—65), как отбеленную, так и неотбеленную. Присутствие активного хлора в бязи не допускается. По внешнему виду и отделке бязь должна соответствовать эталонам, утвержденным в установленном порядке. В качестве обтирочного материала применяют хлопчатобумажную, льняную и полульняную (из льняной и хлопчатобумажной пряжи), джутовую, джуто-канафную и пеньковджутовую, а также смешанную, выработанную из растительных волокон в смеси с химическими волокнами (капрон, лавсан, нитрон, вискоза и др.) ветошь (ГОСТ 5354—68).

Обтирочная ветошь может быть любой формы площадью не менее 400 см² и шириной не менее 20 см. В обтирочной ветоши площадью 400 см² допускаются дыры площадью не более 5%, в ветоши площадью более 400 см² — не более 15% общей площади. Обтирочная ветошь должна быть прочной и при разрыве руками участка куска, не имеющего дыр, оказывать достаточное сопротивление. Кондиционная влажность обтирочной ветоши не должна превышать 12%. Нитки хлопчатобумажные суровые должны соответствовать ГОСТ 16735—71.

СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Тип и области применения электродов для дуговой сварки конструкционных сталей при монтаже оборудования, металлоконструкций и трубопроводов приведены в табл. II—24, марки, техническая характеристика и назначение флюсов для автоматической сварки — в табл. II—25, тип, марка, техническая характеристика и области применения порошковой проволоки в табл. II—26.

Таблица II—24

Тип электродов	Механические свойства шва или наплавленного металла при применении электродов диаметром более 2,5 мм: временное сопротивление разрыву, кгс/мм² (не менее)	относительное удлинение, % (не менее)	ударная вязкость, кгс·м/см² (не менее)	Механические свойства сварного соединения при применении электродов диаметром 2,5 мм и менее: временное сопротивление разрыву, кгс/мм²	угол загиба, °	Содержание в металле шва или наплавленном металле, %: серы (не более)	фосфора (не более)	Область применения электродов
Э34	34	—	—	34	30	0,05	0,05	Для сварки малоуглеродистых и низколегированных сталей
Э42	42	18	18	42	120	0,05	0,05	
Э42А	42	22	14	42	180	0,04	0,04	
Э46	46	18	8	46	120	0,05	0,05	
Э46А	46	22	14	46	150	0,04	0,04	
Э50	50	16	6	50	90	0,05	0,05	Для сварки среднеуглеродистых и низколегированных сталей
Э50А	50	20	13	50	150	0,04	0,04	
Э55	55	20	12	55	140	0,04	0,04	

Для сварки дугой прямого действия плавящимся электродом в защитной среде углекислого газа и неплавящимся электродом в защитной среде инертного газа применяют соответственно углекислый газ и аргон.

Углекислый газ (CO_2) — бесцветный трехатомный газ, обладающий кисловатым вкусом и слабым запахом. Плотность углекислого газа 1,98 кг/м³.

Углекислый газ хранят и транспортируют в стальных баллонах под давлением 6—7 МПа. При таком давлении 60—80% CO_2 находится в жидком состоянии; 1 кг жидкой углекислоты при испарении образует 0,505 м³ газа. Сорокалитровый баллон вмещает 25 кг жидкой углекислоты.

Сжиженный углекислый газ выпускают по ГОСТ 8050—64. Стандарт содержит технические требования, методы испытаний, правила обработки и заполнения баллонов, маркировки, хранения и транспортирования. Чистота углекислого газа I сорта не менее 99,5%. II сорта — 99%.

Аргон — инертный газ, не вступающий в реакции с другими элементами, тяжелее воздуха в 1,4 раза. ГОСТ 10157—62 на «аргон газообразный чистый» предусматривает три марки аргона: А — 99,99%, Б — 99,96%, В — 99,90% чистого газа. Остальными основными примесями являются азот и кислород.

Аргоном заполняют стальные баллоны под давлением 15 МПа, емкостью 6 м³ газа.

Таблица II—25

Флюс	Краткая характеристика	Назначение
АН-348-А; ОСЦ-45	Плавленые, стекловидные. Размер зерен 0,35—3 мм (ГОСТ 9087—69)	Для механизированной сварки и наплавки углеродистых и низколегированных сталей
АН-348-АМ; ОСЦ-45М	Плавленые, стекловидные. Размер зерен 0,25—1,6 мм (ГОСТ 9087—69)	То же
ФЦ-9	Плавленый, стекловидный. Размер зерен 0,25—1,6 мм (ГОСТ 9087—69)	Для механизированной сварки и наплавки углеродистых и низколегированных сталей проволокой диаметром не более 3 мм

Таблица II—26

Марка, тип и области применения	Номинальный диаметр, мм	Минимальная толщина свариваемого металла, мм	Положение свариваемого шва в пространстве	Пределы режимов сварки			Коэффициент наплавки (средний), г/(А·ч)	Производительность наплавки, кг/ч
				скорость подачи проволоки, м/ч	сила тока, А	напряжение на источнике тока в проволоке, В		
ПП-АН1; Э50 самозащитная для сварки стальных конструкций из углеродистой стали	2,8	5	Нижнее	До 170	200—350	24—28	12	3,3
ПП-1ДСК; Э46 самозащитная для сварки стальных конструкций из малоуглеродистых сталей	2,2	5	То же	110—235	180—320	28—36	12	3,0
ПП-АН3; Э50А самозащитная для сварки стальных конструкций из малоуглеродистых и низколегированных сталей	3	5	То же	—	270—480	26—35	16	5,8
ПП-АН7; Э50А самозащитная для сварки стальных конструкций	2	3	Во всех положениях		140—300	22—28	—	—
из малоуглеродистых и низколегированных сталей	2,3	3	То же	—	150—300	22—28	—	—

Продолжение табл. II—26

Марка, тип и области применения	Номинальный диаметр, мм	Минимальная толщина свариваемого металла, мм	Положение свариваемого шва в пространстве	Пределы режимов сварки			Коэффициент наплавки (средний), г/(А·ч)	Производительность наплавки, кг/ч
				скорость подачи проволоки, м/ч	сила тока, А	напряжение на источнике тока в проволоке, В		
ПП-АН8; Э50А для сварки стальных конструкций из малоуглеродистых и низколегированных сталей с дополнительной защитой углекислым газом	2	3	Нижнее и горизонтальное	142—500	160—450	24—34	—	—
	2,5	3		112—435	160—450	24—39	—	—
	2,8	3	То же	210—337	380—530	32—39	—	—
ЭПС-15/2; Э50А самозащитная для сварки стальных конструкций из малоуглеродистых и низколегированных сталей	2,8	3	Нижнее	126—435	230—500	21—32	25	9
ПП-2ДСК; Э50А самозащитная для сварки конструкций из малоуглеродистых и низколегированных сталей	2,35	5	Нижнее и горизонтальное	188—435	240—400	26—34	18,5	6

БОЛТЫ, ГАЙКИ И ШАЙБЫ

Размеры (в мм) и масса (в кг) применяемых в болтовых соединениях оборудования, трубопроводов и металлоконструкций холодильных установок болтов с шестигранной головкой нормальной точности (ГОСТ 7798—70) приведены в табл. II—27 и II—30, гаек нормальной точности (ГОСТ 5915—70) и шайб (ГОСТ 11371—68) — в табл. II—28 и II—29.

Таблица II—27

Показатели	Номинальный диаметр резьбы болта, мм				
	10	12	14	16	18
Диаметр стержня, мм	10	12	14	16	18
Размер шестигранника (под ключ)	17	19	22	24	27
Высота головки болта	7	8	9	10	12
Длина болта	25—200	25—225	25—300	25—300	25—300
Длина резьбы	18—35	17—36	16—40	15—44	13—48

Продолжение табл. II—27

Показатели	Номинальный диаметр резьбы болта, мм				
	20	22	24	27	30
Диаметр стержня, мм	20	22	24	27	30
Размер шестигранника (под ключ)	30	32	36	41	46
Высота головки болта	13	14	15	17	19
Длина болта	30—300	35—300	35—300	40—300	45—300
Длина резьбы	17—52	21—56	20—60	23—66	26—72

Таблица II—28

Показатели	Размеры и масса гаек при номинальном диаметре резьбы гайки, мм									
	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Размер шестигранника (под ключ), мм	17	19	22	24	27	30	32	36	40	46
Толщина гайки, мм	8	10	11	13	15	16	18	19	22	24
Теоретическая масса 1000 шт. гаек, кг	11,37	15,40	24,48	33,17	47,03	62,60	76,77	107,0	161,40	224,5

Таблица II—29

Показатели	Размеры и масса шайб при номинальном диаметре резьбы болта, мм									
	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Внутренний диаметр, мм	10,5	13,0	15,0	17,0	19,0	21,0	23,0	25,0	28,0	31,0
Наружный диаметр, мм	21,0	24,0	28,0	30,0	34,0	37,0	39,0	44,0	50,0	56,0
Толщина, мм	2,0	2,5	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0
Масса 1000 шт. шайб, кг	4,08	6,27	10,34	11,30	13,7	22,9	24,5	32,3	52,9	67,1

Длина болта, мм	Теоретическая масса 1000 шт. болтов			
	10	12	14	16
25	27,82	39,95	57,25	75,87
30	30,66	44,05	62,84	83,24
35	33,88	48,43	68,44	90,62
40	36,96	52,87	74,75	97,99
45	40,05	57,31	80,50	105,70
50	43,13	61,76	86,55	113,66
55	46,22	66,20	92,59	121,50
60	49,30	70,64	98,64	129,40
65	52,39	75,08	104,70	137,30
70	55,47	79,53	110,70	145,20
75	58,56	83,97	116,80	153,10
80	61,64	88,42	122,80	161,00
90	67,81	97,29	134,90	176,80
100	73,98	106,20	147,00	192,40
110	80,15	115,10	159,10	208,40
120	86,32	124,00	171,20	224,20
130	92,49	132,80	183,30	240,00
140	98,66	141,70	195,40	255,80
150	104,80	150,60	207,50	271,60
160	111,80	159,50	219,60	287,40
170	117,20	168,40	231,70	303,20
180	123,30	177,30	243,80	319,00
190	129,50	186,20	255,90	333,80
200	135,70	195,00	267,90	350,60
220	—	212,80	292,10	382,20
240	—	230,60	316,30	413,80
260	—	248,80	340,50	445,40
280	—	—	364,70	476,90
300	—	—	388,90	508,50

Таблица II—30

(в кг) при номинальном диаметре резьбы, мм

18	20	22	24	27	30
105,18	136,4	—	—	—	—
114,30	147,9	180,6	—	—	—
123,60	159,4	194,6	246,9	340,6	—
132,90	170,9	206,6	263,5	361,8	479,1
142,10	182,5	222,6	280,1	373,0	505,2
152,40	194,0	236,6	296,7	404,1	531,2
162,40	206,8	250,7	313,3	425,3	557,3
172,40	219,1	266,5	329,9	446,5	583,3
182,40	231,5	281,4	348,8	467,7	609,4
192,40	243,8	296,4	366,5	491,1	635,4
202,40	256,1	311,3	384,3	513,6	664,8
212,40	268,1	326,2	402,1	536,1	691,8
232,40	293,2	356,1	437,6	581,0	747,3
252,40	317,8	385,9	473,2	626,0	802,0
272,30	342,5	415,8	508,7	671,0	858,4
292,30	367,2	445,7	544,2	716,0	913,0
312,30	391,9	475,5	579,8	761,0	969,5
332,30	416,6	505,4	615,3	806,0	1025,0
352,30	441,2	535,2	650,8	850,1	1080,0
372,30	465,9	565,1	686,4	895,9	1136,0
392,30	490,6	595,0	721,9	940,9	1192,0
412,30	515,3	624,8	757,9	985,9	1247,0
432,30	540,0	654,7	793,0	1031,0	1950,0
452,20	564,6	684,6	828,6	1076,0	2030,0
492,20	614,0	744,3	899,6	1166,0	1469,0
532,20	663,4	804,0	970,8	1256,0	2350,0
572,70	712,7	863,7	1042,0	1346,0	1691,0
612,70	762,1	923,5	1113,0	1436,0	1802,0
652,20	811,4	983,2	1184,0	1526,0	1914,0

ГЛАВА III

ВЫБОР МОНТАЖНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, МЕХАНИЗМОВ, ПРИСПОСОБЛЕНИЙ И ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МОНТАЖНЫХ И НАЛАДОЧНЫХ РАБОТ

При проектировании производства монтажных и наладочных работ, а также монтаже и наладке технологического оборудования и коммуникаций выбор необходимого монтажного оборудования, механизмов, приспособлений и инструментов производят на основании грузовысотных и технических характеристик. Ниже приводятся данные, необходимые для выбора рекомендуемых основных технических средств монтажа и наладки оборудования и коммуникаций.

СТРЕЛОВЫЕ САМОХОДНЫЕ КРАНЫ, ПОГРУЗЧИКИ, ТРАКТОРЫ, АВТОТЯГАЧИ И ТРАЙЛЕРЫ

Краны. Грузовысотные характеристики наиболее распространенных автомобильных кранов приведены в табл. III—1, гусеничных — в табл. III—2, пневмоколесных — в табл. III—3 и III—4.

Таблица III—1

Кран	Длина стрелы, м	С выносными опорами			Без выносных опор		
		вылет крюка, м	высота подъема крюка, м	грузоподъемность, т	вылет крюка, м	высота подъема крюка, м	грузоподъемность, т
К-51	12	4,5 6 7,5 9	11,5 10,8 9,8 8,6	3 2 1,5 1	4,5 6 8 10	11,5 10,8 9,5 7,6	1 0,75 0,5 0,25
К-64	7,35	3,3 4 5 6,5	7,7 — — 5,32	6,3 4,75 3 2	4 5 5,8 7	7,5 2,5 2 4,7	2 1,25 1 0,75

Продолжение табл. III—1

Кран	Длина стрелы, м	С выносными опорами			Без выносных опор		
		вылет крюка, м	высота подъема крюка, м	грузоподъемность, т	вылет крюка, м	высота подъема крюка, м	грузоподъемность, т
К-64	11,75	4,6 6 7 9,5	12 — — 9,3	3 2 1,6 1	4,6 6 8 10	12 — — 7,9	1 0,75 0,5 0,25
АК-75	7,5	2,9 4 5 7	8 7,7 7,3 5,2	7,5 4 2,75 1,7	— — — —	— — — —	— — — —
АК-75	7,5 с надставкой 4,5 м	5 6 7 8	12,4 11,9 11,4 9,8	2,75 2,1 1,7 1,2	— — — —	— — — —	— — — —
АК-75	10	4 5 5,5 7,5 10	10 9,6 9 8,5 5	10 6,4 4,2 3,3 2,4	4 5 5,5 7,5 10	10 9,6 9 8,5 5	2 1,3 0,85 0,65 0,45
МКА-10М	18	5,5 8,5 12 16	18 17 15 10,5	4,5 2 1 0,45	— — — —	— — — —	— — — —
МК-10М	18 с гуськом	7,5 9 12 16	18 17,7 16,7 14	3 2 1 0,5	— — — —	— — — —	— — — —
К-104	10	4 5 7,5 10	9,5 9 8 4,5	10 7 4 2,2	4 5 7,5 10	9,5 9 8 4,5	4 3 1,5 1

Продолжение табл. III—1

Кран	Длина стрелы, м	С выносными опорами			Без выносных опор		
		вылет крюка, м	высота подъема крюка, м	грузоподъемность, т	вылет крюка, м	высота подъема крюка, м	грузоподъемность, т
К-104	18	5	16,4	6	5	16,4	1,5
		7,5	15,7	3,2	7,5	15,7	0,85
		10	15,5	2	10	15,5	0,5
		12	14,5	1,5	12	14,5	0,35
		16	10	0,8	16	10	—
МКА-16	10	4,1	10,5	16	4,1	10,5	5
		5	10	11,8	5	10	3,5
		6	9	8,5	6	9	2,5
		8	8	5,5	8	8	1,75
		10	6	4	10	6	1,5
МКА-16	15	5	15,2	11,5	5	15,2	3,3
		7	14,7	6,6	7	14,7	1,6
		10	13	3,9	10	13	1
		12	11,5	2,8	12	11,5	0,9
		15	8	2	15	8	0,8
МКА-16	18	5,5	18,9	9	5,5	18,9	2,5
		8	17,8	5	8	17,8	1
		10	17	3,7	10	17	0,5
		12	16	2,8	12	16	0,4
		16	12	1,6	16	12	0,3
МКА-16	23	7,5	23	5,5	—	—	—
		10	22,5	3,2	—	—	—
		12	20	2	—	—	—
		15	18,5	1	—	—	—
		20	14,5	1	—	—	—
МКА-16	23 с гуськом	9	25	4	—	—	—
		12	24,5	2,2	—	—	—
		17	21,6	0,7	—	—	—
		20	18,8	0,3	—	—	—

Таблица III—2

Кран	Длина стрелы, м	Вылет крюка, м	Высота подъема крюка, м	Грузоподъемность, т
МКГ-6,3	10	4 5 6,5 7,5 10	10 9,8 9 8,2 5	6,3 4 2,6 2,1 1,5
МКГ-6,3	18	5,5 8,5 12 16,0	18 17,2 15 11,0	2,8 1,2 0,6 0,35
МКГ-6,3	18 с гуськом длиной 2,3 м	7,5 9 12,5 16,0	18 17,8 16,5 14,0	1,9 1,2 0,6 0,35
МКГ-10	10	4 6 8 10	10 9,2 8 5	10 4,7 3 2,4
МКГ-10	18	5,5 8 12 16	18 17,3 15 10,5	4,5 2,3 1 0,45
МКГ-10	18 с гуськом длиной 2,3 м	7,5 9 13 16	20 17,7 16,8 14	3 2,2 1 0,5
МКГ-16М	10	4 5 6 8 10	10,5 10 9,0 8,0 6	16 11,5 8,5 5,5 4
МКГ-16М	15	5 7 10 15	15 14 12 10	11 6,6 3,9 2

Продолжение табл. III—2

Кран	Длина стрелы, м	Вылет крюка, м	Высота подъема крюка, м	Грузоподъемность, т
МКГ-16М	18	5,5 10 14 16	18 17 14,5 11	9,0 3,7 2 1,6
МКГ-16М	23	7,5 10 15 20	25 22,5 20 15	5,5 3,5 1,7 1
МКГ-16М	23 с гуськом	9 12 17 22	26 24 21 17	4 2,5 1,3 0,75
МКГ-20	12,5	4,6 6,5 12	12 11,5 7,5	20 12 4,6
МКГ-20	22,5	5,5 9 16,2	22 21 17,75	15 7 2
МКГ-20	32,5	7 12 17	32 31,4 29	10 4 1,5
МКГ-25	12,5	3,8—4 6 8 10 12	12 11,4 10,5 9,3 7	25 14,7 9,6 6,6 4,7
МКГ-25	17,5	4—4,5 6 8 10 12,7	17 16,6 16 15 13,7	20 13,5 8,6 5,9 4,5

Продолжение табл. III—2

Кран	Длина стрелы, м	Вылет крюка, м	Высота подъема крюка, м	Грузоподъемность, т
МКГ-25	22,5	4—5,2	22	16
		8	21,2	8
		10	20,5	5
		12	19,7	4
		14	18,5	3,1
МКГ-25	27,5	4—6	27	13,5
		8	26,3	8,2
		10	25,7	5,9
		12	25,2	4
		15	23,7	2,4
МКГ-25	32,5	5—6,8	32	10
		8	31,5	7,9
		10	31	5,3
		12	30,5	3,8
		15,2	29,4	2,4
СКГ-30	15	5—5,5	14,5	30
		6	14,3	27
		7	14	22
		8	13,5	18
		10	12,5	13,3
		12	10,7	10,3
		14	8,4	8,3
СКГ-30	20	6,15—7,35	19,3—19	20
		8	18,9	17,4
		10	18,1	13,3
		12	17	10,2
		14	15,6	8,1
		16	13,7	6,4
		18	11,2	5,4
СКГ-30	25	7,35—8,6	23,9—21,5	15
		10	23,1	12,6
		13	22	9
		16	20,4	6,4
		19	17,5	4,5
		21	15,6	3,5
		23	12,8	3,1

Продолжение табл. III—2

Кран	Длина стрелы, м	Вылет крюка, м	Высота подъема крюка, м	Грузоподъемность, т
СКГ-30	30	8,5 12 16 20 25	28,5 27,3 25,5 22,9 18	13 8,9 6 4,2 3
СКГ-30	35	9,6 16 18,4 22 29	34 32,5 31,8 29 22,5	8 4,5 3,7 2,5 1
СКГ-40	15	4,5 5,5 7 10 14	14,2 14 13,5 11,6 7,4	40 27 22 13 8
СКГ-40	20	5,6—6,2 8 10 14 18	18,8 18,2 17,5 14,7 10,4	25 16,5 11 7 5,4
СКГ-40	25	6,7—7,2 10 16 19 23	23,8 22,9 19,5 17 11,5	20 12,8 6,25 5 3,1
СКГ-40	30	7,8 11 16 20 25	28,7 27,9 25,6 22,9 17,4	15 9,4 4,9 3,1 2
СКГ-40	35	8,9—10,7 12 16 20 24	34,8—34,3 33,8 32,2 30 27	10 8,3 5 2,8 2
СКГ-50	15	6 8 9 12 14	14 13,3 12 10 8	50 33 28 18,4 15

Продолжение табл. III—2

Кран	Длина стрелы, м	Вылет крюка, м	Высота подъема крюка, м	Грузоподъемность т
СКГ-50	30	8 9 12 16 26	28,3 28 27,3 25,4 16,3	30 26 17,3 11,8 5,4
СКГ-50	40	10 12,5 20,6 27 34	38,3 37,8 34,8 30,7 23,4	15 15 7,5 4,5 2,6
СКГ-50	30 с клювом 18,9 м	13 16 21 24	47 44,5 40,1 30,2	12,9 10,2 7,2 6,2
СКГ-50	30 с клювом 24 м	15,5 18 20 24 29	51,5 50,2 48,5 44,5 30,5	10,1 8,5 7,5 6 5

Примечание. Для кранов МКГ-20, МКГ-25, СКГ-30, СКГ-40 и СКГ-50 приведена грузоподъемность основного крюка, для крана СКГ-30 — грузоподъемность основного крюка без клюва (при подъеме с клювом грузоподъемность снижается на 1 т).

Таблица III—3

Кран	Длина стрелы, м	Вылет крюка, м	Высота подъема крюка, м	Грузоподъемность, т
МКП-1,5	7	3,3 8	8,6 4,2	1,5 0,54
МКП-1,5	8	3,5 9,5	10,6 5,8	1,2 0,3
МКП-1,5	11	3,8 11	12,6 7,2	0,9 0,25
МКП-1,5	13	4 11	14,5 5,8	0,65 0,15

Продолжение табл. III—3

Кран	Длина стрелы, м	Вылет крюка, м	Высота подъема крюка, м	Грузоподъемность, т
Э-255	8	3 4,7 6,4 8	7,2 5,9 4,7 3,6	5 2,8 1,8 1,4
Э-255	12	3,2 6,7 9,2 11,6	10,5 9,6 8,7 4,8	4 1,6 1,1 0,8
Э-255	15	4 7,2 11,3 14,3	13,7 12,2 10,8 6,5	3 1,3 0,7 0,5
Э-255	18	4,5 8,3 13,5 17	16,5 14,8 13,2 7,9	2 0,9 0,4 0,25
К-102	10	4 4,5 6 8 10	8 7,8 7,1 5,7 3	10 8 5 3,3 2,5
К-102	18	4,5 6 8 10 12 16	17 16,7 15,9 15 13,7 9,4	6,5 4,5 3 2,2 1,7 1

Таблица III—4

Кран	Длина стрелы, м	На выносных опорах			Без выносных опор		
		вылет крюка, м	высота подъема крюка, м	грузоподъемность, т	вылет крюка, м	высота подъема крюка, м	грузоподъемность, т
МКП-10	10	4 10	10 5,6	10 1,9	4 10	10 5,6	6,3 1,9
МКП-10	18	6,5 16	19 10,5	3,8 0,25	6,5 16	19 10,5	3,4 0,2
МКП-10	18 с гуськом	8 14	20 15	2,4 0,5	8,0 14,0	20 15	1,75 0,15
МКП-16	10	4,1 6 10	10,5 9 6	16 8,5 4	4,1 6 10	10,5 9 6	12 6,3 3
МКП-16	15	5 10 15	15 12 10	11,5 3,9 2	5 10 15	15 12 10	8,5 2,9 1,5
МКП-16	18	5,5 10 16	18 17 13	9 3,7 1,6	5,5 10 16	18 17 13	6,5 2,5 1
МКП-16	23	7,5 15 20	25 20 15	5,5 1,7 1	7,5 15 20	25 20 15	4 1,2 0,8
МКП-16	23 с гуськом 2,3 м	9 12 20	25,0 24 18,5	4 2,5 1	9 12 2	24 18 15	3 1,9 0,5
МКП-20	12,5	3,3—4,6 8 12	6,12 10,8 7,5	20 9 4,6	3,8 12 —	12,2 7,2 —	9 2 —
МКП-20	22,5	4,7—5,9 9 15,7	22 21,3 17	15 7,6 1,6	4,7 15,7 —	22 16,5 —	6 0,4 —

Продолжение табл. III—4

Кран	Длина стрелы, м	На выносных опорах			Без выносных опор		
		вылет крюка, м	высота подъема крюка, м	грузоподъемность, т	вылет крюка, м	высота подъема крюка, м	грузоподъемность, т
МКП-20	32,5	5,8	32	10	—	—	—
		11	31,2	4,9	—	—	—
		16	29	1,4	—	—	—
МКП-25	12,5	3,8	12	25	3,8	12	12,5
		6	11,5	18	6	11,5	8,5
		10	9	7,5	10	9	4
		12	7	5	12	7	3
МКП-25	17,5	4	17,2	19,5	4	17,2	8,5
		6	17	18,5	6	17	6,2
		8	15,1	11	8	15,1	4,2
		12	13,8	5,5	12	13,8	1,5
МКП-25	22,5	6	22	14,2	6	22	5
		8	21,3	11	8	21,3	3
		10	20,5	7	10	20,5	1,7
		14	18,5	3,5	14	18,5	0,5
МКП-25	27,5	6	27	14	6	27	5,3
		8	26,6	9,2	8	26,6	3,3
		10	26	6	10	26	1,7
		14	24	3,4	14	24	—
К-255	15	4,5	12,7	25	4,2	12,7	10
		5,5	12,5	18	5,5	12,5	8
		10	11,5	7	10	10,5	3,5
		14	6,5	4	14	6,5	2
К-255	25	6,5	22,6	12	6	22,6	6
		8,5	22	8	8,5	22	3,5
		14	19,7	4	14	19,7	1,5
		20	15	2	20	15	0,6
МКП-40	15	3,5—4,5	16	40	3,5—4,5	16	11
		5	15,7	31,5	5	15,7	9,5
		8	14,5	13	8	14,5	4
		10	13,4	9	10	13,4	2,5
		15	6	6,5	15	6	0,9
МКП-40	20	4,8	20,5	32	—	—	—
		6	19,8	12,5	—	—	—
		12	18	6,1	—	—	—
		16	14,7	4	—	—	—

Продолжение табл. III—4

Кран	Длина стрелы, м	На выносных опорах			Без выносных опор		
		вылет крюка, м	высота подъема крюка, м	грузоподъемность, т	вылет крюка, м	высота подъема крюка, м	грузоподъемность, т
МКП-40	25	5,5	25,5	24	—	—	—
		11	24	7	—	—	—
		15	21,8	3,8	—	—	—
		20	17,8	2	—	—	—
		25	13,5	1	—	—	—
МКП-40	30	5,3	30,8	20	—	—	—
		8	30,3	11	—	—	—
		10	29,2	7,5	—	—	—
		15	27,7	3,5	—	—	—
		17	26,5	2,8	—	—	—
МКП-40	35	7	35,5	12	—	—	—
		10	34,5	6,8	—	—	—
		14	33,2	3,6	—	—	—
		20	30,5	1	—	—	—

Примечание. Для кранов МКП-20, МКП-25 и МКП-40 приведена грузоподъемность основного крюка (без гуська).

Погрузчики. Выбор погрузчиков для производства монтажных и погрузочно-разгрузочных работ производят, исходя из габаритных размеров и массы перемещаемых грузов.

Техническая характеристика автопогрузчиков приведена в табл. III—5, электропогрузчиков — в табл. III—6.

Количество вилочных погрузчиков, необходимое для выполнения объемов работ, предусмотренных ППР, определяют по формуле

$$n = \frac{\Sigma Q}{П_э T_{см} m \kappa}, \qquad \text{(III — 1)}$$

где ΣQ — расчетный вес всех видов оборудования, конструкций, монтажных заготовок и материалов, подлежащих перемещению и монтажу с помощью погрузчиков, кН;

$П_э$ — эксплуатационная производительность погрузчика по каждому виду выполняемой работы, т/ч;

$T_{см}$ — продолжительность работы погрузчика в смену, ч;

m — число смен работы погрузчика в сутки;

κ — количество рабочих дней погрузчика в году.

Часовую эксплуатационную производительность погрузчика $П_э$ (т/ч) определяют по формуле

$$П_э = \kappa_в \, \kappa_{гр} \, П, \qquad \text{(III — 2)}$$

где $\kappa_в$ и $\kappa_{гр}$ — коэффициенты использования погрузчика по времени и загрузке;

$П$ — паспортная производительность погрузчика, т/ч (т/смену).

Таблица III—5

Показатели	Автопогрузчики											
	4020	4022	4043М	4045М	4046М	4075	4008	4013	4014	4023	4025	4028
Грузоподъемность на вилах, 10 кН	1	2	3,2	5	5	5	10* / 6,9	3,2	5	3,2	5	10
Расстояние от центра тяжести груза до передних стенок вил, мм	500	600	600	550	750	600	750 / 1500	600	600	600	600	750
Наибольшая высота подъема груза на вилах или в ковше, мм	1500; 4500	2800	4000	4000	4200	4500	4500	2800; 4500	2800; 4500	2800; 4500	2800; 4800	4500
Наибольшая высота подъема крюка над дорогой, мм	—	—	5150	5150	7200	7200	7500	—	—	—	—	8240
Габаритные размеры, мм												
ширина по крыльям	965	1400	2119	2264	2250	2250	2700	2168	2330	1750	1755	2600
длина с вилами	2590	3220	4670	4960	5950	5340	6600 / 8110	4820	5100	4030	4350	6515
Высота при опущенном грузоподъемнике	2800	2100	3200	3200	3400	3390	3750	2500	2630	2260	2030	3750
База колес, мм	—	—	1850	2200	2600	2550	2880	2000	2300	1920	2100	2950

Наименьший радиус поворота, мм	1630	2100	3600	3700	4430	7200	5625	3500	3650	2700	2700	4800
Колея колес, мм												
передних	—	—	1650	1740	1740	1800	1920	1690	1790	1260	1270	—
задних	—	—	1415	1415	1620	1800	2000	1480	1480	1200	1400	—
Дорожный просвет, мм	200	200	250	240	220	270	200	200	200	180	180	240
Скорость передвижения по дороге с твердым, ровным покрытием, км/ч	16	20	36	36	30	55	35	40	30	20	22	20
Скорость подъема груза на вилах в ковше и на крюке, м/мин	14	14	10	10	10	10	6,5—10	20	16	23	20	14
Масса погрузчика с вилами (без груза), кг	2250	3170	4780	5800	7000	7150	13200	4710	6100	5400	6850	12920
Распределение нагрузки на оси (для основной модели), 10 кН												
без груза на переднюю ось	950	1190	1950	2130	3000	3450	6000	2060	2600	2700	2900	6150
без груза на заднюю ось	1300	1980	2830	3670	4000	3700	7200	2650	3560	2700	3950	6770
с грузом на переднюю ось	2780	4730	7225	9925	10945	10860	21800	6900	10190	7800	—	—
с грузом на заднюю ось	470	440	755	875	1055	1290	1400	810	910	800	—	—

Примечание. В числителе указана грузоподъемность при длине вил 1500 мм, в знаменателе — при длине вил 3000 мм.

Таблица III—6

Показатели	Электропогрузчики					
	4015М	ЭП-0603; ЭП-0603А	4004(4004А)	ЭПВ-103; ЭПВ-105	ЭП-103; ЭП-106	ЭП-107
Грузоподъемность, 10 кН . .	0,5	0,63	0,75	0,75	1,0	1,0
Расстояние от центра тяжести груза до передней стенки вил, мм	500	500	400	500	500	500
Скорость передвижения, км/ч	9/10	8,6/9,4	8,5/10	5,5/6,5	9/10	7,3/8,0
Скорость подъема вил, м/мин	9	12,0/14,4	10/20	8	9,0/12,5	8,9/13
Габаритные размеры, мм . .						
длина с вилами	2200	2326	2400	2610	2500	2416
ширина	1000	986	910	—	930; 960	970
высота с опущенными вилами	1450; 2000	2040	1440	1500; 2850	1445; 1910	1510; 2070
Высота подъема вил, мм						
без увеличения габарита .	300	1300	260	300	200	200
наибольшая	1800; 2800	3000	1600; 2800	1800; 4500	1800; 2800	1900; 3000
Рабочая длина вил, мм . . .	730	1000; 1200	750	800	750	800
Наименьший дорожный просвет, мм	80	100	75	90	90	95
База, мм	990	890	1000	1000	1000	1050

Колея, мм						
переходных колес	750	780	760	790	760	970
задних колес	—	—	695	740	740	—
Наименьший радиус поворота по наиболее выступающей точке машины, мм	1200	1100	1550	1700	1600	1320
Наименьшая ширина проезда, мм	2500	1650	2680	—	2950	1700
Аккумуляторная батарея						
напряжение, В	24	24	32	30	40	40
емкость, А·ч	300	300	300	300	300	300
Мощность двигателя, кВт						
привода передвижения . .	1,9	2×1,3	4	2,5	3	1,3
привода насоса	1,8	2,0	2,5	3	3	3
Масса погрузчика, кг . . .	1460	1525	1740	2360	2160	2180, 2300
Распределение нагрузки на оси погрузчика, 10 кН						
без груза на переднюю ось	770	685	950	1058	900	1020; 1150
без груза на заднюю ось	690	840	790	1258	1200	1110; 1150
с грузом на переднюю ось	1685	1840	2260	2469	2760	2780; 2915
с грузом на заднюю ось .	275	315	230	730	340	400; 385

Продолжение табл. III—6

Показатели	Электропогрузчики						
	ЭПВ-1-612; ЭП-614	ЭП-1201; ЭП-1203	02(04)	ЭП-201; ЭП-202	ЭП-301	ЭП-501	ЭП-1001
Грузоподъемность, 10 кН . .	1,0	1,25	1,5	2,0	3,2	5,0	10
Расстояние от центра тяжести груза до передней стенки вил, мм	450	500	500(450)	600	600	750	1000
Скорость передвижения, км/ч	6,5/7,5	10/12	6,5/7,5	10/12	9/11	6,6/7,4	7/8,45
Скорость подъема вил, м/мин	4,25/8,5	10/12	4,25/8,5	10/16	8,6	8,15	4,9
Габаритные размеры, мм . .							
длина с вилами	2970	2406	3000	3150	3605	3860	5230
ширина	1000	986	1000	1350	1484	1350	2050
высота с опущенными вилами	1595; 1995	—	1480; 2100	1600; 2100	1180	2110	3450
Высота подъема вил, мм							
без увеличения габарита .	220	200	220	250	200	200	2200
наибольшая	1500; 2750	3000	1500; 2750	1800; 2800	2800; 4500	2800	2200
Рабочая длина вил, мм . . .	910	800	916	1000	1100	100	—
Наименьший дорожный просвет, мм	—	—	60	100	110	1000	150
База, мм	1115	1125	1120	1350	1400	1550	2450

Колея, мм							
переходных колес	815	825	815	962	1180	—	—
задних колес	810	—	810	820	870	—	—
Наименьший радиус поворота по наиболее выступающей точке машины, мм	2100	1330	2100	2040	2260	2600	3650
Наименьшая ширина проезда, мм	3450	2610	3500	3800	2400	2780	3900
Аккумуляторная батарея							
напряжение, В	30	40	30	50	50	40	80
емкость, А·ч	500	350	500	400	700	950	950
Мощность двигателя, кВт							
привода передвижения . .	—	2×1,5	4	6	6	—	—
привода насоса	—	2,2	—	5,5	7	—	—
Масса погрузчика, кг . . .	3100	2311	2800	3573	5500	8670	18400
Распределение нагрузки на оси погрузчика, 10 кН							
без груза на переднюю ось	1230	1084	1225	1506	2470	3070	10150
без груза на заднюю ось	1870	1227	1575	2067	3030	5600	8250
с грузом на переднюю ось	2970	3120	3600	4995	7600	12238	26465
с грузом на заднюю ось .	1130	441	700	578	900	1432	1935

Примечание. В числителе указана скорость с грузом, в знаменателе — без груза.

Тракторы, автомобильные тягачи, трайлеры, автомобильные прицепы. Основная техническая характеристика тракторов, автомобильных тягачей, трайлеров и автомобильных прицепов, применяемых для перемещения оборудования, конструкций, монтажных заготовок и материалов, приведена в табл. III—7, III—8, III—9 и III—10.

Таблица III—7

Показатели	Тракторы				
	С-80	С-100	Т-140	ДЭТ-250	К-700
Тяговое усилие, 10 кН	8,8—1,5	9—1,5	13,3—2,2	20—2,4	0,25—60
Мощность двигателя, Вт	62 475	73 500	102 900	194 775	154 350
Скорость движения, км/ч	2,25—9,65	2,36—10,15	2,38—10,9	2—20,5	2,82—30,6
Габаритные размеры, мм					
длина	4230	4225	5300	7200	7045
ширина	2460	2460	2740	2960	2518
высота	2985	3059	2800	3210	3225
Колея, мм	1880	1880	2040	2450	1910
Клиренс, мм	330	340	425	420	—
Масса трактора, т	11,93	15,3	15,15	24	13,6

Таблица III—8

Тягач	Масса, т	Масса с грузом, т	Наибольшая скорость передвижения, км/ч	Тяговое усилие, 10 кН	Габаритные размеры, мм		Мощность, Вт
					длина	ширина	
МАЗ-200В	6,50	16,5	52	—	7620	2650	99 225
МАЗ-528	18,35	18,0	30	—	5400	3150	121 275
МАЗ-504	6,00	18,0	75	—	5500	2500	132 300
МАЗ-541	28,00	85,0	30	—	7850	3400	220 500
МАЗ-525В	24,30	—	30	—	8300	3220	220 500
ЯАЗ-210Д	10,22	15,0	45	—	4780	1950	132 300
КрАЗ-221Б	10,10	30,0	45	—	4780	1950	132 300
КрАЗ-214	12,53	10,0	40	—	5300	2030	150 675
Урал-375Т	7,48	10,0	75	—	4200	2000	132 300
МАЗ-535	17,10	32,0	60	—	5941	2150	275 625
МАЗ-537	23,00	65,00	55	—	6050	2200	385 865
БелАЗ-531	14,00	—	45	—	4800	3230	264 600
БелАЗ-540В	16,60	—	60	—	10 900	3480	330 750
БелАЗ-548В	19,80	—	58	—	12 540	4000	382 305

Продолжение табл. III—8

Тягач	Масса, т	Масса с грузом, т	Наибольшая скорость передвижения, км/ч	Тяговое усилие, 10 кН	Габаритные размеры, мм: длина	Габаритные размеры, мм: ширина	Мощность, Вт
МоАЗ-546	10,10	—	40	12,0	4440	3150	176 400
МоАЗ-542	10,10	—	40	14,0	5800	3150	176 400
МАЗ-529В	9,00	—	40	10,0	4200	2950	132 300
МАЗ-538	16,50	—	45	14,0	5370	3120	275 625

Таблица III—9

Трайлер	Грузоподъемность, 10 кН	Масса, т	Количество: осей	Количество: колес	Максимальная скорость, км/ч	Размеры погрузочной площадки, м: длина	Размеры погрузочной площадки, м: ширина	Размеры погрузочной площадки, м: погрузочная высота
Т-151А	18	7,98	2	8	35	5,00	2,70	0,8
Т-151Б	20	7,95	2	8	30	5,00	2,70	1,0
МАЗ-5203	20	9,92	2	12	40	6,00	3,00	1,285
2ПТ-25	25	10,03	3	20	10—18	3,95	2,91	0,98
МАЗ-5208	40	13,50	3	24	40	4,88	3,20	1,15
ЗПТ-40-206	40	12,55	3	24	10	3,80	3,09	0,75
ПТС-40	40	10,40	3	24	—	3,40	3,20	1,125
4ПТ-60	60	18,00	4	16	10—40	6,00	3,20	0,635
ЧМЗАП-5212	60	14,50	4	32	32	3,66	3,30	1,0

Таблица III—10

Показатели	Прицепы: 1-АПР-1,5	1-АПР-3	1-АПР-5	2АП-5	У2-АП-3	2АП-3
Грузоподъемность, 10 кН	1,5	3	5	2	3	5
Количество осей	1	1	1	2	2	2
Погрузочная высота, м	1,135	1,135	1,224	1,23	1,212	1,254
Длина, м	2,91	3,6	3,45	5,8	5,57	6,43
Ширина, м	2,0	2,24	2,52	2,29	2,33	2,34
Масса, т	0,6	0,925	1,65	1,6	1,5	3,2

ТАКЕЛАЖНАЯ ОСНАСТКА

Стальные канаты для стропов, полиспастов, расчалок, оттяжек и тяг должны соответствовать требованиям ГОСТ 3241—66 «Канаты стальные. Технические требования». Стальной проволочный канат выбирают по разрывному усилию каната в целом, зависимому от наибольшего расчетного натяжения и коэффициента запаса прочности

$$R \geqslant S K_3 \qquad \text{(III—3)}$$

где R — разрывное усилие каната;

S — наибольшее расчетное натяжение каната с учетом к п д. полиспаста и возможной неравномерности при совместной работе двух и более полиспастов;

K_3 — коэффициент запаса прочности, принимаемый в зависимости от соотношения диаметра D ролика, измеренного по дну канавки, или диаметра барабана и диаметра d каната (табл. III-11),

Таблица III—11

Грузоподъемность полиспаста, 10 кН	Соотношение D/d	Коэффициент запаса прочности K_3, не менее
До 50	От 12 до 15	5
	15 и более	4
От 50 до 100	От 12 до 15	4
	15 и более	3,5

Для разъемных соединений канатов применяют клиновые зажимы, зажимы с вкладышем, рожковые зажимы или зажимы других типов, у которых имеется дужка, изогнутая по диаметру каната. Дужку располагают со стороны короткого конца петли каната. При диаметре каната 7—16 мм минимальное число зажимов принимают равным 3; при 16,5—27 мм число зажимов 4; при 27,5—37 мм число зажимов 5. Расстояние между зажимами должно быть не менее шести диаметров каната.

Для оснастки полиспастов и стропов применяют стальные канаты двойной свивки типа ЛК РО конструкции 6х36+1ос по ГОСТ 7668—69 (табл. III—12), для расчалок, оттяжек и тяг — двойной свивки типа ЛК-Р конструкции 6х19+1ос по ГОСТ 2688—69 (табл. III—13). Наибольшее расчетное натяжение в одной ветви каната стропа S любой конструкции определяют делением приложенной к стропу расчетной нагрузки G на число ветвей канатов m с учетом пространственного угла α их отклонения от направления действия нагрузки

$$S = \frac{G}{m \cos \alpha} \qquad \text{(III—4)}$$

Выбор монтажных блоков производят на основании данных табл. III—14, ручных и электрических монтажных лебедок — табл. III—15, ручных червячных и шестеренных талей — табл. III—16, электрических талей — табл. III—17, ручных кошек — табл. III—18, домкратов — табл. III—19, инвентарных наземных якорей конструкции Гипрохиммонтажа — табл. III—20.

Таблица III—12

Диаметр каната, мм	Расчетная площадь сечения всех проволок, мм²	Расчетная масса 1000 м смазанного каната, кг	Расчетное разрывное усилие каната ЛК-РО (кгс, не менее) при временном сопротивлении разрыву, кгс/мм²							
			160		170		180		200	
			суммарное всех проволок в канате	каната в целом	суммарное всех проволок в канате	каната в целом	суммарное всех проволок в канате	каната в целом	суммарное всех проволок в канате	каната в целом
6,3	15,72	155,5	—	—	—	—	2825	2315	3140	2490
6,7	17,81	176,0	—	—	—	—	3200	2625	3560	2820
8,1	25,67	253,5	—	—	—	—	4620	3785	5130	4070
9,7	38,82	383,5	6210	5090	6595	5410	6985	5725	7760	6155
11,5	51,95	513,0	8310	6815	8830	7240	9350	7665	10 350	8235
13,5	70,55	696,5	11 250	9255	11 950	9830	12 650	10 400	14 100	11 150
15,0	87,60	865,0	14 000	11 450	14 850	12 200	15 750	12 900	17 500	13 850
16,5	105,24	1040,0	16 800	13 800	17 850	14 650	18 900	15 500	21 000	16 650
18,0	125,77	1245,0	20 100	16 500	21 350	17 500	22 600	17 950	25 150	19 450
20,0	153,98	1520,0	24 600	20 200	26 150	21 450	27 700	21 950	30 750	23 850
22,0	185,10	1830,0	29 600	24 250	31 450	25 800	33 300	26 400	37 000	28 650
23,5	214,57	2120,0	34 300	28 150	36 450	29 900	38 600	30 600	42 900	33 250
25,5	252,45	2495,0	40 350	33 100	42 900	35 150	45 400	36 000	50 450	39 100
27,0	283,78	2800,0	45 400	37 200	48 200	39 550	51 050	40 500	56 750	43 950
29,0	325,42	3215,0	52 050	42 650	55 300	45 350	58 550	46 400	65 050	50 400
31,0	369,97	3655,0	59 150	48 500	62 850	51 550	66 550	52 800	73 950	57 300
33,0	420,96	4155,0	67 350	55 200	71 550	58 650	75 750	60 050	84 150	65 200

Таблица III—13

Диаметр каната, мм	Расчетная площадь сечения всех проволок, мм²	Расчетная масса 1000 м смазанного каната, кг	Расчетное разрывное усилие каната ЛК-Р (кгс, не менее) при временном сопротивлении разрыву, кгс/мм²							
			160		170		180		200	
			суммарное всех проволок в канате	каната в целом	суммарное всех проволок в канате	каната в целом	суммарное всех проволок в канате	каната в целом	суммарное всех проволок в канате	каната в целом
4,1	6,55	64,1	—	—	—	—	1 175	1 000	1 310	1 110
4,8	8,61	84,2	—	—	—	—	1 545	1 315	1 720	1 420
5,1	9,76	95,5	—	—	—	—	1 755	1 490	1 950	1 615
5,6	11,90	116,5	—	—	—	—	2 140	1 820	2 380	1 965
6,9	18,05	176,6	2 885	2 450	3 065	2 605	3 245	2 685	3 610	2 930
8,3	26,15	256,0	4 180	3 555	4 445	3 775	4 705	3 895	5 230	4 245
9,1	31,18	305,0	4 985	4 235	5 900	4 505	5 610	4 640	6 235	5 056
9,9	36,66	358,6	5 865	4 985	6 230	5 295	6 595	5 455	7 330	5 955
11,0	47,19	461,6	7 550	6 415	8 020	6 815	8 490	7 025	9 435	7 665

12,0	53,87	527,0	8 615	7 325	9 155	7 780	9 695	8 020	10 750	8 750
13,0	61,0	596,0	9 760	8 295	10 350	8 810	10 950	9 085	12 200	9 910
14,0	74,40	728,0	11 900	10 100	12 600	10 750	13 350	11 050	14 850	12 050
15,0	86,28	844,0	13 800	11 700	14 650	12 450	15 500	12 850	17 250	14 000
16,5	104,61	1025,0	16 700	14 200	17 750	15 100	18 800	15 550	20 900	16 950
18,0	124,73	1220,0	19 950	16 950	21 200	18 000	22 450	18 550	24 900	20 250
19,5	143,61	1405,0	22 950	19 500	24 400	20 750	25 800	21 350	28 700	23 300
21,0	167,03	1635,0	26 700	22 700	28 350	24 100	30 050	24 850	33 400	27 100
22,5	188,78	1850,0	30 200	25 650	32 050	27 250	33 950	28 100	37 750	30 650
24,0	215,49	2110,0	34 450	29 300	36 600	31 100	38 750	32 050	43 050	35 000
25,5	244,00	2390,0	39 000	33 150	41 450	35 250	43 900	36 300	48 800	39 650
28,0	297,63	2911,0	47 600	40 450	50 550	43 000	53 550	44 300	59 500	48 350
30,5	356,72	3490,0	57 050	48 500	60 600	51 500	64 200	53 100	71 300	57 950
32,0	393,06	3845,0	62 850	53 450	66 800	56 750	70 750	58 500	78 600	63 850
33,5	431,18	4220,0	68 950	58 600	73 300	62 300	77 600	64 200	86 200	70 050

Таблица III—14

Грузоподъемность, 10 кН	Количество роликов	Диаметр ролика, мм	Максимальный диаметр каната, мм	Длина полиспаста в стянутом виде, мм	Масса блока, кг
1	1	150	13,0	—	8
2	1	200	15,5	—	12
3	1	225	17,5	—	23
4	1	250	19,5	—	29
5	1	275	19,5	—	35
6	1	300	22,0	—	44
8	1	325	24,0	—	61
10	1	350	26,0	—	77
15	1	400	30,5	—	112
3	2	225	15,5	—	35
4	2	250	17,5	—	47
5	2	275	19,5	—	56
6	2	300	22,0	—	73
8	2	325	22,0	—	88
10	2	350	24,0	2100	120
15	2	400	26,0	2550	172
3	3	225	15,5	—	149
4	3	250	17,5	—	153
5	3	275	19,5	—	163
6	3	300	22,0	—	186
8	3	325	24,0	—	201
10	3	350	26,0	2100	220
15	3	400	26,0	2550	247
20	3	400	26,0	2650	278
25	3	400	26,0	2800	331
30	4	400	26,0	2760	419
30	4	400	26,0	3200	460
50	4	400	28,5	2200	281
40	5	400	24,0	3400	335
50	5	400	28,5	2200	320
50	5	450	24,0	2800	775
100	5	750	28,5	3500	1760
50	6	300	24,0	2300	335
50	6	400	26,0	3300	670

Таблица III—15

Лебедка	Тяговое усилие, 10 кН	Диаметр барабана, мм	Длина барабана, мм	Число слоев навивки каната	Канатоемкость, м	Мощность электродвигателя, кВт	Масса лебедки, кг
Ручные барабанные монтажные лебедки							
ЛР-1	1	180	562	5	150	—	280
ЛР-2	2	260	610	5	150	—	450
ЛР-3	3	260	650	5	150	—	565
ЛР-5	5	340	720	6	200	—	800
ЛР-7,5	7,5	450	1000	6	300	—	1430
ЛР-10	10	480	1200	6	300	—	1900
Электрические барабанные монтажные лебедки							
Л-1001	1	168	470	3	75	4,5	287
Л-3003	2	299	—	—	600	7,2	1040
ЛТ-2500	2,5	400	875	1	40	7,5	1166
Л-3-50	3	300	800	5	260	16,0	1425
ПЛ-5-50	5	246	1160	4	450	22,0	1861
ЛС 5-30-900	5	426	—	—	900	22,0	2440
ИЗ-587	7,5	500	—	—	350	10,0	2240
Ручные рычажные монтажные лебедки							
Л-0.75	0,75	—	—	—	20	—	19,4
Л-1,5	1,5	—	—	—	20	—	34
Л-3	3	—	—	—	15	—	58

Таблица III—16

Грузоподъемность, 10 кН	Высота подъема груза, м	Длина в стянутом виде, мм	Тяговое усилие на цепи подъема, 10Н	Масса, кг
Ручные червячные тали				
1	3	570	35	32
3,2	3	860	65	75
5	3	1060	75	145
8	3	1200	75	270
12,5	3	1900	75	410
Ручные шестеренные тали				
0,25	3	280	25	15
0,5	3	320	32	20
1	3	360	32	30
2	3	470	50	50
3	3	680	50	70
5	3	840	50	125
8	3	1000	50	170

Таблица III—17

Грузоподъемность, 10 кН	Высота подъема, м	Скорость, м/мин		Данные монорельса			Масса, кг		
		подъема	передвижения	размер двутавра	минимальный радиус закругления, м		стационарных подвесных	с механизмом передвижения	
					при шарнирной тележке	при жесткой тележке		ручным	электрическим
0,25	6	8	20	18—24	0,5	—	—	57	—
0,50	6—18	8	20	18—24	0,5—0,8	1,0	75—105	80—110	96—126
1,00	6—18	8	20	18—36	1—1,5	1,5	140—185	180	195—245
2,0	6—18	8	20	18—36	1—1,5	2,0	205—275	270	290—360
3,20	6—18	8	20	30—45	1,5—2,0	2,0	350—440	430	470—560
5,00	6—18	8	20	30—45	2—2,5	—	510—615	—	700—815

Таблица III—18

Грузоподъемность, 10 кН	Тяговое усилие в цепи перемещения, Н	Данные монорельса		Масса, кг
		номер двутавра	минимальный радиус закругления, м	
0,25	—	12—16	0,8	5,0
0,50	—	14—18	1,0	9,0
1,00	—	16—20	1,0	13,0
1,00	100	16—20	1,0	20,0
2,00	150	20—24	1,6	30,0
3,20	180	22—27	2,0	40,0

Таблица III—19

Домкрат	Грузоподъемность, 10 кН	Высота подъема груза, мм	Габаритные размеры, мм		Масса домкрата, кг
			минимальная высота	ширина (диаметр)	
Реечные домкраты					
Р-3	3	330	695	220	35
Бр-5	5	308	590	300	36
ДР-5	5	350	695	175	36
Р-6	6	380	950	266	70
Винтовые домкраты					
БО-3	3	130	300	130	6,2
БО-5	5	300	510	148	17
БТ-5	5	300	510	148	21
БТ-10	10	330	580	180	37
БТ-15	15	350	610	226	48
ДВ-10	10	200	416	—	30
ПС-20	20	290	670	—	92
СК-5	5	235	440	180	17,5
СК-10	10	265	480	220	25,5
СК-15	15	300	550	250	38
СК-20	20	335	615	270	54
Винтовые установочные домкраты					
ДМ-3	3	17	59	56	1,11
ДМ-5	5	40	94	75	3,54
Гидравлические домкраты					
МГД-5	5	75	160	70	3
МГД-10	10	75	185	95	5,8

Продолжение табл. III—19

Домкрат	Грузоподъемность, 10 кН	Высота подъема груза, мм	Габаритные размеры, мм		Масса домкрата, кг
			минимальная высота	ширина (диаметр)	
МГД-25	25	75	270	130	18,7
МГД-50	50	100	325	195	36,5
ДГ-25	25	200	365	200	25,2
ДГ-50	50	100	220	285	70

Таблица III—20

Допускаемое усилие, 10 кН	Габаритные размеры, мм			Масса якоря, т	Количество железобетонных блоков (размером 1500×1000×450 мм и массой 1400 кг)
	длина	ширина	высота		
5	4700	2800	1300	10,75	8
10	4700	2800	2200	21,50	16
15	4700	2800	2400	32,25	24
20	5000	4200	2850	43,00	30

При подборе трубчатых монтажных мачт для подъема оборудования и конструкций величины предельного веса грузов определяют по табл. III—21, усилия первоначального натяжения вант — по табл. III—22, усилия в задних вантах при подъеме предельных грузов — по табл. III—23.

Таблица III—21

Диаметр трубы, мм	Предельные нагрузки (10 кН) при высоте мачты, м						
	10	12	14	16	18	20	25
Мачта вертикальная, нагрузка симметричная (два полиспаста)							
168/8	10	—	—	—	—	—	—
194/8	17	10	—	—	—	—	—
219/8	24	16	12	—	—	—	—
219/10	31	22	14	—	—	—	—
245/8	34	25	18	12	—	—	—
245/10	41	31	23	16	—	—	—
273/8	44	30	25	19	14	—	—
273/10	55	38	30	23	18	—	—
299/8	59	42	32	25	23	13	—
299/10	74	54	40	31	24	19	—
325/8	72	53	39	31	28	22	—
325/10	96	72	52	40	34	27	—
351/8	86	67	48	38	32	26	15
351/10	—	86	64	50	40	30	19

Продолжение табл. III—21

Диаметр трубы, мм	Предельные нагрузки (10 кН) при высоте мачты, м						
	10	12	14	16	18	20	25
Мачта вертикальная, нагрузка на консоли (один полиспаст)							
168/8	5	—	—	—	—	—	—
194/8	6	5	—	—	—	—	—
219/8	8	7	6	—	—	—	—
219/10	10	8	7	—	—	—	—
245/8	10	9	8	6	—	—	—
245/10	12	10	9	8	—		—
273/8	13	12	10	9	7	—	—
273/10	16	14	13	11	9	—	—
299/8	16	14	13	11	9	8	—
299/10	18	17	16	14	11	10	—
325/8	19	17	15	13	11	10	—
325/10	21	20	19	17	15	13	—
351/8	21	20	18	16	14	13	9
351/10	—	24	22	20	18	16	11
Мачта наклонная (угол наклона к вертикали до 0,523 рад)							
168/8	7	—	—	—	—	—	—
194/8	10	7	—	—	—	—	—
219/8	15	10	7	—	—	—	—
219/10	18	12	8	—	—	—	—
245/8	19	14	10	7	—		—
245/10	24	17	12	9	—	—	—
273/8	28	18	13	10	7	—	—
273/10	32	23	17	13	10	—	—
299/8	36	26	19	14	12	9	—
299/10	43	29	25	17	13	10	—
325/8	42	32	24	20	15	10	—
325/10	54	41	31	25	19	14	—
351/8	49	40	30	22	19	15	9
351/10	—	49	37	29	22	17	10

Примечания: 1. Длина консоли равна половине диаметра мачты плюс 200 мм.

2. В числителе указан наружный диаметр трубы (в мм), в знаменателе толщина стенки (в мм).

Таблица III—22

Масса поднимаемого груза, т	Усилия первоначального натяжения вант (10 кН) при высоте мачты, м							
	10	12	14	16	18	20	25	30
10	0,35	0,35	—	—	—	—	—	—
20	0,50	0,50	0,60	0,70	1,00	1,25	1,5	2,0
30	0,50	0,60	0,70	1,00	1,00	1,25	2,0	2,5
40	0,60	0,85	1,00	1,25	1,25	1,25	2,0	2,5

Таблица III—23

Диаметр трубы, мм	Усилия в задних вантах (10 кН) при высоте мачты, м						
	10	12	14	16	18	20	25
168/8	1,2/8	—	—	—	—	—	—
194/8	1,4/11	1,2/3,0		—	—	—	—
219/8	2,0/16	1,5/11,5		1,4/8,0		—	—
219/10	2,5/20	1,9/13,5		1,6/9,5		—	—
245/ 8	2,5/21	1,8/16,0		1,7/11,5		1,3/8	—
245/10	3,0/26	2,3/19,0		2,0/14,0		1,8/10	
273/8	3,2/30	2,7/20,0	2,3/15,0	2,0/12	1,4/8		
273/10	3,5/36	3,0/25,0	2,8/19,0	2,5/15	2,3/11		
299/8	4,0/39	3,4/28,0	2,8/21,0	2,5/14	2,0/14	1,6/10	—
299/10	4,5/46	4,0/31,0	3,9/26,0	3,3/19	2,5/15	2,3/11	—
325/8	4,8/45	4,2/34,0	3,6/26,0	3,0/16	2,5/11	2,3/10	—
325/10	5,3/57	4,8/44,0	4,4/33,0	4,0/27	3,4/21	2,6/16	—
351/8	5,3/53	4,8/43,0	4,2/32,0	3,7/25	3,4/21	3,0/17	2,0/10
351/10	—	5,8/52 0	5,3/40,0	4,7/31	4,2/24	3,6/20	2,4/12

Примечание. В числителе усилие для вертикальной мачты с консольной нагрузкой при величине консоли, равной половине диаметра трубчатой мачты, плюс 200 мм, в знаменателе — усилие для наклонной мачты с консольной нагрузкой при угле наклона к вертикали до 0,523 рад.

Оборудование для сварки и резки металлов

Выбор оборудования для наиболее распространенных видов сварки и резки металлов производят на основании данных, приведенных в табл. III—24—III—33.

Таблица III—24

Показатели	Сварочные трансформаторы								
	ТСД-500	ТСД-1000—3	СТН-500	СТН-700	ТСК-300	ТСК-500	ТС-120	ТС-300	ТС-500
Вторичное напряжение при холостом ходе, В	80	69 и 78	60	60	60	60	68	63	60
Пределы регулирования сварочного тока, А	200—600	400—1200	150—700	200—900	110—385	165—650	50—160	110—385	165—650
Вторичный ток, А . .	500	1000	500	700	300	500	120	300	500
Вторичное напряжение при нагрузке, В	45	42	30	35	—	—	25	30	30
Коэффициент полезного действия, % . .	87	90	85	85	—	—	80	84	85
Сечения проводов для подключения к сети при напряжении 220/380 В, мм² . .	70/35	95/50	35/16	70/35	16/10	35/16	16/10	16/10	35/16
Габаритные размеры, мм									
длина	956	950	796	796	760	840	650	760	840
ширина	818	818	410	429	520	575	340	520	576
высота	1242	1215	840	840	970	1060	800	970	1060
Масса, кг	445	540	265	380	215	280	90	185	250

Таблица III—25

Показатели	Передвижные сварочные агрегаты			
	АСД-3-1	АСБ-300-7	АДД-305	АСБ-300М
Генератор . .	СГП-3-VIII	ГСО-300-5	ГСО-300-10	ГСО-300М
Номинальное напряжение, В	40	32	32	32
Номинальный сварочный ток при пределе регулирования 65%, А . . .	500	300	315	300
Пределы регулирования сварочного тока, А	120—600	75—320	75—320	75—320
Двигатель . .	ЯАЗ-М204Г	ГАЗ-320	Д-37М	407-ДІ
Частота вращения, мин$^{-1}$ . .	1500	2000	1600	3000
Мощность, кВт	44,16	29,44	29,44	14,72
Габаритные размеры агрегата, мм				
длина . .	2820	—	—	2080
ширина . .	110	—	—	895
высота . .	2115	—	—	1730
Масса, кг . .	2500	640	950	550

Таблица III—26

Показатели	Полуавтоматы для сварки под флюсом		
	ПДШМ-500	ПШ-5-1	ПШ-54
Диаметр электродной проволоки, мм	1,6—2,5	1,6—2	1,6—2
Напряжение питающей сети, В	220 или 380	220 или 380	220 или 380
Номинальный сварочный ток при пределах регулирования 60%, А	500	500	500
Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	1,8—7	1—10	1,3—10
Емкость воронки для флюса, дм³	0,45	0,4	0,4
Габаритные размеры механизма подачи, мм			
длина	400	400	330
ширина	345	300	280
высота	343	340	325
Масса механизма подачи, кг (без электродной проволоки)	13	13	23
Масса сварочной головки, кг	0,64	0,4	0,75

Таблица III—27

Показатели	Автоматы, тракторы и головки для сварки под флюсом					
	АДС-1000-2	АДС-500	АДФ-500	ТС-17-М	ТС-17-Р	ТС-35
Диаметр электродной проволоки, мм	3—6	1,6—2,5	0,8—2,5	1,6—5	1,6—5	1,6—5
Напряжение питающей среды, В	220 или 380	220 или 380	220 или 380	220 или 380	220 или 380	220 или 380
Номинальный сварочный ток при пределе регулирования 60%, А	1000	500	500	1000	1000	1000
Пределы регулирования сварочного тока, А	400—1200	150—500	150—500	400—1200	400—1200	400—1000
Скорость подачи проволоки, м/мин	0,5—2	1,8—7	1,5—16	0,84—6,7	0,95—7,3	0,83—8,4
Скорость сварки, м/ч	15—70	15—70	15—70	16—126	16—126	12—120
Емкость бункера для флюса, кг	12	4	2,5	4,5	4,5	4,5
Габаритные размеры, мм						
длина	1010	550	570	740	740	850
ширина	344	330	260	300	300	530
высота	662	440	420	520	520	490
Масса, кг	65	29	35	42	42	48

Таблица III—28

Показатели	Полуавтоматы для сварки в среде защитного газа						
	ПШП-10	ПШП-11	ПРМ-4	ПГД-2м	ПДПГ-300	А-537	А-547у
Диаметр электродной проволоки, мм	1—2,5	1,6—2,5	0,8—1,2	0,6—1,2	0,8—2	1,6—2	0,8—1
Скорость подачи проволоки, м/мин	2,5—10,8	1,7—11,7	1,6—4,1	2,3—8	1,5—16	1,3—10	1,6—4,1
Максимальный сварочный ток, А	300	300	250	160	500	600	150
Напряжение питающей сети, В	220 или 380	200 или 380	220 или 380	220 или 380	220 или 380	380	380
Расход, л/мин							
охлаждающей воды	До 3	До 3	—	—	1,3—1,6	8	—
газа	9—15	—	6—8	10—20	10—25	8—12	6—8
Габаритные размеры (длина, ширина, высота), мм							
механизма подачи	400×240×400	460×240×430	645×230×475	—	425×340×345	300×280×325	350×118×245
шкафа управления	600×260×340	600×260×340	940×636×830	375×160×830	460×550×700	440×350×450	385×85×245
Масса, кг							
механизма подачи	19	23	10,5	—	10,5	25	6
шкафа управления	23,6	23,6	100	6,5	80	18	5,5

Таблица III—29

Показатели	Автоматы для сварки в среде защитного газа					
	сварка плавящимся электродом		сварка неплавящимся электродом			
	АДПГ-500	АДСП-2	АДСВ-2	АГН-8-26М	МС-19	АТ
Сварочный ток, А	500	400	400	100	150	250
Напряжение питающей сети, В	220 или 380	220 или 380	220 или 380	220 или 380	220 или 380	220 или 380
Диаметр вольфрамового электрода, мм	—	—	2—6	1,5—2	1—3	2—5
Диаметр электродной или присадочной проволоки, мм	0,8—2,5	1—2,5	1,6—2,5	—	—	—
Расход, л/ч						
газа	600—1500	—	—	—	—	—
охлаждающей воды	800—100	До 350	До 350	—	—	—
Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	1,5—1,6	1,7—13,3	0,17—1,3	—	—	0,25—1,5
Скорость сварки, м/ч	15—70	10—80	10—80	—	—	10—40
Габаритные размеры (длина, ширина, высота), мм						
автомата	5700×265×425	560×600×480	560×600×480	130×102×210	100×80×275	—
шкафа управления	460×550×770	730×515×1050	730×515×1050	—	340×180×390	750×400×600
Масса, кг						
автомата	22	63	70	5,5	4,5	—
шкафа управления	85	52	52	—	15	40

Таблица III—30

Показатели	Горелки для ручной дуговой сварки в среде защитных газов				
	ЭЗР-3-58	ЭЗР-4-61	ЭЗР-3-66	ЭЗР-4	ЭЗР-5
Толщина свариваемого металла, мм	До 3,0	10—15	До 2,5	До 15	1
Диаметр электрода, мм	2—4	4—6	1,5—3	4—6	0,5—1,5
Рабочий ток, А . .	200	500	150	500	75
Рабочее давление аргона, МПа . .	0,01—0,03	—	0,01—0,03	0,01—0,03	0,01—0,03
Расход аргона, $м^3/ч$	0,12—0,6	4,0—8,0	0,12—0,6	0,4—1,8	0,1—0,4
Расход охлаждающей воды, м/мин	—	—	—	1,5—2	—
Габаритные размеры, мм					
длина	350	325	260	320	160
ширина . . .	170	35	110	190	120
высота . . .	150	190	35	35	21
Масса горелки, кг	0,7	0,8	2,3	0,8	1,4

Таблица III—31

Показатели	Горелки для газовой сварки				
	«Москва»	«Малютка»	4ГС-1	ГС-2	ГС-3
Толщина обрабатываемого металла, мм	0,5—30	0,3—4	0,1—0,6	0,3—4	0,5—30
Давление газов на входе в горелку, МПа					
ацетилена	Не ниже 0,001	Не ниже 0,001	0,01—0,08	Не ниже 0,001	Не ниже 0,001
кислорода	0,05—0,4	0,05—0,4		0,08—04	0,1—0,4
Расход газов, л/ч					
ацетилена	50—2800	20—400	10—60	25—400	50—2800
кислорода	55—3100	22—440	13—80	28—440	55—3100
Номер наконечника	1—7	0—3	00—0	0—3	1—7
Длина горелки, мм	420—640	438	230—265	340—450	370—600
Масса, кг					
ствола горелки	0,55	0,38	0,24	0,32	0,498
наконечников	0,13—0,4	0,07—0,115		0,07—0,11	0,14—0,39

Таблица III—32

Показатели	Переносные ацетиленовые генераторы				
	ГНВ-1,25	ГВР-1,25М	АНВ-1,25	МГВ-0,8	АСМ-1-66
Максимальная производительность, м³/ч . . .	1,25	1,25	1,25	1	1,25
Рабочее давление ацетилена, МПа .	0,0025—0,003	0,008—0,015	0,004—0,005	0,008—0,03	0,01—0,03
Единовременная загрузка карбида кальция, кг . . .	4	4	4,5	2	2,2
Грануляция применяемого карбида кальция, мм .	25/80	25/80	25/80	25/80	25/80
Масса генератора (без воды и карбида), кг	42	50	24	19,5	22

Для кислородной вырезки фигурных деталей из стального листа применяют машину АСШ-70 (толщина обрабатываемого листа 5—100 мм; давление кислорода 0,2—1 МПа, ацетилена 0,035—0,12 МПа; расход кислорода 1—10 м³/ч, ацетилена 0,35—1,2 м³/ч; габаритные размеры 1810×1500×1750 мм; масса 380 кг). Для прямолинейной резки листовой стали и вырезки фланцев с помощью циркульного устройства используют переносную машину «Радуга» (толщина обрабатываемого листа 5—160 мм; давление кислорода 0,2—1,2 МПа, ацетилена 0,035—0,12 МПа, расход кислорода 2—12 м³/ч; ацетилена 0,3—1,2 м³/ч; габаритные размеры ходовой части машины 405×250×245 мм; масса ходовой части 16 кг).

Таблица III—33

Показатели	Марка резака					
	«Факел»	«Ракета-1»	РГС-70	РГМ-70	РК-71	РЗЛ-1
Толщина разрезаемой стали, мм	3—300	3—300	3—70	3—50	3—200	10—300
Давление газа, МПа						
кислорода	0,3—1,2	0,3—1,2	0,3—0,6	0,3—0,5	0,3—0,6	0,35—1,2
ацетилена	Не менее 0,001	Не менее 0,001	Не менее 0,001	Не менее 0,001	—	—
керосина	—	—	—	—	0,15	—
пропана-бутана	—	—	—	—	—	0,16—0,2
Расход, м³/ч						
кислорода	3—40	3—40	3—10	3—8	2,8—28	15—50
ацетилена	0,4—1,2	0,4—1,2	0,4—0,6	0,3—0,6	—	—
керосина (кг/ч)	—	—	—	—	0,15—1,5	—
пропана-бутана	—	—	—	—	—	1,6—2
Габаритные размеры, мм	535×72×159	525×80×170	282×75×160	262×80×150	580×160×70	920×80×70
Масса, кг	1,05	1,05	0,611	0,594	1,57	1,2

ОСНОВНЫЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МОНТАЖНЫХ ЗАГОТОВОК И ПРОИЗВОДСТВА МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Выбор специальных приспособлений для изготовления монтажных заготовок и производства монтажных и наладочных работ осуществляют на основании технических характеристик, приведенных в табл. III—35—III—37.

Для поперечно-спирального оребрения труб стальной низкоуглеродистой холоднокатаной лентой при изготовлении охлаждающих устройств применяют специальный станок, выполняющий одновременно две операции: гофрирование ленты и навивку ее на трубу.

Для оребрения труб наружным диаметром 25, 32, 38 и 57 мм стальной холоднокатаной лентой шириной 20, 30 и 45 мм и толщиной от 0,6 до 1,2 мм применяется универсальный поводок конструкции Д. М. Гальперина. Универсальный поводок состоит из каретки и четырех сменных головок, устанавливаемых на каретку. Требуе-

Техническая характеристика станка для оребрения труб

Диаметр труб, подлежащих оребрению, мм	25; 38; 57
Размеры стальной ленты для оребрения труб, мм	
ширина	20—45
толщина	0,5—1,0
Производительность станка (в навитых трубах) в смену, м	250—300
Шаг спирали, мм	35,8; 30; 20; 16; 13; 10
Электродвигатель	
тип	А-51
мощность, кВт	4,5
Частота вращения, мин$^{-1}$	950
Редуктор	
тип	РМ-250
исполнение	Ш-6Ц
передаточное число	31,5
Частота вращения шпинделя, мин$^{-1}$	30
Полуавтоматический кнопочный выключатель	
тип	АП-50-3МТ
напряжение, В	220; 380
ток, А	25
Габаритные размеры станка, мм	
длина	5000
ширина	1900
высота	1300
Общая масса, кг	843

Таблица III—34

Показатели	Клиновые регулируемые подкладки грузоподъемностью, 10 кН		
	3	5	10
Высота подъема, мм	12	15	16
Длина хода верхней колодки, мм	70	85	150
Наименьшая высота подкладки в сборе, мм	56	60	60
Усилие на рукоятке (длиной 520 мм), 10 Н	26	28	30
Габаритные размеры, мм:			
длина	135	235	335
ширина	80	80	80
высота	60	60	60
Масса, кг	3,7	5,3	7,2

мый шаг навивки труб (диапазон 10; 13; 16; 20; 30 и 35,8 мм) достигается установкой вала направляющего ролика в разрезной втулке в таком положении, чтобы соответствующая риска шага навивки совпала с правым торцом разрезной втулки.

Быстрая и точная выверка в горизонтальной плоскости устанавливаемого на фундаменте оборудования достигается применением клиновых регулируемых подкладок, техническая характеристика которых приведена в табл. III—34.

Для перемещения, подъема и установки компрессорных и насосных агрегатов в помещениях, насыщенных фундаментами, используют инвентарные самомонтирующиеся подъемники конструкции ЦПКБ Главлегпродмонтажа грузоподъемностью 2 и 5 т*, краткая техническая характеристика которых приведена в табл. III—35.

Монтаж блоков подвесных путей и конвейеров, пристенных и потолочных охлаждающих батарей осуществляется с помощью приспособления, представляющего собой одномачтовый подъемник грузоподъемностью 7,5 кН. Приспособление состоит из основания, мачты, каретки, съемной площадки, упора и ручной лебедки ЛР-1. Грузовая каретка, прикрепленная к канату лебедки, перемещается вертикально по направляющим уголкам мачты. При монтаже потолочных батарей используют съемную площадку, устанавливаемую в конце каретки. При подъеме грузов приспособление опирается на четыре винтовых аутригера. Полноповоротные колеса позволяют производить перемещение и маневрирование подъемника в помещениях холодильных камер в любом направлении.

Для подъема и установки в проектное положение пристенных охлаждающих батарей применяется приспособление А. И. Лебедева. Оно состоит из двух опор, съемной консоли, сварной рамы, ручной рычажной лебедки грузоподъемностью 15 кН, направляющего

* Гальперин Д. М. Совершенствование способов монтажа холодильного оборудования. — «Монтажные и специальные работы в строительстве», 1971, № 11, с. 9—11.

Таблица III—35

Показатели	Самомонтирующиеся подъемники грузоподъемностью, 10 кН	
	2	5
Высота подъема механизма, мм:		
с двумя вставками	—	3300
с одной вставкой	3400	2675
без вставки	2400	1600
Максимальная масса одного узла, кг	110	129
Габаритные размеры, мм:		
длина	5100	4650
ширина	2500	2800
высота	4100	4600
Масса, кг	841	988

и верхнего роликов, троса. При выборе способа подъема и установки батарей при помощи указанного приспособления предварительно согласовывают с генподрядчиком величины нагрузок на перегородки и стены холодильных камер.

Для подъема узлов и деталей при монтаже и ремонте технологического оборудования применяют штанговые ручные подъемники ПШР-0,5 и ПШР-1. Подъемники состоят из треноги, ручного привода с рукояткой и тормозом, оголовка с блочком, штанги и стального троса с крюковой обоймой. Штанговые подъемники могут применяться и без треног. В этом случае верхний блочок крепят к конструкциям.

При производстве монтажных работ на высоте применяют подмости выдвижные самоходные ПВС-8. Подмости представляют собой поворотную площадку, смонтированную на телескопе, установленном на гусеничном ходу. Выдвижение телескопа на разные высоты осуществляется лебедкой с помощью канатных систем. Передвижение подмостей производится двумя гусеничными движителями. Привод движителей — раздельный, реверсивный — дает возможность перемещать подмости вперед и назад, делать повороты и развороты на месте вокруг оси. Площадка снабжена краном-укосиной и складными перилами. Все механизмы подмостей, кроме механизма поворота площадки, снабжены раздельным электрическим приводом.

При производстве монтажных работ на высоте от 3,5 до 9,5 м применяют подмости телескопические колесные ПТК-8. Подмости состоят из телескопической части, монтажной площадки с краном-укосиной и ручной лебедкой, выносных опор и рояльных ходовых колес. Телескопическая часть выполнена из четырех раздвигающихся звеньев. Третья и четвертая секции телескопа оборудованы специальными ловителями, предохраняющими от падения секции в случае обрыва канатов. Правильность установки телескопа проверяют отвесом. Передвижение подмостей производят вручную.

Техническая характеристика подмостей ПВС-8

Рабочая площадка	
грузоподъемность, 10 Н	900
наибольшая высота выдвижения, м	8
время выдвижения, с	40
размеры, м	5×2
угол поворота, рад	3,142
Кран-укосина	
грузоподъемность, 10 Н	100
скорость подъема груза, м/мин	6,2
Допустимый уклон при работе на рабочей площадке, выдвинутой на наибольшую высоту, рад	0,069
Скорость передвижения подмостей, м/мин	11
Гусеничный ход, мм	
база	2465
колея	2000
Источник электроэнергии	Бензоагрегат АБ-8 Т/230М
Силовая установка	
мощность, кВт	8
напряжение, В	230
Мощность установленных электродвигателей, кВт	8,67
Габаритные размеры подмостей (в транспортном положении), м	
длина	5,0
ширина	2,5
высота	3,49
Масса, кг	4700

При производстве монтажных работ на высоте от 3,8 до 9 м используют телескопическую вышку катучую ВТК-9. Телескопическая вышка шарнирно закреплена на раме, установленной на четырех раздвижных опорах с винтовыми домкратами и катками.

Телескоп состоит из трех секций. На третьей секции установлена рабочая площадка. Секции телескопа одновременно с одинаковой скоростью раздвигаются с помощью натяжных канатов и лебедки, установленной на рабочей площадке.

Телескоп может занимать два положения: походное и исходное рабочее (вертикальное). Для обеспечения устойчивости телескопической части в вертикальном положении раздвижные опоры фиксируются в нужном положении. С помощью винтовых домкратов телескоп устанавливают по отвесу в вертикальном положении. Подъем телескопа в рабочее положение, а также его обратная укладка в походное положение производятся одним человеком вручную.

Техническая характеристика подмостей телескопических ПТК-8 и телескопической вышки ВТК-9 приведена в табл. III—36.

Таблица III—36

Показатели	ПТК-8	ВТК-9
Грузоподъемность, Н		
рабочей площадки	3000	1000
крана-укосины	500	—
Высота подъема площадки, м		
наибольшая	8,0	9,0
наименьшая	2,5	3,8
Скорость подъема площадки (при 60 мин$^{-1}$ рукоятки лебедки), м/мин	1,2	1,2
Усилие на рукоятке ручной лебедки, 10 Н	7,5	6,0
Продолжительность подъема площадки, мин	10	4,5
Габаритные размеры в транспортном положении, мм		
длина	2650	4600
ширина	1660	890
высота	2885	2100
Общая масса, кг	1140	520

МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ И РУЧНЫЕ СЛЕСАРНО-МОНТАЖНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Сверлильные машины электрические и прямые пневматические предназначены для сверления отверстий в деталях, металлических конструкциях и нестандартизированном оборудовании при выполнении сборочно-монтажных операций.

Технические характеристики сверлильных машин приведены в табл. III—37 и III—38.

Электрические и пневматические гайковерты, используемые для завертывания (отвертывания) болтов и гаек, выбирают в соответствии с данными, приведенными в табл. III—39 и III—40.

Для грубого и тонкого шабрения стальных и чугунных поверхностей применяют шаберы (табл. III—41), для выполнения шлифовальных работ при изготовлении монтажных заготовок, технологической оснастки и нестандартизированного оборудования — шлифовальные машины (табл. III—42, III—43).

Молотки слесарные выбирают по массе в зависимости от характера работ: для разметочных работ — массой до 200 г, для разных слесарных операций — массой 360—500 г, для рубки тонколистовой и сортовой стали — массой 600—1000 г. Кувалды кузнечные выпускают массой от 2 до 8 кг.

Ключи гаечные служат для сборки и разборки болтовых соединений. Ключи бывают двусторонними и односторонними, размером зева 4—80 мм. Торцовые гаечные ключи выпускают для болтов диаметром 10—27 мм. Ключи коликовые выпускают с размером зева 22, 27 и 32 мм. Коликовую ручку используют для совмещения отверстий в соединяемых деталях и узлах. Кроме того, для болтов диаметром 16—30 мм изготовляют коликовые накладные ключи.

Таблица III—37

Показатели	Электрические сверлильные машины						
	И-28А	С-480Б	С-479	И-29А	И-38Б	И-151	И-59
Максимальный диаметр сверления, мм	20	15	23	23	15	23	20
Частота вращения шпинделя, мин$^{-1}$	295	690	548	310	710	450	350
Номер конуса Морзе	2	1	2	2	1	2	2
Электродвигатель							
напряжение, В	220/127	220	220	220	220	220	36
мощность, Вт	440	270	400	600	300	400	800
Длина, мм . . .	620	401	320	620	485	410	455
Масса, кг . . .	6	2,7	4,2	11	3,15	6	7

Таблица III—38

Показатели	Прямые пневматические сверлильные машины						
	Д-1М	Д-2М	ДЗ-450	ДЗ-1200	П-1007	П-1008	РС-22
Максимальный диаметр сверла, мм	5	8	15	15	15	15	22
Частота вращения шпинделя, мин$^{-1}$	3800	2500	450	1200	400	1100	300
Мощность двигателя, Вт	147	256	553	553	734	734	954
Расход воздуха, м^3/мин	0,3	0,4	0,75	0,75	1,2	1,2	1,6
Давление воздуха, МПа	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Длина, мм . . .	142	162	390	390	370	370	562
Масса, кг . . .	0,85	1,2	3,95	3,8	2,9	2,8	9,3

Таблица III—39

Электрический гайковерт	Диаметр завертываемых гек, мм	Частота вращения шпинделя, мин⁻¹	Род тока	Напряжение, В	Мощность, Вт	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
ЭКУ-2 (угловой)	10—12	390	Переменный	220	250	—	4,5
С-718	12	750	»	36	120	315×75×130	2,35
С-501	12	775	»	220	270	465×75×127	3,5
ЭГ-2	12	1000	»	36/220	800	405×95×130	5,2
И-61	12	630	Переменный или постоянный	36	800	—	8,7
С-681	16	750	Переменный	36	120	315×75×130	3,5
И-32	16	750	Переменный или постоянный	127/220	275	120×445×95	4,3
С-502	20	960	Переменный	36/220	270	385×76×135	3,1
И-91	18	620	»	36/220	900	400×575×116	10
И-92	25	325	»	—	1200	785×440×190	16

Таблица III—40

Пневматический гайковерт	Максимальный диаметр завертываемых гаек, мм	Мощность двигателя, Вт	Давление воздуха, МПа	Расход воздуха, м³/мин	Внутренний диаметр шланга, мм	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
П-3003 (угловой)	10	367	0,5	1,2	—	316×80×64	2
П-3120	12	553	0,5	1,2	—	185×60×150	1,5
ГП-14	14	147	0,5	0,3	—	270×60×175	2,8
УПГ-16 (угловой)	16	294	0,5	0,7	—	420×65×125	3,5
ГПМП-20	20	588	0,5	1,2	—	410×270×65	3,5
УПГ-20 (угловой)	20	588	0,5	1,2	—	450×64×160	4,5
П-3121	24	734	0,5	1,1	—	210×172×76	2,3
П-3126	27	577	0,5	0,8	—	340×165×83	5
ГПР-27	27	588	0,5	0,8	—	80×235×268	7,2
И-96 (угловой)	30	985	0,45	2,8	16	535×114×210	14,5
И-51	32	1468	0,6	1,5	16	450×100×260	13,8
И-51А	32	985	0,45	1,75	16	500×120×215	16,5

Таблица III—41

Показатели	Шаберы	
	П-5302 (пневматический)	Э-5302 (электрический)
Максимальная ширина шабера, мм	25	25
Максимальный ход ножа, мм	20	20
Число двойных ходов ножа в 1 мин	1250	1200
Тип двигателя	—	Ротационный асинхронный трехфазный
Мощность двигателя, Вт	147	90
Давление воздуха в сети, МПа	0,5	—
Расход воздуха, м³/мин	0,35	—
Напряжение, В	—	36
Габаритные размеры, мм	392×84×115	476×84×115
Масса, кг	5,9	5,8

Таблица III—42

Показатели	Электрошлифовальные машины					
	С-477А	С-517	С-499	С-475	И-54	ФЛД
Диаметр шлифовального круга, мм	125	180	200	200	200	—
Частота вращения шпинделя, мин$^{-1}$	3160	5800	2320	2700	2850	—
Род тока	Переменный трехфазный					
Напряжение, В	36	220	36	220	220	36
Габаритные размеры, мм	535×100×140	430×225×140	572×220×215	4281×225×240	—	450×170×210
Мощность двигателя, кВт	0,4	0,4	0,8	0,8	1	0,8
Масса, кг	3,9	3,4	5,5	25—26	15	14

Примечание. Частота вращения шлифовального круга дана под нагрузкой; масса машин приведена без учета массы шлифовального круга и шлангов.

Таблица III—13

Пневматическая шлифовальная машина	Максимальный диаметр шлифовального круга, мм	Мощность двигателя, Вт	Частота вращения двигателя, мин⁻¹	Давление воздуха, МПа	Расход воздуха, м³/мин	Внутренний диаметр шланга, мм	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
ПШМ-08-06	60	440	12500	0,5	0,85	—	440×60×75	1,8
ШР-06	60	220	6000	0,5	0,7	—	426×76×70	2
П-2009	60	588	9000	0,5	0,9	—	350×73×90	1,4
ЭП-1097	75	147	7000	0,5	0,4	—	455×85×85	2,2
П-2008	80	588	8000	0,5	0,9	—	463×98×86	2,6
ПШМ-08-90	90	588	3750	0,5	1,5	—	530×100×110	2,8
И-44	125	220	4500	0,5—0,6	1,6	13	405×240×55	5,6
И-36	125	220	4500	0,5—0,6	1,6	13	360×220×50	5

Примечание. Частота вращения двигателя дана под нагрузкой.

При сборке в тесных и неудобных местах применяют трещеточные ключи с квадратным или шестигранным отверстием (КТ), ключи трещеточные зевные (КТЗ) и ключи зевные с самоподжимающимися губками (КЗСГ).

Ключи гаечные разводные выпускают с наибольшим размером зева — 12; 19; 30 и 46 мм.

Для соединения труб и различных резьбовых соединений используют трубные ключи. Они бывают рычажными, накидными, цепными и раздвижными. Наибольшее распространение получили рычажные трубные ключи, выпускаемые от № 1 до 5 (ключ № 1 для труб диаметром до 2,4 см, ключ № 5 — до 9,6 см).

Динамометрические ключи применяют для сборки ответственных болтовых соединений. Они имеют величину крутящего момента от 10 до 1400 Н·м.

К инструментам для опиливания и шабрения относятся напильники, рашпили, надфили и шаберы.

Напильники в зависимости от количества насечек на 10 мм длины бывают драчовыми, личными и бархатными. Напильники выпускают длиной 100—400 мм; в зависимости от формы они бывают плоскими, трехгранными, круглыми, квадратными и т. д.

Рашпили бывают плоскими, тупоносыми, полукруглыми и круглыми. Длина рашпиля 250—350 мм.

По числу основных насечек на 10 мм длины надфили делят на шесть номеров (у № 1 количество насечек 25, у № 6 — 80); по форме они бывают плоскими, круглыми, полукруглыми и т. п.

Шаберы изготовляют цельными из инструментальной стали У12А или с пластинками из твердого сплава Т15К6. Они бывают плоскими, трехгранными и ложкообразными. Ручки для шаберов изготовляют из березы, клена или граба.

К инструментам для резки и рубки металла относят зубила и крейцмейсели, пробойники и просечки, ножовочные полотна и ручные ножницы.

Зубила слесарные и крейцмейсели изготовляют из инструментальной стали У7А. Ширина режущей части зубила 5—25 мм, крейцмейселя 2—12 мм. Длина зубила 100—2000 мм, крейцмейселя 150—200 мм.

Пробойники изготовляют из стали марки У7А, просечки — из стали марки У8. Ширина режущей части пробойника 3—8 мм, длина 80—200 мм.

Ножовочные полотна изготовляют из быстрорежущей стали марки Р9 или Р18. Их ширина 13—50 мм, толщина 0,65—2,5 мм.

Инструменты для сверления, развертывания и нарезания резьбы включают сверла, развертки, плашки и метчики.

Сверла изготовляют из быстрорежущей стали Р9 или Р18 либо оснащенными пластинками из твердого сплава диаметром 1—80 мм. Сверла выпускают с коническим или цилиндрическим хвостовиком. Плашки изготовляют круглые для метрической резьбы с крупным и мелким шагом, а также для дюймовой и трубной резьбы или стали марки 9ХС, ХГСВ, ХГСВФ, Р9 либо Р18.

Метчики ручные изготовляют из стали марок У10А, У11А и У12А, метчики машинные и гаечные — из стали марки Р18. Ручные и машинные метчики (соответственно для нарезки резьбы вручную и машинным способом) выпускают для метрической резьбы диамет-

ром 1—52 мм, для дюймовой резьбы 0,6—4,8 см и для трубной резьбы 0,3—3,6 см.

Гаечные метчики (для нарезки резьбы на сверлильных и гайконарезных станках) выпускают для метрической резьбы диаметром от 3 до 52 мм, для дюймовой резьбы 0,6—3,2 см.

Измерительные рулетки предназначены для измерения больших длин в тех случаях, когда не требуется высокой точности показаний. Цена деления рулетки 1 мм. Выпускаемые рулетки имеют длину 1, 2, 5, 10, 20, 30 и 50 м и миллиметровое или пятимиллиметровое расстояние между штрихами.

Складные металлические метры предназначены для производства линейных измерений. Точность измерения составляет ±0,5 мм. Цена деления — 0,5 или 1 мм.

Измерительные металлические линейки имеют длину 150, 300, 500 и 1000 мм. Цена деления составляет 0,5 или 1 мм. Точность измерения равна 0,25 мм.

Штангенциркули применяют для измерения длины деталей, имеющих наружные и внутренние размеры до 2000 мм. Штангенциркули с пределами измерения 0—125 мм имеют двустороннее расположение губок (для наружных и внутренних измерений) и линейку (для измерения глубины). Штангенциркули с пределами измерений 0—200, 0—320 мм также имеют двустороннее расположение губок.

Штангенциркули с верхним пределом измерения 2000 мм изготовляют с односторонними губками.

Нутромеры предназначены для измерения внутренних размеров деталей (пазов отверстий и т. д.) Нутромеры снабжены измерительной линейкой или микрометром (индикатором).

Для точных измерений наружных поверхностей деталей применяют микрометры гладкие и рычажные. Цена деления гладких микрометров составляет 0,01 мм, рычажных — 0,002 мм.

Отвесы предназначены для разметки и проверки вертикальности конструктивных элементов (табл. III—44).

Слесарные уровни применяют для определения отклонений поверхностей от горизонтального положения, а также для измерения малых углов. Изготовляют уровни с неподвижно установленной ампулой и регулируемым положением ампулы относительно основания корпуса. Уровни обоих типов выпускают с длиной рабочей поверхности 200 и 300 мм. В зависимости от цены деления шкалы слесарные уровни подразделяют на четыре группы (мм на 1 м): I группа — 0,02—0,05; II — 0,06—0,1; III — 0,12—0,2; IV — 0,25—0,5.

Рамные уровни используют для измерения плоских и цилиндрических поверхностей в горизонтальных и вертикальных плоскостях.

Таблица III—44

Отвесы	Длина отвеса, мм	Диаметр отвеса, мм	Длина шнура, м	Масса без шнура, г
0—200	110	18	3	199±5
0—400	122	25	5	402±10
0—600	131	30	5	602±13
0—1000	159	35	5	998±20

Таблица III—45

Номер набора щупов	Номинальная толщина щупов, мм
1	0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,1
2	0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,45; 0,5
3	0,55; 0,6; 0,65; 0,7; 0,75; 0,8; 0,85; 0,9; 0,95; 1
4	0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1

Они имеют габаритные размеры 200×200×40 мм и массу 2,5 кг (рамные уровни выпускают с размерами сторон 300×300 мм). Точность измерения до 0,1 мм на 1 м.

Щупы служат для определения величины зазоров; их изготовляют толщиной от 0,02 до 1 мм. Пластинки имеют длину 100 и 200 мм. Интервал измерения составляет от 0,02 до 0,1 (0,01) и от 0,1 до 1 (0,05). Щупы имеют два класса точности, причем допускаемые отклонения толщин щупов для 1-го класса находятся в пределах от +3,5 мкм (верхнее) и —1,5 мкм (нижнее) для щупов толщиной от 0,02 до 0,06 мм и от +10 мкм (верхнее) и —5 мкм (нижнее) для щупов толщиной от 0,8 до 1 мм (для щупов 2-го класса точности эти отклонения соответственно равны +5 и —3 мкм; +16 и —9 мкм).

Щупы длиной 100 мм поставляют четырьмя наборами с количеством пластин соответственно 9, 17, 10 и 10. Щупы длиной 200 мм поставляют отдельными пластинами (табл. III—45).

Поверочные линейки используют для проверки деталей методами: световой щели, линейных отклонений и методом пятен (на краску). По форме линейки бывают:

лекальные (с двусторонним скосом ЛД, трехгранные ЛТ и четырехгранные ЛЧ); линейки имеют два класса точности (0 и 1), детали проверяют на просвет;

линейки с широкой рабочей поверхностью (прямоугольные ШП, двутаврового сечения ШТ и мостики ШМ); линейки изготовляют трех классов точности (0; 2 и 3); детали проверяют методом линейных отклонений или «на краску»; линейки 0-го класса точности применяют для контроля с высокой степенью точности (30 пятен) прямолинейности, плоскостности, горизонтальности и т. д.; линейки 2-го класса точности применяют для работ нормальной точности (25 пятен на 25×25 мм); линейки 3-го класса точности используют для слесарных, кузнечных и прочих работ (20 пятен на 25×25 мм);

угловые и трехгранные (УТ), применяемые для проверки деталей «на краску».

Поверочные плиты предназначены для проверки плоскостности и прямолинейности деталей методом «на краску». Плиты имеют три класса точности (0; 1 и 2). Количество пятен в квадрате 25×25 мм для плит 0-го и 1-го класса не менее 25, для плит 2-го класса не менее 20 (табл. III—46).

Таблица III—46

Размеры поверочных плит, мм	Предельные отклонения (в мкм) от плоскостности рабочих поверхностей плит (±) при классе точности		
	0-м	1-м	2-м
100×200	3	6	12
200×200	3	6	12
200×300	3,5	7	12,5
300×300	3,5	7	13
300×400	3,5	7	14
400×400	3,5	7	14
450×600	4	8	16
500×800	4	8	18
750×1000	5	10	20
1000×1500	6	12	25

Резьбовые микрометры предназначены для измерения среднего диаметра наружной резьбы. В зависимости от типа и шага резьбы в микрометр вставляют вставки. Пределы измерений резьбовых микрометров — от 0 до 350 мм.

Шаблоны резьбовые применяют для определения шага резьбы (набор № 1 — для метрической резьбы, № 2 — для дюймовой и трубной резьбы).

ГЛАВА IV

ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ

ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ПО ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ И НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТЯМ

Перемещение оборудования в пределах строящегося (реконструируемого) холодильника (предприятия) осуществляют различными способами: автотранспортом, тракторами на санях или подкладных металлических листах, погрузчиками, лебедками, на катках, на специальных тележках по временным рельсовым путям.

При перемещении оборудования на санях и подкладных листах по горизонтальной поверхности требуемое тяговое усилие P определяют по формуле

$$P = Qf. \qquad \text{(IV-1)}$$

При перемещении оборудования по наклонной плоскости

$$P = Q(\sin\alpha + f\cos\alpha), \qquad \text{(IV-2)}$$

где Q — вес перемещаемого груза, 10 кН;
f — коэффициент трения скольжения, значения которого приведены в табл. IV—1.

По величине тягового усилия подбирают тяговый механизм и рассчитывают тяговый канат или полиспаст.

При перемещении оборудования с помощью вилочных погрузчиков опасность опрокидывания возрастает в случае соскальзывания груза с вил при торможении, при прямолинейном движении по поверхности с поперечным уклоном, при движении по горизонтальной поверхности на повороте с небольшим радиусом поворота, а также при внезапной остановке быстро опускающегося на вилах груза.

Силу, вызывающую скольжение груза вдоль вил, определяют по формуле

$$P = Q(f\cos\alpha + \sin\alpha), \qquad \text{(IV-3)}$$

где Q — вес груза, 10 кН;
f — коэффициент трения скольжения между вилами и грузом;
α — угол наклона вил назад.

Опрокидывающую центробежную силу на повороте при движении погрузчика определяют

$$P_{\text{ц}} = \frac{mv^2}{r}, \qquad \text{(IV-4)}$$

где m — масса системы, кг;
v — окружная скорость общего центра тяжести, м/с;
r — радиус поворота, измеряемый от центра тяжести до оси поворота, м.

Горизонтальную силу, ведущую к соскальзыванию груза при внезапном торможении, определяют

$$P = Q(f + \operatorname{tg}\alpha). \qquad \text{(IV-5)}$$

Грузоподъемность погрузчика для грузов равной массы, но различной ширины не одинакова и ее определяют по формуле:

$$Q = \frac{M}{K(a + l)}, \qquad \text{(IV-6)}$$

где Q — вес перемещаемого груза, 10 кН;
M — момент устойчивости погрузчика, 10 кН·м;
K — коэффициент устойчивости;
a — расстояние от центра тяжести груза до стенки вилок, м;
l — расстояние от центра передних (ведущих) колес до стенки вилок, м.

При моменте устойчивости погрузчика, равном 40—100 кН, коэффициент устойчивости составит 1,3—1,5.

Для перемещения грузов при помощи лебедок, когда отсутствуют якоря и строительные конструкции, лебедки закрепляют двумя сваями, которые воспринимают сдвигающие усилия. Для восприя-

Таблица IV—1

Материал соприкасающихся поверхностей	Характер движения	Коэффициент f при угле наклона поверхности к горизонту, рад						
		0	0,052	0,087	0,132	0,174	0,221	0,264
Сталь по бетону (утрамбованному гравию)	Трогание с места	0,45	0,5	0,535	0,575	0,616	0,654	0,693
	Движение	0,41	0,46	0,495	0,555	0,602	0,634	0,671
Сталь по грунтовому покрытию	Движение	0,326	0,358	0,389	0,432	0,488	0,529	0,59
Сталь по асфальтовому покрытию	Движение	0,228	0,264	0,301	0,348	0,386	0,439	0,482
Сталь по песчанику	Трогание с места	0,68	0,74	0,81	0,87	0,90	0,94	0,98
	Движение	0,42	0,47	0,505	0,56	0,587	0,624	0,664

Сталь по стали при малом давлении	Трогание с места	0,15	0,20	0,236	0,278	0,321	0,362	0,403
	Движение	0,11	0,16	0,196	0,239	0,282	0,324	0,365
Сталь по стали при большом давлении	Трогание с места	0,20	0,25	0,286	0,328	0,371	0,411	0,452
	Движение	0,16	0,20	0,238	0,274	0,323	0,362	0,393
Дерево по стали	Трогание с места	0,60	0,627	0,694	0,729	0,764	0,831	0,838
	Движение	0,40	0,45	0,485	0,526	0,567	0,606	0,645
Дерево по дереву	Трогание с места	0,62	0,662	0,704	0,744	0,784	0,820	0,857
	Движение	0,48	0,53	0,565	0,605	0,645	0,683	0,722
Сталь по снегу	Движение	0,114	0,153	0,194	0,236	0,287	0,329	0,368

тия опрокидывающего момента применяют балласт, укладываемый на раму лебедки.

Расчетная схема закрепления лебедки во избежание опрокидывания приведена на рис. IV—1. Устойчивость лебедки против опрокидывания при креплении ее контгрузом (балластом) и упором определяют путем приравнивания моментов сил, действующих на лебедку, относительно ребра опрокидывания.

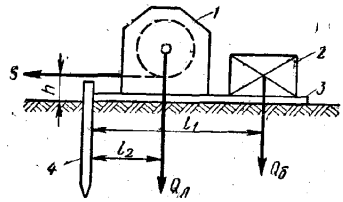


Рис. IV—1. Расчетная схема закрепления лебедки против опрокидывания:

1 — лебедка; *2* — контргруз (балласт); *3* — рама лебедки; *4* — упорная свая

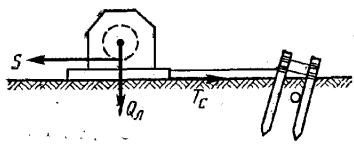


Рис. IV—2. Расчетная схема закрепления лебедки от горизонтального смещения (сдвига)

Вес балласта для обеспечения устойчивости лебедки определяют по формуле

$$Q_б = K_у \frac{Sh - Q_л l}{l_1},$$

где $Q_б$ — вес балласта, 10 кН;
$Q_л$ — вес лебедки, 10 кН;
$K_у$ — коэффициент устойчивости лебедки (обычно принимают равным 2);
S — усилие в тросе, набегающем на барабан лебедки, 10 кН;
l — расстояние от ребра опрокидывания рамы до оси, проходящей через центр тяжести лебедки, м;
l_1 — расстояние от ребра опрокидывания рамы до оси, проходящей через центр тяжести балласта, м.

Определение усилия P, препятствующего горизонтальному смещению лебедки (рис. IV—2), определяют по формуле

$$P = S - T_c, \qquad \text{(IV-7)}$$

где S — усилие в канате, идущем на барабан лебедки, 10 кН;
T_c — сила трения рамы лебедки об опорную поверхность, 10 кН.

$$T_c = (Q_л + Q_б) f, \qquad \text{(IV-8)}$$

где $Q_л$ — вес лебедки, 10 кН;
$Q_б$ — вес балласта, 10 кН (если он имеется);
f — коэффициент трения скольжения, подбираемый по табл. IV—1.

Таблица IV—2

Материал соприкасающихся поверхностей	Угол наклона поверхности к горизонту, град	Материал катков					
		сталь			дерево		
		диаметр катков, мм					
		50	100	150	150	200	250
Сталь по дереву	0	0,091	0,046	0,03	0,08	0,06	0,046
	5	0,178	0,133	0,117	0,167	0,147	0,133
	10	0,264	0,219	0,203	0,253	0,238	0,22
	15	0,347	0,303	0,288	0,335	0,317	0,303
Сталь по стали	0	0,04	0,026	0,009	0,053	0,04	0,03
	5	0,113	0,1	0,096	0,14	0,127	0,117
	10	0,2	0,187	0,183	0,23	0,213	0,208
	15	0,284	0,272	0,268	0,31	0,298	0,297
Сталь по камню	0	0,052	0,16	0,11	0,06	0,045	0,036
	5	0,119	0,193	0,168	0,147	0,132	0,123
	10	0,205	0,204	0,185	0,23	0,218	0,21
	15	0,29	0,274	0,27	0,32	0,30	0,294
Сталь по грунтовому покрытию	0	0,198	0,164	0,14	0,194	0,162	1,14
	5	0,286	0,242	0,232	0,266	0,247	2,06
	10	0,379	0,314	0,306	0,368	0,342	0,326
	15	0,482	0,466	0,462	0,474	0,444	0,428
Сталь по бетону	0	0,09	0,07	0,06	0,08	0,062	0,048
	5	0,172	0,142	0,138	0,166	0,148	0,136
	10	0,262	0,236	0,224	0,254	0,239	0,224
	15	0,344	0,328	0,322	0,336	0,318	0,306

При перемещении оборудования на катках по горизонтальной поверхности тяговое усилие, необходимое для его перемещения, определяют по выражению

$$P = Q\frac{k_1 + k_2}{d}; \qquad \text{(IV-9)}$$

при перемещении оборудования на катках по наклонной поверхности

$$P = Q\left(\sin\alpha + \frac{k_1 + k_2}{\alpha}\cos\alpha\right), \qquad \text{(IV-10)}$$

где Q — вес перемещаемого груза, 10 кН;

d — диаметр катков, см;
k_1 — коэффициент трения качения между поверхностью качения и катками;
k_2 — коэффициент трения качения между катками и грузом;
α — угол наклона поверхности к горизонту.

Значения коэффициентов трения приведены в табл. IV—2.

Для сдвига груза с места расчетное тяговое усилие P увеличивают на 50%.

Тяговое усилие, необходимое для перемещения тележки с грузом по временным рельсовым путям, определяют по формуле

$$P = Q(\sin\alpha + f_0 \cos\alpha), \qquad \text{(IV-11)}$$

где Q — вес тележки с грузом, 10 кН;
α — угол наклона рельсового пути к горизонту;
f_0 — коэффициент тяги, определяемый по формуле;

$$f_0 = \frac{fd + 2k}{D}, \qquad \text{(IV-12)}$$

где f — коэффициент трения скольжения в цапфах;
d — диаметр цапф осей вагонетки, см;
k — коэффициент трения качения для колес, равный 0,05;
D — диаметр колеса, см.

Значения коэффициента тяги для вагонеток с подшипниками качения приближенно принимают 0,01, для вагонеток с подшипниками скольжения — 0,02. Для сдвига тележки с грузом с места расчетное тяговое усилие увеличивают на 50%.

МОНТАЖ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ И ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕХАНОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

В настоящей главе рассмотрен подъем основных грузоподъемных механизмов и приспособлений для производства монтажных работ — мостовых кранов, кран-балок, монтажных мачт, подъемников.

Монтажные механизмы перед подъемом по возможности укрупняют в блоки, если имеющиеся в наличии грузоподъемные средства не позволяют произвести их подъем целиком в собранном виде.

Монтаж мостовых кранов и кран-балок производят с помощью самоходных монтажных кранов в строящихся зданиях компрессорных цехов. Полумосты мостового крана и тележку, поступившие в зону монтажа, разгружают кранами, укладывая их перпендикулярно подкрановым путям.

Схема монтажа мостовых кранов с помощью монтажных кранов показана на рис. IV—3. Сначала производят подъем первого полумоста, а затем второго, после чего каждым краном поднимают концевые балки.

Тележку мостового крана в сборе поднимают между раздвинутыми полумостами, предварительно в настилах площадок полумостов вырезав проемы для обеспечения максимального сближения монтажных кранов.

Подъем мостового крана в сборе с тележкой в законченных строительством зданиях (при реконструкции компрессорных цехов) осуществляют с помощью одной мачты.

Схема подъема моста крана в сборе с тележкой одной мачтой выше подкрановых путей с последующим разворотом и установкой его на подкрановые пути показана на рис. IV—4. Перед подъемом

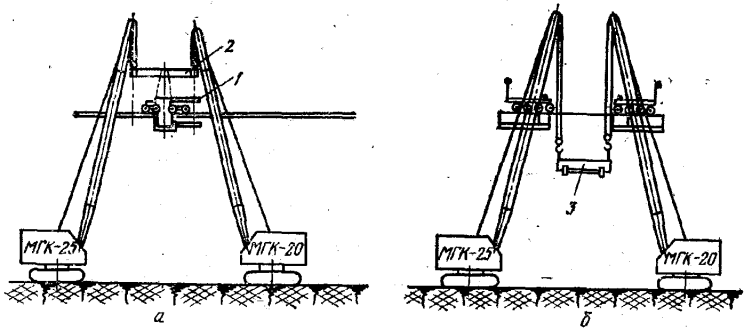


Рис. IV—3. Подъем мостового крана с помощью стреловых монтажных кранов:

а — подъем полумоста; *б* — подъем тележки; *1* — полумост; *2* — траверса; *3* — тележка

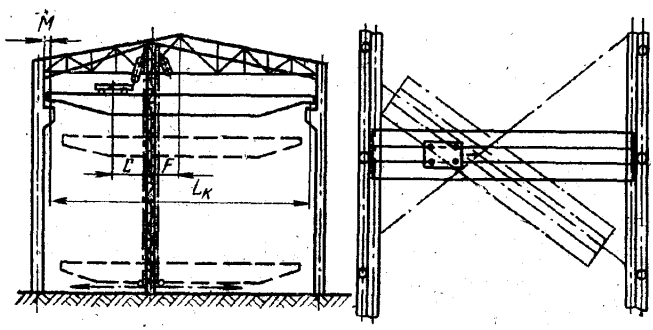


Рис. IV—4. Схема подъема моста крана в сборе с тележкой с помощью одной мачты

особое внимание обращают на надежное закрепление тележки крана.

Минимальное расстояние *M* (мм) от оси подкранового рельса до стены, необходимое для разворота крана, определяют по табл. IV—3.

При подъеме моста крана мачтой расстояние *F* находят по табл. IV—4.

Таблица IV—3

Грузоподъемность крана, 10 кН	Расстояние M (в мм) при пролете крана, м							
	11	14	17	20	23	26	29	32
5	850	750	650	600	740	690	650	610
10	1230	1040	910	820	750	700	660	630
15	1260	1060	930	630	760	710	670	630

Таблица IV—4

Режим работы	Расстояние F (в м) при грузоподъемности крана 10 кН			
	5	10	15	15/3
Средний	0,4	0,7	0,7	1
Тяжелый	0,5	0,8	0,8	1

Горизонтальное расстояние от оси мачты до центра тяжести тележки C определяют по формуле

$$C = \frac{QF}{Q_1}, \qquad \text{(IV-13)}$$

где Q — вес моста, 10 кН;
F — расстояние от оси пролета до оси установки мачты, м;
Q_1 — вес тележки, 10 кН.

При реконструкции компрессорных цехов подъем монтажной мачты в рабочее положение осуществляют с помощью вспомогательной мачты или с использованием строительных конструкций цеха.

Подъем мачты в рабочее положение с помощью вспомогательной мачты, когда она наклонена в сторону поднимаемой, производят в том случае, если наименьшая высота вспомогательной мачты на 3,5—4,5 м больше половины высоты монтируемой (рис. IV—5).

Усилие в грузовом полиспасте определяют по формуле

$$T_1 = \frac{Q_1 l d_1}{f H_1}, \qquad \text{(IV-14)}$$

где Q_1 — вес мачты, 10 кН;
l — расстояние от опоры мачты до центра тяжести мачты, м;
f — расстояние от опоры мачты до места строповки подъемного полиспаста, м;

H_1 — высота оголовка вспомогательной мачты при вылете вспомогательной мачты, м;

d_1 — расстояние от оголовка вспомогательной мачты до места строповки подъемного полиспаста монтажной мачты, м.

$$d_1 = \sqrt{(a-c)^2 + H_1^2}, \qquad \text{(IV-15)}$$

где $a = f + f_1$ (f_1 — расстояние от опоры монтажной мачты до основания вспомогательной мачты, м);

c — вылет вспомогательной мачты, м.

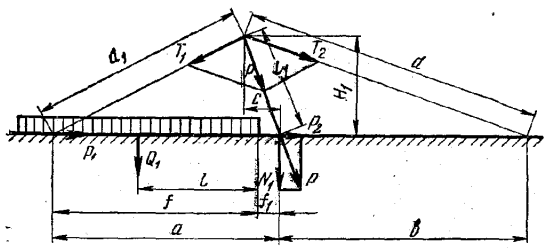


Рис. IV—5. Схема подъема мачты с помощью вспомогательной мачты, наклоненной в сторону поднимаемой мачты

Высота наклоненной вспомогательной мачты по вертикали:

$$H_1 = \sqrt{l_1^2 - c^2}, \qquad \text{(IV-16)}$$

где l_1 — длина вспомогательной мачты, м.

Усилие в полиспасте задней ванты вспомогательной мачты

$$T_2 = \frac{T_1 ad}{d_1 b} + \frac{Qcd}{2b H_1}, \qquad \text{(IV-17)}$$

$$d = \sqrt{(b+c)^2 + H_1^2}, \qquad \text{(IV-18)}$$

где Q — вес вспомогательной мачты, т;

b — расстояние от основания вспомогательной мачты до заднего якоря, м.

Усилие в мачте от натяжения грузового полиспаста и натяжения ванты, находящейся в плоскости груза,

$$P = \frac{T_1 l}{d_1} + \frac{T_2 l_1}{d}. \qquad \text{(IV-19)}$$

Усилие сдвига в поднимаемой мачте

$$P_1 = T_1 \frac{(a-c)}{d_1}. \qquad \text{(IV-20)}$$

Горизонтальная составляющая усилия, действующего на основание вспомогательной мачты,

$$P_2 = \frac{P_c}{l_1}. \qquad \text{(IV-21)}$$

Вертикальная составляющая усилия, действующего на основание вспомогательной мачты,

$$N_1 = \frac{PH_1}{l_1} + \frac{Q}{2}. \qquad \text{(IV-22)}$$

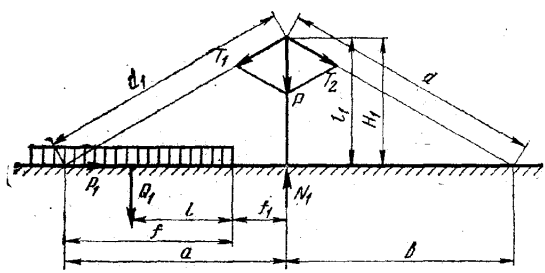


Рис. IV—6. Схема подъема монтажной мачты с помощью вспомогательной вертикально стоящей мачты (методом поворота)

Подъем монтажной мачты в рабочее положение осуществляют также с помощью вертикально стоящей вспомогательной мачты (методом поворота).

Схема подъема монтажной мачты в рабочее положение с помощью вертикально стоящей вспомогательной мачты (методом поворота) показана на рис. IV—6.

Расстояния H_1, a_1, d_1 и d (обозначения те же, что и в предыдущем случае) определяют по формулам

$$\left.\begin{aligned} H_1 = l_1;\quad a = f + f_1, \\ d_1 = \sqrt{a^2 + l_1^2};\quad d = \sqrt{b^2 + l_1^2}. \end{aligned}\right\} \qquad \text{(IV-23)}$$

Усилие в полиспасте задней ванты вспомогательной мачты

$$T_2 = \frac{T_1 ad}{d_1 b}. \qquad \text{(IV-24)}$$

Усилие в грузовом полиспасте вспомогательной мачты

$$T_1 = \frac{Q_1 l d_1}{f H_1}, \qquad \text{(IV-25)}$$

Усилие сдвига поднимаемой мачты

$$P_1 = \frac{T_1 a}{d_1} \qquad \text{(IV-26)}$$

Монтаж самомонтирующихся подъемников (козловых кранов) конструкции ЦПКБ Главлегпродмонтажа начинают со сборки колонн с ходовыми колесами и при необходимости — с установки промежуточных секций (вставок). Затем устанавливают грузонесущую бал-

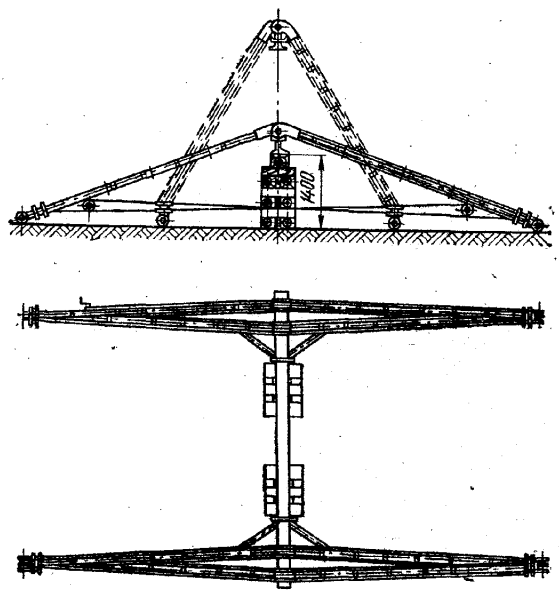


Рис. IV—7. Схема монтажа самомонтирующихся подъемников конструкции ЦПКБ Главлегпродмонтажа

ку на шпальную выкладку высотой 1,4 м и осуществляют стыковку колонн с балкой. После запасовки канатов монтажных лебедок производят подъем балки до необходимой отметки и фиксацию ее специальными стяжками, которыми попарно соединяются колонны подъемника (рис. IV—7).

ПОДЪЕМ И УСТАНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ И КОНСТРУКЦИЙ МОСТОВЫМИ КРАНАМИ, КРАН-БАЛКАМИ, ЭЛЕКТРОТЕЛЬФЕРАМИ И САМОМОНТИРУЮЩИМИСЯ ПОДЪЕМНИКАМИ

Монтаж оборудования компрессорных и вспомогательных цехов производится с помощью мостовых кранов, кран-балок и электротельферов. Для обеспечения подъема и установки оборудования в новостроящихся и реконструируемых помещениях с помощью мостовых кранов, кран-балок и электротельферов в первую очередь осуществляют монтаж подкрановых (тельферных) путей и грузоподъемных средств с соответствующим оформлением приемки-сдачи во временную эксплуатацию.

С помощью мостового крана переносят груз в любую точку обслуживаемой им площади. Мостовой кран перемещается по подкрановым путям, уложенным на подкрановые балки, закрепленные на консолях колонн здания. Поперечное перемещение, подъем и опускание груза производят при помощи тележки крана. Кран управляется из кабины, подвешенной к мосту так, что крановщик может видеть все операции, производимые на обслуживаемой им площадке.

В мостовых кранах пролетом более 10—12 м механизмы подъема груза, передвижения тележки и передвижения крана приводятся в действие автономными электродвигателями, управление которыми осуществляет крановщик из кабины посредством контролера.

Для безопасности в конце рельсового пути на кране ставят упоры, на тележке — буферные устройства, рядом с упорами — концевые выключатели.

Передвижение кран-балок по подкрановым путям производится как от ручного, так и от электрического привода, установленного на верхней горизонтальной площадке крана. Грузоподъемность кран-балок от 5 до 50 кН при пролетах от 5 до 14 м.

Подъемным механизмом в ручных кран-балках является подвесная «кошка», перемещающаяся по нижнему поясу моста с подвешенной к ней червячной или шестеренчатой талью. Подъемным механизмом в кран-балке с электрическим приводом являются один или два электротельфера, перемещающиеся по нижнему поясу балки. Кран-балки выпускают подвесными или опорными. Подвесные кран-балки передвигаются по нижним поясам подкранового пути, выполненным из двутавра или двух уголков, и подвешенного к перекрытию, а опорные кран-балки — по верхнему поясу балки подкранового пути. К преимуществу подвесных кран-балок следует отнести обеспечение возможности перехода электротельфера кран-балки на неподвижные тельферные пути.

Скорость подъема грузов кран-балками 6—8 м/мин; скорость передвижения электротельфера 30 м/мин; скорость перемещения кран-балки до 50 м/мин при управлении с пола и до 80 м/мин при управлении из кабины.

При необходимости можно производить подъем одновременно двумя кран-балками (мостовыми кранами) с помощью специальной подъемной траверсы, которую стропят к крюкам электротельферов. При подъеме необходимо следить за горизонтальным положением подъемной траверсы и за взаимной разностью высот крюков, кото-

рая не должна превышать 300 мм. Нагрузка, приходящаяся на каждый кран, не должна превышать его грузоподъемности. Перед подъемом необходимо провести статическое и динамическое испытание подъемной траверсы на нагрузку, превышающую номинальную в 1,25 раза.

Для подъема и установки оборудования вне зоны действия кран-балки (в соседнем пролете здания) применяют траверсы специ-

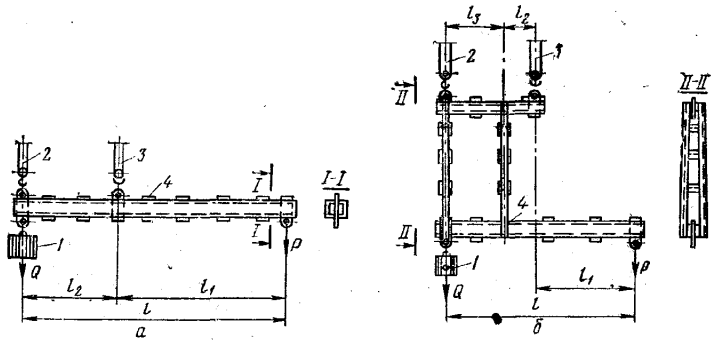


Рис. IV—8. Траверсы для монтажа оборудования мостовыми кранами вне зоны их действия:

а — траверса Т-1; *б* — траверса Т-2; *1* — контргруз; *2*, *3* — полиспасты мостового крана; *4* — траверса

альной конструкции (рис. IV—8). На консольном конце траверсы подвешивают поднимаемый груз, на другом конце — контргруз для создания удерживающего момента. Удерживаемый момент должен в 1,25 раза превышать опрокидывающий момент, создаваемый грузом. Перемещать и опускать грузы необходимо плавно, без рывков, не допуская раскачивания и задевания их за другие конструкции.

Для перемещения, подъема и установки оборудования и конструкций в помещениях, насыщенных фундаментами (компрессоров, насосных агрегатов), применяются инвентарные самомонтирующиеся подъемники конструкции ЦПКБ Главлегпродмонтажа грузоподъемностью 0,2 и 0,5 кН.

Подъемник состоит из четырех стоек с катками и двух сменных грузовых балок разной длины, оснащенных стандартной ручной кошкой с высоким подъемом груза. Подъемники комплектуются вставками, изменяющими высоту подъема грузов.

Конструкция ходовой части подъемника Д. М. Гальперина и А. И. Соколова обеспечивает повышенную маневренность механизма и безопасность работ на наклонных участках. Две монтажные лебедки, смонтированные на стойках подъемника, предназначены для установки и стягивания стоек при его монтаже, но могут быть использованы и для перемещения подъемника с грузом во время его работы.

ПОДЪЕМ И УСТАНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ И КОНСТРУКЦИЙ СТРЕЛОВЫМИ САМОХОДНЫМИ КРАНАМИ

При монтаже холодильного оборудования, технологических трубопроводов и металлоконструкций, а также при изготовлении монтажных заготовок и нестандартизированного оборудования в ма-

Таблица IV—5

Кран	Длина стрелы, мм	Максимальное опорное давление на грунт, МПа
К-106	10	0,7—0,8
К-161	10	0,7—0,8
К-255	15	0,75—0,85
К-401	15	0,75—0,85
МКП-25	12,5	0,7—0,8
МКП-40	15	0,65—0,7
МКГ-6,3	10	0,3—0,35
	18	0,2—0,25
МКГ-16	11	0,6—0,7
	18,5	0,4—0,5
	26	0,3—0,35
МКГ-20	12,5	0,9—0,95
	22,5	0,7—0,8
	32,5	0,65—0,7
МКГ-25	12,5	0,6—0,65
	22,5	0,5—0,55
	32,5	0,4—0,45
СКГ-30	15	0,7—0,8
	20	0,6—0,65
	25	0,5—0,55
СКГ-40	15	0,7—0,8
	25	0,6—0,65
	35	0,5—0,55

стерских монтажных заготовок и при погрузочно-разгрузочных работах широко используют автомобильные, гусеничные и башенные краны, а также краны на пневмоколесном ходу и трубоукладчики.

Стреловые самоходные краны устанавливают на основаниях, несущая способность которых соответствует величине максимального опорного давления крана при наибольшей нагрузке, приведенной в табл. IV—5.

Таблица IV—6

Кран	Число ударов груза ударника ДорНИИ, необходимое для вхождения его наконечника в грунт на глубину 10 см				
	работа с максимальной нагрузкой	работа с нагрузкой, на ¼ меньшей максимальной	работа с нагрузкой, равной половине максимальной	работа с нагрузкой, равной ¼ максимальной	установка крана для работы не допускается
Гусеничный грузоподъемностью до 50 т	5	4	3—4	2—3	Менее 2
Пневмоколесный при работе					
с аутригерами	8	6—7	5	3,5—4	3
без аутригеров	9—10	8—9	6—7	4—5	3—3,5

Несущую способность грунтового основания определяют до установки на нем крана.

Прочность (несущую способность и модуль деформации) грунта строительно-монтажной площадки определяют лабораторным методом и методом пробных нагрузок. При определении прочностных данных грунтового основания под стрелой самоходного крана пользуются упрощенной методикой определения их с помощью плотномера-ударника конструкции Научно-исследовательского института дорожного строительства (ДорНИИ).

Несущую способность грунта $g_{гр}$ определяют по формуле

$$g_{гр} = 1{,}2n, \qquad \text{(IV-27)}$$

где n — число ударов груза ударника ДорНИИ, потребное для вхождения его наконечника на глубину 10 см.

Модуль деформации грунта E_0 составляет: для глинистых грунтов $E_0 = 20\ n$; песчаных $E_0 = 60\ n$.

В табл. IV—6 показаны допустимые пределы использования кранов на грунтовых основаниях в зависимости от показаний ударника ДорНИИ.

Угол наклона крана, определяемый углом уклона площадки и углом осадки, вызванной неравномерной деформацией грунта под краном, не должен превышать величины, указанной в паспорте крана (0,0174—0,0523 рад).

Угол осадки при расположении стрелы с грузом по продольной оси определяют по формуле

$$\operatorname{tg}\gamma = 2 \cdot 10^{-4} \frac{Qa - Qc}{E_0 BL}, \qquad \text{(IV-28)}$$

где γ — угол осадки (0,0174 рад);

Q — вес поднимаемого груза, 10 Н;
G — вес крана, 10 Н;
a — вылет крюка, м;
c — расстояние от оси вращения крана до центра его тяжести, м;
E_0 — модуль деформации грунта, равный 0,1 МПа;
B — ширина одной гусеницы, м;
L — опорная длина гусеницы, м.

Значение максимальных углов осадки кранов и модулей деформации грунтов приведены в табл. IV—7, IV—8.

Допустимый угол уклона площадки должен быть равен или меньше разности между указанным в паспорте углом наклона крана и углом осадки, рассчитанным для данного случая работы крана. При значениях угла наклона выше найденного значения площадку следует выровнять.

Работа кранов на грунтовых основаниях недостаточной прочности возможна при использовании инвентарных подстилающих устройств (щитов, плит, шпал).

При недостаточной прочности грунтового основания для работы на нем крана с заданной нагрузкой грунт уплотняют, применяя специальные уплотняющие машины.

При работе пневмоколесных кранов на грунтах с несущей способностью, соответствующей менее 5—6 ударам ударника, под выносные опоры укладывают инвентарные подкладки (башмаки), желательно прямоугольной формы. Состояние и исправность дополнительных опор периодически контролирует крановщик, а также лицо, ответственное за исправное состояние кранов. Кран устанавливают так, чтобы при развороте платформы на 6,278 рад расстояние между его хвостовой частью и ближайшими колоннами, строениями и т. п. было не менее 1 м.

В тех случаях, когда груз имеет приблизительно правильную геометрическую форму (куба, прямоугольного параллелепипеда, прямой призмы, цилиндра, трубы, конуса, в том числе усеченного, или шара), массу его определяют расчетным путем по формуле

$$P = \gamma V, \qquad \text{(IV-29)}$$

где γ — плотность материала, из которого сделан груз, кг/м³ (плотность наиболее распространенных материалов приведена в табл. IV—9).

Объемы геометрических тел определяют по формулам:

куб: $V = a^3$;

прямоугольный параллелепипед: $V = abH$;

прямая призма:

при основании в виде правильного равностороннего треугольника: $V = 0{,}43\ a^2H$;

при основании в виде правильного шестиугольника: $V = 2{,}6a^2H$;

цилиндр: $V = \pi R^2H$;

труба: $V = \pi(R_1^2 - R_2^2)H$;

конус: $V = R^2H$;

усеченный конус: $V = (R_1^2 + R_1 \cdot R_2 + R_2^2)H$;

шар: $V = 0{,}52D^3$,

где a, b — стороны основания геометрической фигуры, м;

Таблица IV—7

Кран	Длина стрелы, м	Модуль деформации грунта, МПа	Максимальный угол осадки, рад
МКГ-6,3	10	5	0,0174
		10	0,0087
		15	0,0058
		20	0,0043
МКГ-6,3	18	5	0,0132
		10	0,0066
		15	0,0045
		20	0,0039
МКГ-16	11	5	0,0523
		10	0,0264
		15	0,0174
		20	0,0130
МКГ-16	18,5	5	0,0432
		10	0,0191
		15	0,0169
		20	0,0121
МКГ-16	26	5	0,0174
		10	0,0087
		15	0,0058
		20	0,0043
МКГ-20	12,5	5	0,00948
		10	0,0436
		15	0,0321
		20	0,0192
МКГ-20	22,5	5	0,0778
		10	0,0352
		15	0,0259
		20	0,0178
МКГ-20	32,5	5	0,0439
		10	0,0261
		15	0,0174
		20	0,0130

Продолжение табл. IV—7

Кран	Длина стрелы, м	Модуль деформации грунта, МПа	Максимальный угол осадки, рад
МКГ-25	12,5	5	0,0699
		10	0,0350
		15	0,0191
		20	0,0174
МКГ-25	22,5	5	0,0353
		10	0,0175
		15	0,0130
		20	0,0118
МКГ-25	32,5	5	0,0341
		10	0,0171
		15	0,0119
		20	0,0084
СКГ-40	15	5	0,0861
		10	0,0431
		15	0,0338
		20	0,0188
СКГ-40	25	5	0,0699
		10	0,0349
		15	0,0257
		20	0,0174
СКГ-40	35	5	0,0341
		10	0,0169
		15	0,0119
		20	0,0085

H — высота геометрической фигуры, м;

R, R_1, R_2 — радиусы окружностей в основаниях цилиндра, трубы и конуса, м;

D — диаметр шара, м.

Грузоподъемность каждого стрелового крана зависит от величины вылета стрелы и ее длины. Техническая характеристика кранов заносится в паспорт каждого из них и в виде графика или таблицы помещается на стреле крана или в кабине водителя.

Стреловые самоходные краны должны быть устойчивы при работе и в нерабочем состоянии. Грузовую и собственную устойчивость стрелового крана проверяют расчетом в соответствии с «Пра-

Таблица IV—8

Грунты	Модуль деформации грунта, МПа	
	плотного	средней плотности
Песчаные грунты		
Песок средней крупности независимо от влажности	42,0	31,0
Мелкий песок		
сухой	36,0	25,0
влажный	31,0	19,0
Пылеватый песок		
сухой	21,0	17,5
влажный	17,5	14,0
насыщенный водой	14,0	9,0
Супесь		
сухая	16,0	12,5
влажная	12,5	9,0
насыщенная водой	9,0	5,0
Глинистые грунты		
Глина	59,0—16,0	16,0—4,0
Суглинок	39,0—16,0	16,0—4,0

Примечание. Грунты с модулем деформации более 25 МПа являются весьма плотными, в этих случаях угол осадки крана можно не учитывать.

вилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» Госгортехнадзора СССР, а расчет устойчивости башенных кранов производят в соответствии с ГОСТ 1399—68 «Краны башенные строительные. Нормы расчета».

Определяемый коэффициент грузовой устойчивости стрелового крана является отношением момента относительно ребра опрокидывания, создаваемого собственным весом крана с учетом всех дополнительных нагрузок (ветровой, инерционных сил, возникающих при пуске или торможении всех механизмов крана) и влияния наибольшего допускаемого при работе крана уклона, к моменту, создаваемому рабочим грузом относительно того же ребра.

Коэффициент собственной устойчивости крана определяют как отношение момента, создаваемого собственным весом крана с учетом уклона пути в сторону опрокидывания относительно ребра опрокидывания, к моменту, создаваемому ветровой нагрузкой (по ГОСТ 1451—65) для нерабочего состояния крана относительно того же ребра опрокидывания.

Таблица IV—9

Материал	Плотность, кг/м³	Материал	Плотность, кг/м³
Алюминий	2700	Медь	8800—8900
Бетон	2200—2400	Олово	7200
Бронза	8800	Свинец	11 400
Дерево сухое	500—1000	Чугун	7000
Сталь	7800—7850	Латунь	8500

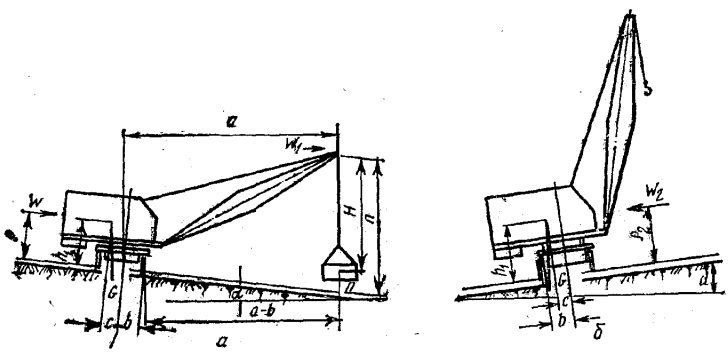


Рис. IV—9. Схемы определения устойчивости стреловых кранов: *а* — грузовой устойчивости; *б* — собственной устойчивости

Коэффициент грузовой устойчивости крана K_1 (рис. IV—9, *а*) определяют по формуле

$$K_1 = \frac{G[(b+c)\cos\alpha - k_1 \sin\alpha - \frac{Qn^2 ih}{900 - n^2 H} - \frac{66\,(G_{пр}+Q)\,nth}{(900 - n^2 H)\,gt_3}}{Q\,(a-b)} +$$

$$+ \frac{-\frac{Qv}{gt}(a-b) - \frac{Qv_1}{gt_1}h - \frac{Gv_1}{gt_1}h_1 - \frac{(G_{пр}+Q)\,v_2'}{gt_2}h}{Q\,(a-b)} +$$

$$+ \frac{-\frac{(G_{пр}+Q)v_2''}{gt_2}(a-b) - Wp - W_1 p_1}{Q\,(a-b)} \geqslant 1{,}15, \qquad \text{(IV-30)}$$

где G — вес крана, 10 Н;

$G_{пр}$ — вес стрелы и стрелового оборудования, приведенный к оголовку стрелы, 10 Н;

Q — вес наибольшего рабочего груза, 10 Н;

l — расстояние от оси вращения крана до центра тяжести подвешенного наибольшего рабочего груза при установке крана на горизонтальной плоскости, м;

a — расстояние от плоскости, проходящей через ось вращения крана параллельно ребру опрокидывания, до центра тяжести подвешенного наибольшего рабочего груза при установке крана на горизонтальной плоскости, м (при расположении стрелы перпендикулярно ребру опрокидывания $a = b$);

b — расстояние от оси вращения крана до ребра опрокидывания, м;

c — расстояние от плоскости, проходящей через ось вращения крана параллельно ребру опрокидывания, до центра тяжести крана, м;

H — расстояние от головки стрелы до центра тяжести подвешенного груза (принимая, что центр тяжести располагается на уровне земли), м;

h — расстояние от головки стрелы до плоскости, проходящей через точки опорного контура, м;

h_1 — расстояние от центра тяжести крана до плоскости, проходящей через точки опорного контура, м;

v — скорость подъема груза, м/с;

v_1 — скорость передвижения крана, м/с;

v_2' — скорость горизонтального перемещения оголовка стрелы, м/с;

v_2'' — скорость вертикального перемещения оголовка стрелы, м/с;

n — частота вращения крана, мин$^{-1}$;

t — время неустановившегося режима работы механизма подъема (пуск, торможение), с;

t_1 — время неустановившегося режима работы механизма передвижения (пуск, торможение), с;

t_2 — время неустановившегося режима работы механизма изменения вылета стрелы (пуск, торможение), с;

t_3 — время неустановившегося режима работы механизма поворота крана (пуск, торможение), с;

W — сила давления ветра, действующего перпендикулярно ребру опрокидывания и параллельно плоскости, на которой установлен кран, на подветренную площадь крана, 10 Н (принимается по ГОСТ 1451—65 «Краны подъемные. Нагрузка ветровая» (для рабочего состояния крана);

W_1 — сила давления ветра, действующего перпендикулярно ребру опрокидывания и параллельно плоскости, на которой установлен кран, на подветренную площадь груза, 10 Н (принимается по ГОСТ 1451—65 для нерабочего состояния крана);

W_2 — сила давления ветра, действующего перпендикулярно ребру опрокидывания и параллельно плоскости, на которой установлен кран, на подветренную площадь крана, 10 Н (принимается по ГОСТ 1451—42 для нерабочего состояния крана);

p_1 и p_2 — расстояние от плоскости, проходящей через точки опор-

ного контура до центра приложения ветровой нагрузки, м;

α — угол наклона крана (угол пути), равный 0,0174 рад;

g — ускорение силы тяжести, равное 9,81 м/с².

Выражение $\frac{Qv_1}{gt_1}h$ и $\frac{Gv_1}{gt_1}h_1$ учитываются при проверке грузовой устойчивости в направлении передвижения крана, если кран предназначен для перемещения с грузом. Выражение $\frac{66\,(G_{пр}+Q)\,nlh}{(900-n^2H)\,gt_3}$ учитывается при проверке грузовой устойчивости крана со стрелой, расположенной под углом 0,785 рад к ребру опрокидывания. Коэффициент собственной устойчивости крана K_2 (рис. IV—9, *б*) определяют по формуле

$$K_2 = \frac{G\,[(b-c)\cos\alpha - h_1\sin\alpha}{W_2 p_2} \geqslant 1{,}15.$$

В случаях, когда масса, габаритные размеры и условия расположения поднимаемого оборудования и конструкций выходят за пределы паспортных грузовысотных характеристик кранов с обычным стреловым оснащением, целесообразно поднимать и устанавливать оборудование и конструкции кранами с маневренными расчаленными стрелами. Применение маневренного расчаливания стрелы обеспечивает повышение грузоподъемности крана при сохранении возможности выполнения им всех грузоподъемных операций, увеличение устойчивости крана и расширение области применения самоходных стреловых кранов.

Госгортехнадзором СССР разрешено применять самоходные стреловые краны с временно расчаленными стрелами при условии выполнения монтажных и погрузочно-разгрузочных работ в соответствии с проектом производства работ, разработанным специализированной организацией. В проекте должны содержаться указания по обеспечению безопасного производства работ.

Самоходным стреловым краном с маневренной расчаленной стрелой могут быть выполнены подъем и опускание груза, изменение вылета крюка и поворот платформы с грузом на крюке в секторе обслуживания (области, образованной продолжением горизонтальных проекций ветвей расчалки).

Схема самоходного стрелового крана с маневренной расчаленной стрелой приведена на рис. IV—10.

Крепление системы маневренного расчаливания к стреле крана не должно вызывать дополнительных изгибающих моментов в стреле.

Обязательными являются:

расположение соединительной траверсы на продолжении оси вращения поворотной платформы крана;

прикрепление расчалки к стреле крана за элементы, способные выдержать возникающие при этом нагрузки, что проверяют расчетом;

расположение полиспаста расчалки в плоскости подвеса стрелы;

рабочее натяжение ходовой нитки полиспаста расчалки не должно превышать тягового усилия лебедки вспомогательного подъема крана;

применение в качестве ветвей расчалки троса, диаметр которого рассчитывают с коэффициентом запаса не менее 3,5;

применение приборов контроля за элементами системы расчаливания и обеспечением безопасной эксплуатации крана (датчик положения полиспаста расчалки относительно оси стрелы, контрольно-тяговое устройство контроля за положением соединительной траверсы относительно оси поворота платформы крана, динамометры для

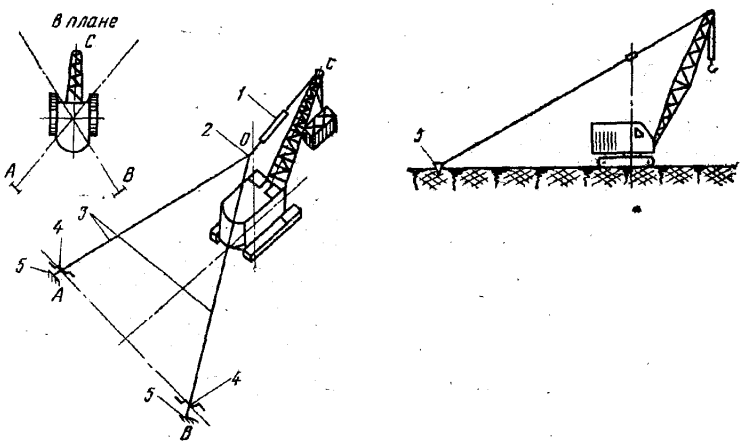


Рис. IV—10. Схема самоходного крана с маневренной расчаленной стрелой:

1 — полиспаст расчалки; *2* — соединительная траверса; *3* — ветви расчалки; *4* — регулировочные лебедки; *5* — наземные якоря

контроля натяжения ветвей расчалки) конструкции СКБ ВНИИМонтажспецстроя.

Выбор грузовых характеристик кранов с расчаленными стрелами при минимальном вылете крюка и расчет грузоподъемности крана с маневренной расчаленной стрелой производят на основании «Рекомендаций по применению самоходных кранов с маневренными расчаленными стрелами» ВНИИМонтажспецстроя (ЦБНТИ Минмонтажспецстроя СССР, 1971 г.)

Угол наклона плоскости расчалки к горизонту и расстояние от шарнира стрелы крана до центра заложения наземных якорей определяют по графику возможного увеличения максимальной грузоподъемности крана с расчаленной стрелой $\frac{G_2}{G_1}$ (G_1 — грузоподъемность крана в обычном режиме работы, G_2 — грузоподъемность крана с расчаленной стрелой).

Графики составлены для условия горизонтальной установки крана и расположения равнодействующей усилия в расчалке в вертикальной плоскости, проходящей через ось стрелы крана.

На рис. IV—11 приведены графики возможного увеличения мак-

симальной грузоподъемности кранов МКГ-25 и СКГ-40 с расчаленными стрелами при минимальном вылете крюка.

Расчет грузоподъемности крана с маневренной расчаленной стрелой может быть произведен как графическим, так и аналитическим способом. В основу расчета положено условие равенства напряжений, возникающих в элементах конструкции стрелы крана при эксплуатации его с расчаленной стрелой и в обычном режиме

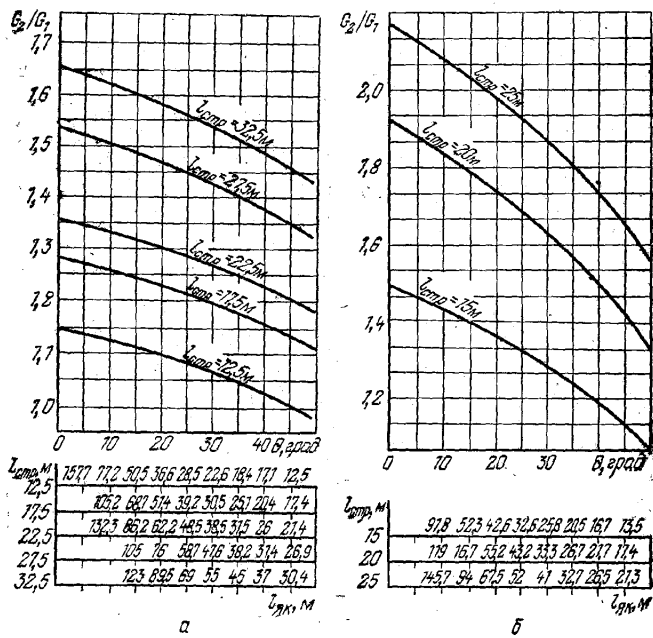


Рис. IV—11. Графики возможного увеличения грузоподъемности гусеничных кранов с расчаленными стрелами:

а — МКГ-25; *б* — СКГ-40

с учетом допусков на негоризонтальность установки крана, невертикальность грузоподъемного полиспаста и отклонение полиспаста расчалки от плоскости подвеса стрелы (допустимое при эксплуатации в обычном режиме на уклоне до 0,052 рад).

Грузоподъемность крана с расчаленной стрелой G_2 предварительно определяют по формуле

$$G_2 = G_1 \frac{\operatorname{ctg}\gamma + \operatorname{ctg}\alpha}{\operatorname{ctg}\gamma + \operatorname{ctg}\beta}, \qquad \text{(IV-31)}$$

где G_1 — паспортная грузоподъемность крана при обычном режиме работы на максимальном вылете крюка, 10 кН;

Таблица IV—10

Кран	Длина стрелы, м	Угол α_0, рад	Угол γ_0, рад
МКГ-20	12,5	0,523	0,157
	22,5	0,329	0,157
	32,5	0,208	0,157
МКГ-25	12,5	0,666	0,105
	17,5	0,349	0,105
	22,5	0,280	0,105
	27,5	0,189	0,105
	32,5	0,157	0,105
СКГ-40	15	0,325	0,217
	20	0,189	0,217
	25	0,157	0,217
К-252	15	0,248	0,210
	25	0,139	0,210
К-161	10	0,381	0,245
	15	0,262	0,245
	20	0,189	0,245
	25	0,139	0,245

α — угол между осью стрелы и стрелоудерживающим полиспастом, град (1 град — 0,0174 рад);

β — угол между осью полиспаста расчалки и осью стрелы, град;

γ — угол между осью грузоподъемного полиспаста и осью стрелы, град.

Величины углов α_0 и γ_0 при минимальном вылете крюка некоторых кранов приведены в табл. IV—10.

Графический способ расчета усилий при подъеме грузов краном с расчаленной стрелой приведен на рис. IV—12. Определив графическим или аналитическим способом грузоподъемность с маневренной расчаленной стрелой, производят расчет стрелы крана на прочность по общепринятой методике. Расчет должен подтвердить наличие требуемых запасов прочности конструкции стрелы крана. Величину расчетного эксплуатационного усилия в полиспасте расчалки $S_р$ определяют либо графическим построением (см. рис. IV—12), либо по формуле

$$S_р = \frac{(G_2 + 0{,}7g)\sin\gamma}{\sin\beta}, \qquad \text{(IV-32)}$$

где g — вес стрелы крана, 10 кН;

$$G_1' = G_1 + 0{,}7g; \qquad \text{(IV-33)}$$

$$G_2' = G_2 + 0{,}7g. \qquad \text{(IV-34)}$$

Величину центрального угла сектора обслуживания крана 2ψ (в град) определяют по формуле

$$2\psi = \operatorname{arcctg} \frac{0{,}5a}{b}, \qquad \text{(IV-35)}$$

где a — расстояние между центрами якорей ветвей расчалки, м;
b — расстояние от оси вращения платформы крана до линии, соединяющей оси якорей ветвей расчалки, м.

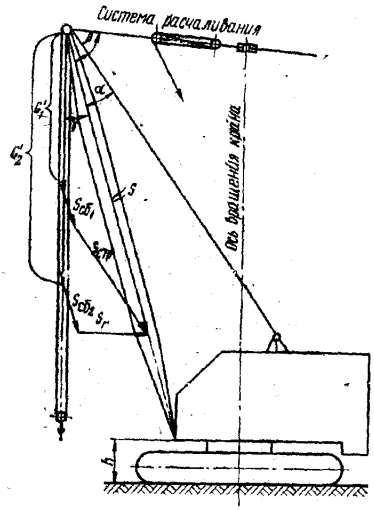


Рис. IV—12. Графическая схема для расчета усилий в системах крана с маневренной расчаленной стрелой

Натяжение ветвей расчалки при повороте платформы в секторе обслуживания крана определяют расчетным путем для всех значений угла поворота платформы крана φ с интервалом 0,087—0,174 рад

$$S_A = \frac{S_p \sin(\psi - \varphi)}{\sin 2\psi}; \qquad \text{(IV-36)}$$

$$S_B = \frac{S_p \sin(\psi + \varphi)}{\sin 2\psi}, \qquad \text{(IV-37)}$$

где S_A — натяжение ветви расчалки, в сторону которой производится поворот платформы крана, 10 кН;
S_B — натяжение ветви расчалки, от которой происходит поворот платформы, 10 кН.

Тросы и полиспасты ветвей расчалки подбирают по максимальным значениям величин S_A и S_B.

Длину троса каждой из ветвей системы расчаливания $L_{тр}$ определяют по формуле

$$L_{тр} = k\left(\frac{b}{\cos\psi\cos\theta} - L_n\right) + nL_n + m, \qquad \text{(IV-38)}$$

где k — количество ниток троса в ветви расчалки;
θ — угол, образованный горизонтальной плоскостью и плоскостью системы расчаливания, град;
L_n — длина полиспаста ветви расчалки, м;
n — кратность полиспаста ветви расчалки;
m — запас на привязку, принимаемый 10—12 м.

Устойчивость крана от сдвига горизонтальной нагрузкой, образуемой в результате отключения стрелоподдерживающей системы крана, проверяют на основе расчета необходимого коэффициента трения между гусеницами крана и опорной поверхностью

$$f = \eta\frac{S\sin\gamma}{G_{кр} + S\cos\gamma}, \qquad \text{(IV-39)}$$

где η — коэффициент запаса, равный 2;
$G_{кр}$ — вес крана, 10 кН;
S — сжимающее стрелу усилие при работе крана с маневренной расчаленной стрелой, 10 кН.

Величину S определяют графическим построением или по формуле

$$S = (G_2 + 0{,}7g)\left(\cos\gamma + \frac{\sin\gamma}{\operatorname{tg}\beta}\right) + S_{сб_2}. \qquad \text{(IV-40)}$$

Устойчивость крана от сдвига горизонтальной нагрузкой обеспечивается в том случае, если фактический коэффициент трения будет не менее необходимого, определенного по формуле.

При монтаже холодильного оборудования и блоков подвесных путей в многоэтажных зданиях (при их реконструкции) осуществляют подачу грузов с помощью стреловых самоходных кранов на перекрытия через монтажные проемы, расположенные на различных отметках.

Оборудование поднимают на заданную высоту и устанавливают на предварительно смонтированные с наружной стороны монтажного проема выносные площадки, а затем с помощью лебедок и отводных блоков перемещают внутри этажа. Подачу оборудования и конструкций без предварительного устройства выносных металлических площадок производят способом, предложенным ЦПКБ Главтехмонтажа. Оборудование поднимают на заданную высоту и частично заводят в монтажный проем (рис. IV—13, *а*), после чего обжимают тяговое устройство и передают нагрузку на задние ветви стропа. При этом передние ветви стропа освобождаются с помощью рычажной лебедки, которую навешивают на крюк крана и запасовывают параллельно передним ветвям четырехветвевого стропа. Схема строповки оборудования показана на рис. IV—13, *б*. Распуская канат рычажной лебедки, одновременно выбирая крюк и поворачивая в плане стрелу крана, передают нагрузку на задние ветви стропа. Особое внимание обращают на вертикальное распо-

ложение грузового полиспаста, не допуская выхода из него. При этом крановщик должен выполнять все перемещения плавно и строго по команде руководителя подъема.

При монтаже вертикальных и горизонтальных теплообменных аппаратов и агрегатов, а также блоков подвесных путей используют спаренные краны. Применение спаренных кранов вызывается отсутствием на объекте крана необходимой грузоподъемности, конфигурацией и габаритами оборудования и конструкций, не вписывающихся в подстреловое пространство и др.

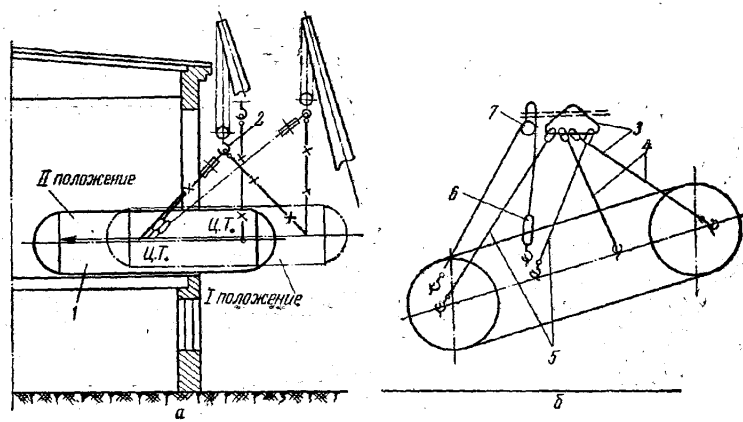


Рис. IV—13. Схема подачи оборудования в стеновой монтажный проем методом ЦПКБ Главтехмонтажа:

а — схема подачи оборудования; *б* — схема строповки оборудования; *1* — ресивер; *2* — крюк грузоподъемного механизма; *3* — четырехветвевой строп; *4* — задние ванты; *5* — передние ванты; *6* — рычажная лебедка; *7* — блок

При применении спаренных стреловых кранов работу производят в соответствии с проектом производства работ (технологической картой), разработанным специализированной проектно-конструкторской организацией. В проекте приводятся схемы строповки и перемещения груза с указанием последовательности выполнения операций, положения грузовых канатов, указания по безопасному подъему и перемещению груза. При подъеме груза нагрузка, приходящаяся на каждый кран, не должна превышать его грузоподъемность. При монтаже вертикальных аппаратов с помощью спаренных кранов предусматривают обычно один-два вида маневра (подъем и перемещение, либо подъем и поворот стрелы), при монтаже горизонтальных аппаратов — три-четыре вида маневра (подъем, поворот стрелы, изменение вылета стрелы и перемещение). Вертикальные аппараты, как правило, симметричны; при подъеме их двумя кранами нагрузка на них одинакова.

При монтаже горизонтальных аппаратов (агрегатов) и блоков подвесных путей происходит перераспределение нагрузок на краны в процессе подъема груза (рис. IV—14, *I*).

При симметричной строповке груза, когда плечи строповки обоих кранов равны (рис. IV—14, *II*), перераспределение нагрузок на краны происходит из за отклонения груза от горизонтального положения.

Прирост нагрузки на кран *A* (см. рис. IV—14, *II*) определяют по формуле

$$\Delta P_A = -Gt \operatorname{tg}\alpha, \qquad \text{(IV-41)}$$

где ΔP_A — прирост нагрузки на кран;

α — угол отклонения груза от горизонтального положения;

$t = \frac{h}{l}$.

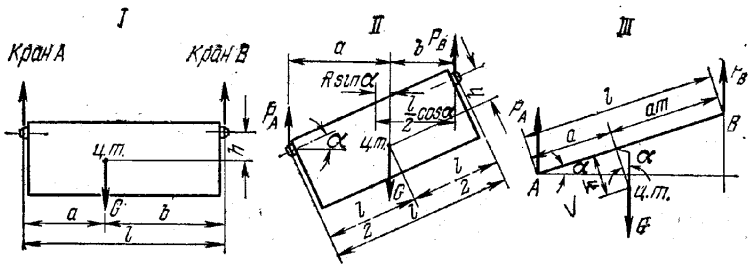


Рис. IV—14. Схема перераспределения нагрузок на спаренные краны при монтаже оборудования горизонтального типа:

I — общая схема; *II* — при симметричной строповке груза; *III* — при несимметричной строповке груза; *a*, *b* — плечи строповки; *l* — база строповки; *h* — превышение строповки; *G* — вес груза

Прирост нагрузки на краны в процентах к первоначальной:

$$\Delta P_A\,\% = -\frac{Gt \operatorname{tg}\alpha}{\frac{G}{2}} \cdot 100\%; \qquad \text{(IV-42)}$$

$$\Delta P_A = -2t \operatorname{tg}\alpha\,\%; \qquad \text{(IV-43)}$$

$$\Delta P_B\,\% = 2t \operatorname{tg}\alpha\,\%. \qquad \text{(IV-44)}$$

Величины прироста нагрузки в процентах в зависимости от угла наклона α и относительного превышения строповки t приведены в табл. IV—11.

Один из кранов оказывается перегруженным при соотношении $\frac{h}{l} \geqslant 0{,}33$ и угле наклона $\alpha \geqslant 0{,}157$ рад. Опасный угол наклона при заданном запасе грузоподъемности определяют по формуле

$$\alpha = arc\,\operatorname{tg}\frac{\Delta P\,\%}{200t}. \qquad \text{(IV-45)}$$

Таблица IV—11

Функция f	Прирост нагрузки на кран, % в функции от α																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0,1	0,35	0,7	1,05	1,4	1,75	2,15	2,46	2,8	3,16	3,52	3,9	4,25	4,62	4,96	5,35	5,73	6,12
0,125	0,43	0,86	1,3	1,75	2,18	2,62	3,08	3,52	3,95	4,4	4,86	5,32	5,77	6,23	6,7	7,15	7,65
0,17	0,55	1,1	1,75	2,33	2,92	3,57	4,1	4,65	5,25	5,83	5,5	7,1	7,7	8,3	8,9	9,6	10,2
0,2	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	4,3	5,0	5,6	6,3	7,05	7,8	8,5	9,2	10,0	10,7	11,5	12,2
0,25	0,86	1,72	2,6	3,5	4,4	5,25	6,2	7,05	7,9	8,8	9,7	10,6	11,5	12,5	13,4	14,3	15,3
0,33	1,1	2,2	3,5	4,7	5,8	7,1	8,2	9,3	10,5	11,7	13	14,2	15,4	16,6	17,8	19,2	20,4
0,5	1,75	3,5	5,25	7,0	8,8	10,5	12,4	14,1	15,8	17,6	19,4	21,2	22,8	25,0	26,8	28,6	30,6
1,0	3,5	7,0	10,5	14	17,5	21,5	24,6	28,0	31,6	35,2	39,0	42,5	46,7	49,8	53,5	57,3	61,2
1,1	3,9	7,7	11,6	15,4	19,3	23,7	27,1	30,8	34,8	38,8	43	46,8	50,8	54,8	58,9	63	67,3
1,25	4,3	8,6	13,0	17,5	21,8	26,2	30,8	35,2	39,5	44	48,6	53,2	57,7	62,3	67,0	71,5	76,5
1,4	5,0	10	15	20	25	30,5	35,5	40,5	45,5	50,3	56,0	61	66	71	77	82	87
1,7	5,5	11	17,5	23,3	29,2	35,7	41	46,5	52,5	58,3	65	71	77	83	89	96	100
2,0	7	14	21	28	35	43	50	56	63	70,5	78	85	92	100	100	100	100
2,5	8,6	17,2	26	35	44	52,5	62	70,5	79	88	97	100	100	100	100	100	100
3,3	11	22	35	47	58	71	82	93	100	100	100	100	100	100	100	100	100
5,0	17,5	35	52,5	70	87	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Примечание. Жирной чертой выделена область, в которой прирост нагрузки на кран не превышает 10%.

При расположении центра тяжести выше плоскости строповки нагрузка возрастает на отстающий кран, при расположении центра тяжести ниже плоскости строповки — на опережающий кран.

Изменения нагрузок на краны и плечи строповки при несимметричном расположении центра тяжести груза (рис. IV—14, *III*) определяют по формулам

$$\Delta P_A\ \% = \pm \frac{t\,(1+m)\,\mathrm{tg}\,\alpha}{m} \cdot 100\%; \qquad \text{(IV-46)}$$

$$\Delta P_B\ \% = \pm\, t\,(1+m)\,\mathrm{tg}\,\alpha\ 100\%. \qquad \text{(IV-47)}$$

Отношение большого плеча строповки к меньшему m определяют

$$m = \frac{Q_A - Q_B + G}{Q_B - Q_A + G}. \qquad \text{(IV-48)}$$

Максимально допустимый угол наклона α при заданном запасе грузоподъемности кранов определяют по формулам

$$\alpha = arc\ \mathrm{tg}\ \frac{\Delta P_A\ \%\ m}{100t\,(1+m)}; \qquad \text{(IV-49)}$$

$$\alpha = arc\ \mathrm{tg}\ \frac{\Delta P_B\ \%\ m}{100t\,(1+m)}. \qquad \text{(IV-50)}$$

ПОДЪЕМ И УСТАНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ И КОНСТРУКЦИЙ МОНТАЖНЫМИ МАЧТАМИ

В отдельных случаях при монтаже и демонтаже оборудования вертикальных конденсаторов, вентиляторов градирен, кран-балок, мостовых кранов, водонапорных баков, дымовых труб применяют монтажные мачты.

Перед выполнением подъемов мачтами проводят следующие подготовительные работы:

составляют расчетную схему и определяют усилия в оснастке;

выбирают высоту и наклон мачты, обеспечивающие зазор (порядка 500 мм в свету) между поднимаемым грузом и самой мачтой при верхнем положении груза;

выбирают грузоподъемность верхнего и нижнего блоков грузовых полиспастов, а также отводных блоков в соответствии с максимальными фактическими усилиями, возникающими при подъеме груза;

определяют тип, диаметр, длину и разрывное усилие канатов с учетом нормативных коэффициентов запаса прочности, а также крепления канатов к осям и проушинам (на коушах);

определяют положение и место привязки нижнего отводного блока;

выбирают лебедки по типу, грузоподъемности и канатоемкости, а также определяют их положение;

определяют конструкции устройства основания под мачту и лебедки с учетом максимально допустимого и удельного давления на грунт;

указывают места строповки грузов и возможность их расстроповки после подъема и установки;

определяют места расположения и грузоподъемность якорей;

разрабатывают указания о порядке производства работ по данной схеме подъема оборудования или конструкций.

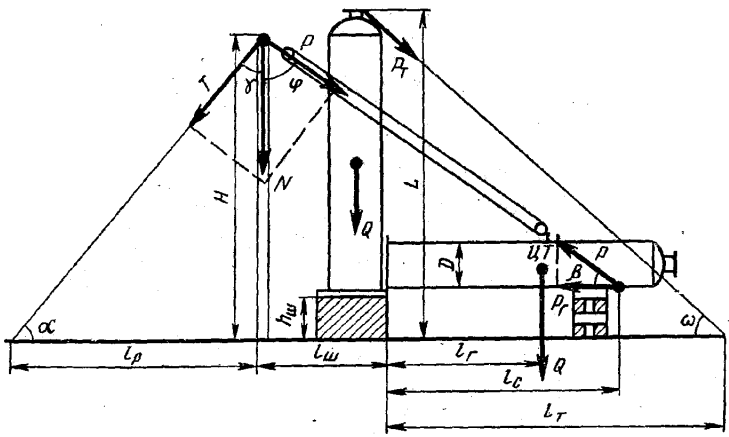


Рис. IV—15. Расчетная схема подъема вертикального аппарата способом поворота вокруг шарнира

Для подъема вертикальных теплообменных аппаратов и конструкций в полностью собранном виде применяют способ поворота вокруг шарнира с помощью неподвижной мачты, расположенной за поворотным шарниром (рис. IV—15). Расчет такелажной оснастки выполняют в следующей последовательности. Усилие P в подъемном полиспасте для самого напряженного положения в начальный момент подъема определяют по формуле

$$P = \frac{Ql_г}{l_c \sin \beta}, \qquad \text{(IV-51)}$$

где Q — вес поднимаемого груза, 10 кН;

$l_г$ — расстояние от центра тяжести груза до поворотного шарнира, м;

l_c — расстояние от места строповки аппарата до поворотного шарнира, м;

β — угол между подъемным полиспастом и горизонталью.

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{H - h_ш}{l_c + l_ш}, \qquad \text{(IV-52)}$$

H — высота мачты, м;

$h_ш$ — высотная отметка шарнира, м;

$l_ш$ — расстояние от шарнира до мачты, м.

По найденному усилию P рассчитывают полиспаст и строп, соединяющий аппарат с полиспастом.

Усилие T в рабочей ванте мачты в начальный момент подъема

$$T = P\frac{\sin\xi}{\sin\gamma}, \qquad \text{(IV-53)}$$

где ξ — угол между подъемным полиспастом и мачтой, определяемый по формулам:

$$\angle\xi = 1{,}570 \text{ рад} - \angle\beta \text{ или } \operatorname{tg}\xi = \frac{l_с + l_ш}{H - h_ш}; \qquad \text{(IV-54)}$$

γ — угол между рабочей вантой и мачтой, определяемый по формулам:

$$\angle\gamma = 1{,}570 \text{ рад} - \angle\alpha \qquad \text{(IV-55)}$$

$$\text{или } \operatorname{tg}\gamma\frac{l_р}{H}; \qquad \text{(IV-56)}$$

α — угол заложения рабочей ванты, зависящий от расстояния ее якоря до пяты мачты $l_р$.

По найденному усилию рассчитывают трос рабочей ванты и якорь для нее.

Сжимающее усилие N, действующее вдоль оси мачты, определяют:

$$N = P\sin\beta + T\sin\alpha + nR_п\sin\alpha + S_п + Q_м, \qquad \text{(IV-57)}$$

где n — количество вант мачты (кроме рабочей), которое принимают в зависимости от высоты и грузоподъемности мачты;

$R_п$ — усилие первоначального натяжения вант, определяемое по табл. IV—12;

$S_п$ — усилие в сбегающем конце подъемного полиспаста:

$$S_п = \frac{Q}{m\eta}, \qquad \text{(IV-58)}$$

здесь Q — максимальное усилие, возникающее в полиспасте;

m — общее количество рабочих нитей в полиспасте, определяемое по табл. IV—13;

η — коэффициент полезного действия полиспаста, определяемый по табл. IV—14;

$Q_м$ — вес мачты, кН.

Количество роликов n соответствует количеству рабочих нитей m, если сбегающий конец полиспаста сходит с неподвижного блока; если сбегающий конец сходит с подвижного блока, количество роликов принимают на один меньше, по сравнению с количеством рабочих нитей.

Таблица IV—12

Вес поднимаемого груза, 10 кН	Усилие первоначального натяжения вант (10 кН) при высоте мачты, м						
	10	12	14	16	18	20	25
10	0,35	0,35	—	—	—	—	—
20	0,50	0,50	0,60	0,70	1,00	1,25	1,5
30	0,50	0,60	0,70	1,00	1,00	1,25	2,0
40	0,60	0,85	1,00	1,25	1,25	1,25	2,0
50	0,70	1,0	1,25	1,25	1,25	1,50	2,0

Таблица IV—13

Грузоподъемность полиспастов, 10 кН	Количество рабочих нитей	Диаметр роликов, мм	Длина полиспаста в стянутом виде, мм	Масса полиспаста без оснастки, кг
1	2	150	1400	21
5	2	300	2200	92
10	2	400	2800	187
10	4	300	2200	176
15	4	400	2800	350
20	4	400	3200	406
20	6	400	3200	400
25	6	400	3500	484
30	8	400	3700	670
40	10	400	3700	846
50	12	400	3700	1078

Таблица IV—14

Подшипники	Коэффициент полезного действия полиспаста при количестве роликов									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Скольжения	0,960	0,920	0,885	0,850	0,815	0,785	0,750	0,720	0,695	0,665
Качения	0,980	0,960	0,940	0,920	0,905	0,885	0,870	0,850	0,835	0,816

По сжимающему усилию N проверяют мачту на устойчивость по нормальному напряжению в сечении мачты на расстоянии $^2/_3$ от ее пяты

$$\sigma = \frac{N}{F\varphi} + \frac{2M}{3W} \leqslant \sigma_{доп}, \qquad (IV\text{-}59)$$

Таблица IV—15

Гибкость* λ	Значения коэффициента φ									
	0**	1**	2**	3**	4**	5**	6**	7**	8**	9**
0	1,00	0,999	0,998	0,997	0,996	0,995	0,994	0,993	0,992	0,991
10	0,99	0,998	0,986	0,984	0,982	0,980	0,987	0,976	0,974	0,972
20	0,97	0,968	0,966	0,964	0,962	0,960	0,958	0,956	0,954	0,952
30	0,95	0,947	0,944	0,941	0,938	0,935	0,932	0,929	0,926	0,923
40	0,92	0,917	0,914	0,911	0,908	0,905	0,902	0,899	0,896	0,893
50	0,89	0,887	0,884	0,881	0,878	0,875	0,872	0,869	0,866	0,863
60	0,86	0,855	0,850	0,845	0,840	0,835	0,830	0,825	0,820	0,815
70	0,81	0,804	0,798	0,792	0,786	0,780	0,774	0,768	0,762	0,756
80	0,75	0,774	0,738	0,732	0,726	0,720	0,714	0,708	0,702	0,696
90	0,69	0,681	0,672	0,663	0,654	0,645	0,636	0,627	0,618	0,609
100	0,60	0,592	0,584	0,576	0,568	0,560	0,552	0,544	0,536	0,528
110	0,52	0,513	0,506	0,499	0,492	0,485	0,478	0,471	0,464	0,457
120	0,45	0,445	0,440	0,435	0,430	0,425	0,420	0,415	0,410	0,405
130	0,40	0,396	0,392	0,388	0,384	0,380	0,376	0,372	0,368	0,364
140	0,36	0,356	0,352	0,348	0,344	0,340	0,336	0,332	0,328	0,324
150	0,32	0,317	0,314	0,311	0,308	0,305	0,302	0,299	0,296	0,293
160	0,29	0,287	0,284	0,281	0,278	0,275	0,272	0,269	0,266	0,262
170	0,26	0,257	0,254	0,251	0,248	0,245	0,242	0,239	0,236	0,233
180	0,23	0,228	0,226	0,224	0,222	0,220	0,218	0,216	0,214	0,213
190	0,21	0,208	0,206	0,204	0,202	0,200	0,198	0,196	0,194	0,192
200	0,19	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* Значения гибкости, кратные десяти.
** Значения гибкости, некратные десяти.

где F — площадь сечения трубы (решетчатой конструкции) мачты;
φ — коэффициент продольного изгиба, определяемый в зависимости от гибкости λ по табл. IV—15 (для стали марки Ст.3);
W — момент сопротивления, см³.

Гибкость λ определяют по формуле

$$\lambda = \frac{H}{i}, \qquad \text{(IV-60)}$$

где H — высота мачты, см;
i — радиус инерции сечения мачты, см.

Предельная гибкость для мачт λ приведена ниже

Трубчатые мачты и стрелы	180
Решетчатые мачты и стрелы	150
Элементы траверс и монтажных распорок . . .	150

Таблица IV—16

Назначение каната	Привод и режим работы	Коэффициент запаса прочности k
Грузовой канат кранов, лебедок, полиспастов	Ручной	4,5
	Машинный	
	легкий	5,0
	средний	5,5
	тяжелый	6,0
Стропы	Стропы, имеющие на концах инвентарные детали крепления к грузам и для строповки грузов массой более 50 т	6,0
	Стропы, закрепляемые на грузе обвязкой и для строповки грузов массой до 50 т	8,0
Ванты и оттяжки		3,5

Примечание. Легкий режим характеризуется работой каната на малых скоростях без рывков и числе изгибов на роликах не более четырех, тяжелый режим — работой каната на больших скоростях с рывками и числом изгибов на роликах более четырех.

Усилие в тормозной оттяжке $P_т$ при установке аппарата на фундамент

$$P_т = \frac{Q0,5D}{l_т \sin \omega}, \qquad \text{(IV-61)}$$

где Q — вес поднимаемого аппарата;
D — диаметр аппарата, м;
$l_т$ — расстояние от поворотного шарнира до якоря тормозной оттяжки, м;
ω — угол между тормозной оттяжкой и горизонталью, определяемый по формуле

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{L}{l_т}, \qquad \text{(IV-62)}$$

где L — высота закрепления тормозной оттяжки, м.

По усилию $P_т$ рассчитывают трос для тормозной оттяжки и тяговый механизм.

Разрывное усилие в стальном канате R определяют по формуле

$$R = Pk, \qquad \text{(IV-63)}$$

где P — максимальное усилие в канате при выполнении такелажной операции;

k — коэффициент запаса прочности, учитывающий назначение каната и режим его работы, подбираемый по табл. IV—16.

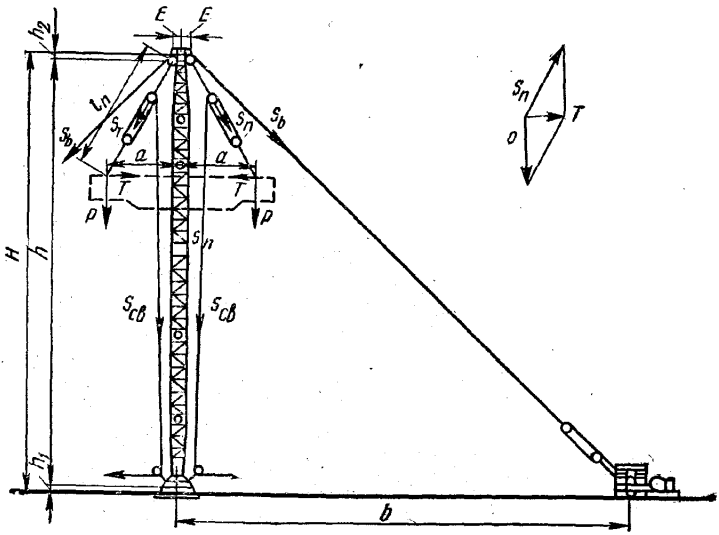


Рис. IV—16. Схема подъема груза вертикально стоящей мачтой при ее симметричном нагружении

Усилие горизонтального сдвига аппарата, возникающее от действия подъемного полиспаста $P_г$, определяют по формуле

$$P_г = P \cos \beta. \qquad \text{(IV-64)}$$

По усилию $P_г$ рассчитывают трос для оттяжки и якорь к ней для закрепления основания аппарата, а также при необходимости подбирают тяговый механизм.

При подъеме грузов вертикально стоящей мачтой необходимо:

правильно определить центр тяжести поднимаемого груза;

в расчете учесть возможную перегрузку на одну сторону в 20%;

при выборе вант и якорей учитывать нагрузки, возникающие при подъеме самой мачты, и вести расчет по наибольшей нагрузке, приходящейся на такелажную оснастку (ветровую нагрузку принимать при нерабочем состоянии согласно МСН 42—64, при рабочем состоянии с учетом перегрузки на одну сторону в 20%).

Схема подъема груза вертикально стоящей мачтой при ее симметричном нагружении приведена на рис. IV—16.

При подъеме грузов вертикально стоящей мачтой при ее консольном нагружении с оттяжкой груза (рис. IV—17) основная рабочая ванта должна быть закреплена за основную ось консоли мачты. Задняя ванта, оси мачты полиспаста и оттяжки должны находиться в одной плоскости. В случае невозможности расположить заднюю ванту в этой плоскости, следует установить две задние ван-

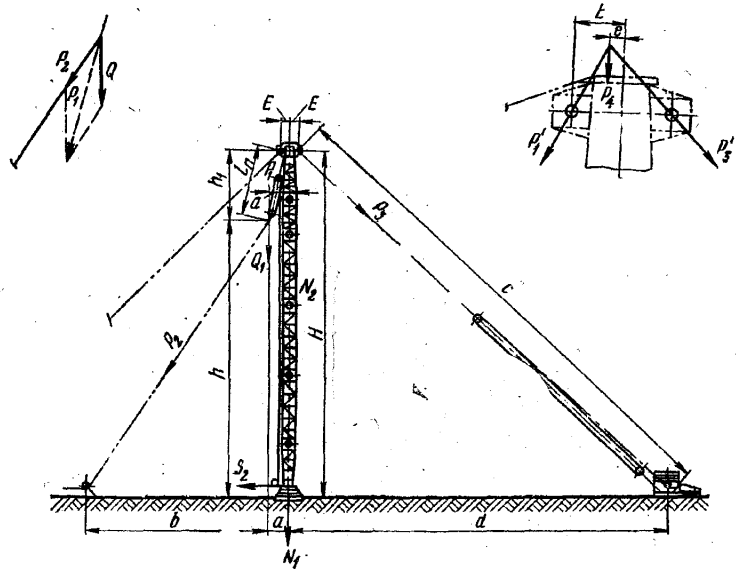


Рис. IV—17. Схема подъема груза вертикально стоящей мачтой при консольном нагружении мачты с оттяжкой груза

ты, симметрично расположенные относительно указанной плоскости.

Грузоподъемность якоря задней ванты и усилие в задней ванте определяют по наибольшему усилию, возникающему при подъеме груза с учетом действия оттяжки и ветровой нагрузки рабочего состояния. Усилия в передней и боковых вантах и грузоподъемность якорей соответствующих вант определяют по ветровой нагрузке нерабочего состояния с учетом предварительного натяжения и собственной массы вант.

Такелажную оснастку рассчитывают следующим образом. Суммарную расчетную нагрузку на металлоконструкции монтажной мачты $Q_р$ определяют с учетом коэффициента динамичности по формуле

$$Q_р = Q_1 k + \frac{g}{2}, \qquad \text{(IV-65)}$$

где Q_1 — вес груза,
k — коэффициент динамичности (обычно 1,1);
g — вес грузового полиспаста.

Суммарную расчетную нагрузку на верхний блок грузового полиспаста и ванты определяют без учета коэффициента динамичности

$$Q_p = Q_1 + \frac{g}{2}. \qquad \text{(IV-66)}$$

Суммарную вертикальную составляющую от предварительного натяжения вант P_0 определяют по формуле

$$P_0 = \frac{S_1 n H}{C}, \qquad \text{(IV-67)}$$

где S_1 — усилие предварительного натяжения одной ванты;
n — количество вант монтажной мачты;
H — высота монтажной мачты, м;
C — длина ванты, м ($C = \sqrt{H^2 + d^2}$). (IV-68)

Значения усилий предварительного натяжения боковых вант S_1 в зависимости от грузоподъемности монтажной мачты приведены ниже.

Грузоподъемность монтажной мачты 10 кН	10	15	20	25	30	40	50
Усилие предварительного натяжения боковых вант, 10 кН	1,5	1,5	1,5	2	2	3	3

Усилие в грузовом полиспасте P_1 определяют по формуле

$$P_1 = \frac{Q_p b \sqrt{a^2 + h_1^2}}{b h_1 - a h}, \qquad \text{(IV-69)}$$

где a — величина оттяжки груза от оси монтажной мачты, м;
b — расстояние от якоря оттяжки до вертикальной оси груза, м;
h_1 — высота от горизонтальной оси оголовка монтажной мачты до точки подвеса груза, м.

Усилие P_1', действующее на оголовок мачты

$$P_1' = \frac{Q_p' P_1}{Q_p}. \qquad \text{(IV-70)}$$

Усилие в оттяжке P_2

$$P_2 = \frac{Q_p a \sqrt{h^2 + b^2}}{b h_1 - a h}, \qquad \text{(IV-71)}$$

где h — высота от уровня земли до точки подвеса груза, м.

Усилие в рабочей ванте P_3

$$P_3 = \frac{P_1 ac}{\sqrt{a^2 + h_1^2}\, d}, \qquad \text{(IV-72)}$$

где d — расстояние от вертикальной оси монтажной мачты до оси вантовых якорей, м.

Усилие, действующее на оголовок монтажной мачты от рабочей ванты P_3'.

$$P_3' = \frac{Q_p' P_3}{Q_p}. \qquad \text{(IV-73)}$$

Усилие в монтажной мачте от натяжения грузового полиспаста и натяжения ванты, находящейся в плоскости груза и оттяжки P_4,

$$P_4 = \frac{P_1' h_1}{\sqrt{a^2 + h^2}} + \frac{P_3' H}{C}. \qquad \text{(IV-74)}$$

Усилие в основании мачты

$$N_1 = P_4 + Q_м + P_0, \qquad \text{(IV-75)}$$

где $Q_м$ — вес монтажной мачты.

Суммарное усилие в середине высоты мачты

$$N_2 = P_4 + P_0 + \frac{Q_м}{2} + S_2, \qquad \text{(IV-76)}$$

где S_2 — усилие в сбегающей нитке грузового полиспаста.

ПОДЪЕМ И УСТАНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ И КОНСТРУКЦИЙ С КРЕПЛЕНИЕМ ТАКЕЛАЖНОЙ ОСНАСТКИ К СТРОИТЕЛЬНЫМ КОНСТРУКЦИЯМ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Такелажную оснастку подвешивают к балкам и фермам, а также крепят к колоннам зданий и сооружений с приложением усилий, соответствующих расчетным, с учетом массы плит перекрытий, снеговой нагрузки, если в момент подъема оборудования и конструкций плиты перекрытий не смонтированы. Приложение нагрузок к строительным конструкциям допускается только при условии проверки расчетом прочности этих конструкций и наличии разрешения проектной организации и строительно-монтажной организации, производившей монтаж строительных конструкций.

При использовании строительных конструкций в действующих цехах необходимо также разрешение заказчика. Наиболее распространенными являются способы крепления монтажных электрических и ручных рычажных лебедок (рис. IV-18) к колоннам.

На рис. IV-19 приведена схема монтажа кожухотрубного испарителя с помощью электрической и ручной рычажной лебедок.

При небольших объемах работ, связанных с реконструкцией и капитальным ремонтом оборудования в многоэтажных холодильниках, для подъема оборудования и конструкций применяют переносные монтажные стрелы. Стрела может поворачиваться вручную в горизонтальной плоскости на угол до 3,141 рад и при помощи стре-

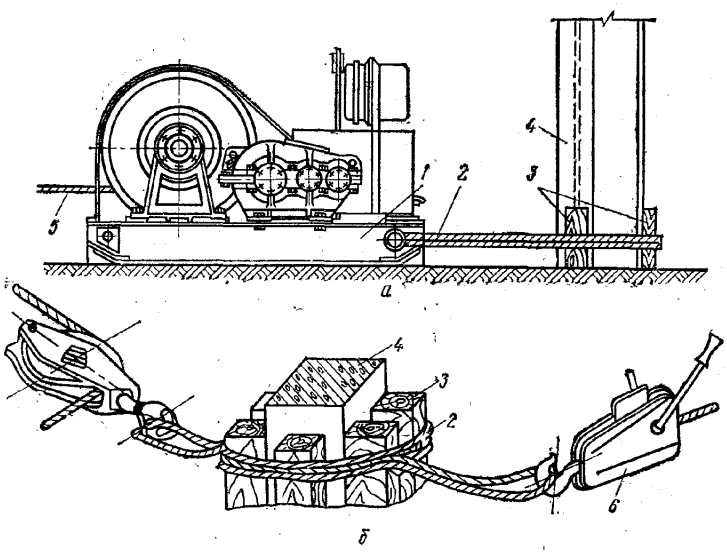


Рис. IV—18. Крепление монтажных лебедок к колоннам:

а — электрической барабанной; *б* — ручной рычажной; *1* — рама электрической лебедки; *2* — канат; *3* — деревянные подкладки; *4* — колонна; *5* — канат лебедки; *6* — ручная рычажная лебедка

лового полиспаста в вертикальной плоскости, изменяя свой вылет. Конструкции стрел необходимо проверять на нагрузки, возникающие при их работе в зависимости от расположения монтажной стрелы и стрелового полиспаста относительно горизонтальной плоскости.

При горизонтальном расположении стрелы и наклонном расположении стрелового полиспаста (рис. IV-20, *а*) суммарную нагрузку на оголовок стрелы Q определяют по формуле

$$Q = Q_1 k + g + \frac{g_1}{2} + \frac{Q_c}{2}, \qquad \text{(IV-77)}$$

где Q_1 — вес поднимаемого груза;
k — коэффициент динамичности, равный 1,1;
g — вес грузового полиспаста;
g_1 — вес стрелового полиспаста;
Q_c — вес стрелы.

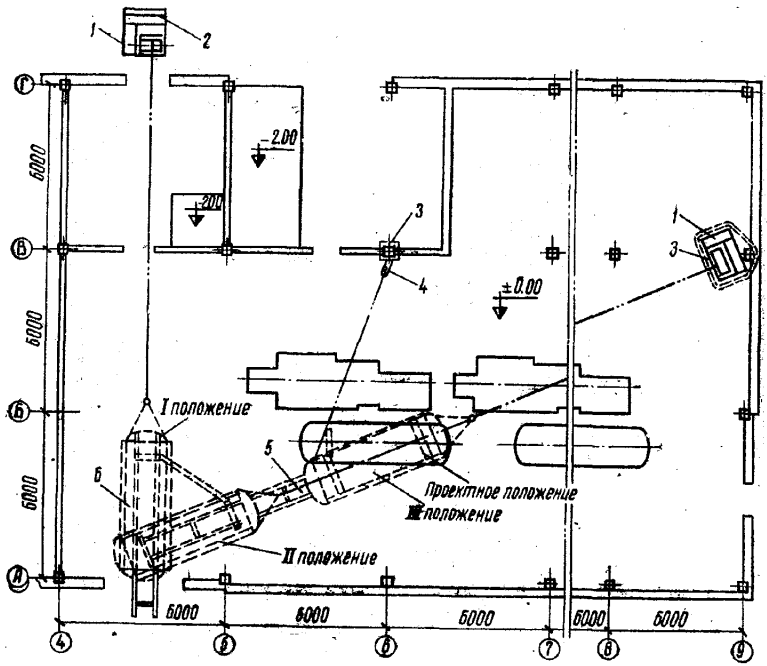


Рис. IV—19. Схема монтажа кожухотрубного испарителя с помощью электрической и ручной рычажной лебедок:

1 — лебедка электрическая; *2* — балласт; *3* — стальной канат; *4* — ручная рычажная лебедка; *5* — сани; *6* — испаритель

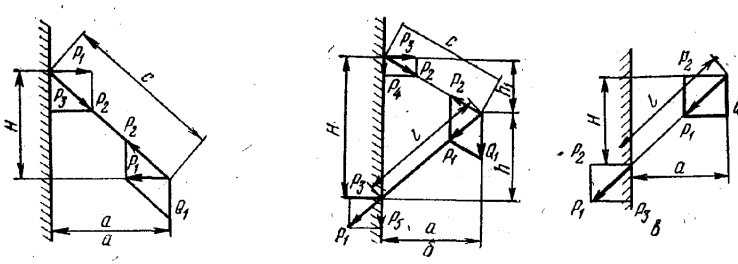


Рис. IV—20. Схемы подъема груза монтажной стрелой:

а — стрела горизонтальная, стреловой полиспаст наклонен; *б* — стрела и стреловой полиспаст наклонены; *в* — стрела наклонена, стреловой полиспаст горизонтален

Усилие в стреле P_1 от суммарной нагрузки Q

$$P_1 = \frac{Qa}{H}, \qquad \text{(IV-78)}$$

где a — вылет стрелы, м;

H — расстояние от места крепления стрелы до точки крепления стрелового полиспаста, м.

Усилие в стреловом полиспасте P_2

$$P_2 = \frac{Qc}{H}, \qquad \text{(IV-79)}$$

где $c = \sqrt{a^2 + H^2}$.

Вертикальная реакция в точке крепления стрелового полиспаста

$$P_3 = Q. \qquad \text{(IV-80)}$$

Суммарная вертикальная реакция в точке подвеса стрелового полиспаста N_1

$$N_1 = P_3 + S_1, \qquad \text{(IV-81)}$$

где S_1 — усилие в сбегающей нитке стрелового полиспаста.

Суммарное усилие, сжимающее стрелу, N_2 определяют по формуле

$$N_2 = P_1 + S_2, \qquad \text{(IV-82)}$$

где S_2 — усилие в сбегающей нитке грузового полиспаста.

В случае, когда монтажная стрела и стреловой полиспаст наклонены (рис. IV-20, *б*), суммарную нагрузку на оголовок стрелы Q определяют по формуле

$$Q = Q_1 k + g + \frac{g_1}{2} + \frac{Qc}{2}. \qquad \text{(IV-83)}$$

Усилие в стреле P_1 от нагрузки Q

$$P_1 = \frac{Ql}{H}, \qquad \text{(IV-84)}$$

где l — длина стрелы, м.

Усилие в стреловом полиспасте P_2

$$P_2 = \frac{Qc}{H}, \qquad \text{(IV-85)}$$

где c — длина стрелы, м ($c = \sqrt{a^2 + h_1^2}$);

a — вылет стрелы, м;

h_1 — расстояние по вертикали от оголовка стрелы до точки крепления стрелового полиспаста, м.

Расстояние h_1

$$h_1 = H - h, \tag{IV-86}$$

где h — расстояние по вертикали от оголовка стрелы до точки крепления стрелы, м.

Расстояние h

$$h = \sqrt{l^2 - a^2}. \tag{IV-87}$$

Горизонтальная составляющая реакций в точке подвеса стрелового полиспаста равна горизонтальной составляющей в опоре стрелы

$$P_3 = \frac{Qa}{H}. \tag{IV-88}$$

Вертикальная составляющая реакции в точке подвеса стрелового полиспаста P_4

$$P_4 = \frac{Qh_1}{H}. \tag{IV-89}$$

Суммарная вертикальная реакция в точке крепления стрелы (пяте стрелы) P_5

$$P_5 = \frac{Qh}{H} + \frac{Qc}{2} + S_2. \tag{IV-90}$$

Суммарная вертикальная реакция в точке подвеса стрелового полиспаста N_1

$$N_1 = P_4 + S_1. \tag{IV-91}$$

Суммарное усилие N_2, сжимающее стрелу,

$$N_2 = P_1 + S_2. \tag{IV-92}$$

В случае, когда монтажная стрела наклонена, а стреловой полиспаст горизонтален (рис. IV-20, *в*), суммарную нагрузку на оголовок стрелы и усилие в стреле определяют аналогично варианту с наклонным расположением стрелы и стрелового полиспаста. Усилие в стреловом полиспасте P_2 равно:

$$P_2 = \frac{Qa}{H}. \tag{IV-93}$$

Вертикальная реакция в точке крепления стрелы P_3

$$P_3 = Q. \tag{IV-94}$$

Суммарная вертикальная реакция в точке крепления стрелы P_4

$$P_4 = P_3 + \frac{Qc}{2} + S_2. \tag{IV-95}$$

Вертикальная реакция в точке подвеса стрелового полиспаста N_1

$$N_1 = S_1. \qquad \text{(IV-96)}$$

Суммарное усилие N_2, сжимающее стрелу,

$$N_2 = P_1 + S_2. \qquad \text{(IV-97)}$$

При подъеме грузов одним полиспастом, подвешенным к строительным конструкциям, с оттяжкой его в работе определение усилия в грузовом полиспасте, вертикальной и горизонтальной составляющих реакций в точке его подвеса производится в зависимости от направления оттяжки.

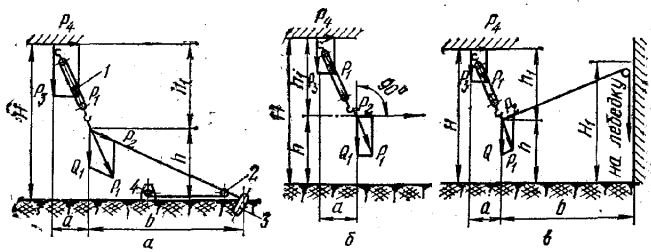


Рис. IV—21. Схема подъема груза с помощью полиспаста, подвешенного к строительным конструкциям:

а — оттяжка направлена вниз; *б* — оттяжка горизонтальна; *в* — оттяжка направлена вверх; *1* — полиспаст; *2* — отводной блок; *3* — якорь; *4* — барабанная лебедка

Когда оттяжка направлена вниз (рис. IV-21, *а*), усилие в грузовом полиспасте P_1 определяют по формуле

$$P_1 = \frac{Q_1 b \sqrt{a^2 + h_1^2}}{bh_1 - ah}, \qquad \text{(IV-98)}$$

где Q_1 — вес поднимаемого груза с учетом массы такелажной оснастки, 10 Н;

b — расстояние по горизонтали от точки крепления оттяжки к грузу до якоря оттяжки при максимальном усилии в оттяжке, м;

a — расстояние по горизонтали от точки подвеса грузового полиспаста до точки крепления оттяжки к грузу при ее максимальном значении, м;

h — расстояние по вертикали от точки крепления оттяжки к грузу до поверхности земли (пола), м;

h_1 — расстояние по вертикали от точки подвеса грузового полиспаста до точки крепления оттяжки к грузу при ее максимальном значении, м.

Усилие в оттяжке P_2

$$P_2 = \frac{Q_1 a \sqrt{b^2 + h^2}}{bh_1 - ah}. \qquad \text{(IV-99)}$$

Вертикальная составляющая реакция P_3 и горизонтальная составляющая реакции P_4 в точке подвеса грузового полиспаста

$$P_3 = \frac{P_1 h_1}{\sqrt{a^2 + h_1^2}}; \qquad \text{(IV-100)}$$

$$P_4 = \frac{P_1 a}{\sqrt{a^2 + h_1^2}}. \qquad \text{(IV-101)}$$

При горизонтальном расположении оттяжки (рис. IV-21, *б*) усилие в грузовом полиспасте P_1 равно

$$P_1 = \frac{Q_1 \sqrt{a^2 + h_1^2}}{h_1}. \qquad \text{(IV-102)}$$

Усилие в оттяжке P_2

$$P_2 = \frac{Q_1 a}{h_1}. \qquad \text{(IV-103)}$$

Вертикальную составляющую реакцию P_3 и горизонтальную составляющую реакции P_4 в точке подвеса грузового полиспаста определяют по формулам:

$$P_3 = Q_1; \qquad \text{(IV-104)}$$

$$P_4 = \frac{Q_1 a}{h_1}. \qquad \text{(IV-105)}$$

Когда оттяжка направлена вверх (рис. IV-21, *в*), усилие в грузовом полиспасте P_1 определяют по формуле

$$P_1 = \frac{Q_1 b \sqrt{a^2 + h_1^2}}{a(H_1 - h) + bh_1}, \qquad \text{(IV-106)}$$

где H_1 — расстояние по вертикали от поверхности земли (пола) до точки крепления отводного блока оттяжки, м.

Усилие в оттяжке P_2

$$P_2 = \frac{Q_1 a \sqrt{b^2 + (H_1 - h)^2}}{a(H_1 - h) + bh_1}. \qquad \text{(IV-107)}$$

Вертикальная составляющая реакции P_3 и горизонтальная составляющая реакции P_4 в точке подвеса грузового полиспаста

$$P_3 = \frac{P_1 h_1}{\sqrt{a^2 + h_1^2}}, \qquad \text{(IV-108)}$$

$$P_4 = \frac{P_1 a}{\sqrt{a^2 + h_1^2}}. \qquad \text{(IV-109)}$$

ГЛАВА V

МОНТАЖНО-СБОРОЧНЫЕ И СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ

СБОРКА ТИПОВЫХ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ

Все машины и механизмы состоят из отдельных агрегатов, узлов и деталей. Основными деталями машин являются валы, оси, подшипники, муфты, шестерни, звездочки, цепи, шпонки и т. д.

Производство монтажных работ заключается в выполнении операций по сборке и монтажу узлов и деталей оборудования. Сборочные операции сопровождаются подгонкой, выверкой и регулировкой отдельных узлов и деталей.

Ниже рассмотрены основные вопросы сборки и выверки наиболее распространенных узлов и деталей технологического оборудования холодильников и холодильных установок.

Валы и оси. Перед сборкой шпоночных соединений валов и осей проверяют поверхности собираемых деталей и устраняют забоины, заусенцы и задиры. При сборке клинового шпоночного соединения обеспечивают плотное прилегание шпонки ко дну паза вала и зазоры по боковым стенкам. Боковые зазоры между пазом и шпонкой проверяют щупом. Они не должны превышать 0,35 мм при ширине шпонки 12—18 мм и высоте 5—11 мм и 0,4 мм при ширине шпонки 20—28 мм и высоте 8—16 мм. Посадку призматической шпонки производят легкими ударами медного молотка. Боковые зазоры между шпонкой и пазом недопустимы. Затем насаживают шестерню, шкив и т. д.; проверяют наличие радиального зазора между верхней гранью призматической шпонки и основанием паза ступицы насаженной детали. Этот зазор не должен превышать 0,3 мм при диаметре вала от 25 до 90 мм и 0,4 мм при диаметре вала от 90 до 170 мм. Перед сборкой шлицевых соединений тщательно проверяют поверхности и устраняют дефекты путем удаления заусенцев и запиловки острых краев. Сопрягаемые поверхности смазывают. Подвижные шлицевые соединения собирают от руки, а жесткие — напрессовыванием детали на вал. После сборки первые проверяют на качку, а вторые — на биение.

Проверку соосности валов производят с помощью линейки, натянутой струны или поворотных устройств, смонтированных на

валах и муфтах. Наиболее рациональным является способ проверки соосности валов с помощью поворотного приспособления, показанного на рис. V-1. Параллельность двух валов проверяют при помощи скоб и струны (рис. V-2, *а*), по шкивам — при помощи струны и уровней (рис. V-2, *б*) и с помощью штихмаса (рис. V-2, *в*).

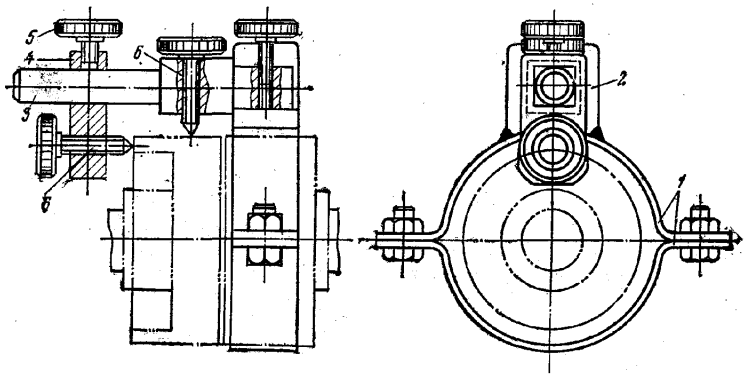


Рис. V—1. Приспособление для центровки валов:

1 — сменные полукольца; *2* — стойка; *3* — направляющая штанга; *4* — ползунок; *5* — стопорные винты; *6* — регулировочные винты

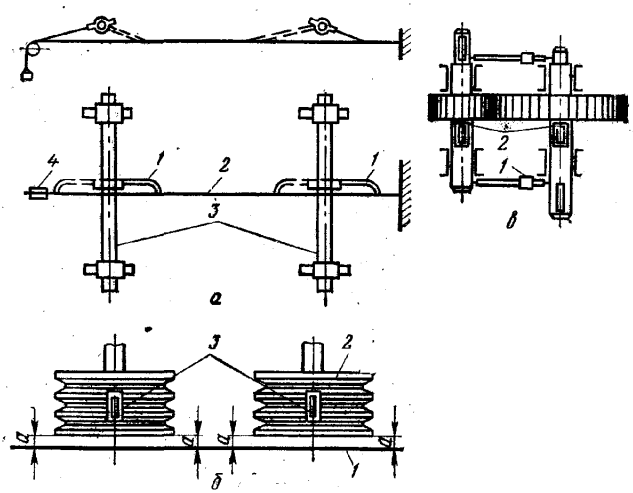


Рис. V—2. Схемы проверки параллельности валов:

а — при помощи скоб и струны: *1* — скоба, *2* — струна, *3* — вал, *4* — блок; *б* — при помощи струны и уровней: *1* — струна, *2* — шкив, *3* — уровень; *в* — при помощи штихмаса: *1* — штихмас, *2* — вал

Подшипники. Подшипники, входящие в состав машин, подразделяют на подшипники скольжения и подшипники качения. Подшипники скольжения бывают неразъемными (в виде цельных втулок или отверстий в станинах, залитых антифрикционным сплавом) и разъемными (с разрезными вкладышами, залитыми антифрикционным сплавом, и без вкладышей). Сборку неразъемного подшипника производят путем запрессовки втулки в корпус с последующим стопорением ее от проворачивания и пригонкой отверстий по валу. Сборку разъемных подшипников начинают с промывки вкладышей и испытания керосином на плотность заливки баббитом. Затем приступают к пригонке вкладышей по краске и щупу. В месте соприкосновения вкладыша с подшипником зазор не должен превышать 0,25 мм.

Подгонку вкладышей по шейкам вала проверяют по краске. Вкладыш должен прилегать к валу по дуге окружности не менее 1,047 рад. Шабровку вкладышей и подгонку производят до тех пор, пока равномерные отпечатки краски не будут составлять 70—80% поверхности вкладыша. Зазор между верхним вкладышем подшипника и шейкой вала в правильно пришабренном подшипнике не должен превышать 0,001 диаметра шейки вала.

Подшипники качения бывают шариковыми и роликовыми. Кроме того, их подразделяют на опорные, упорные и опорно-упорные. При сборке соединений машин и механизмов посадки (ГОСТ 7713—62) делят на три группы: посадки с зазором, посадки с натягом и посадки переходные.

Посадки имеют следующие наименования (в порядке убывающих натягов и возрастающих зазоров): горячая, прессовая, легкопрессовая, глухая, тугая, напряженная, плотная, скользящая, движения, ходовая, легкоходовая и широкоходовая. Установлены пять классов точности посадок (в порядке убывания точности). Посадка подшипников качения на вал и в корпус машины осуществляется с натягом.

Посадку подшипников производят одним из нескольких способов. Ударяют молотком по торцу медной или бронзовой трубы, клину из дуба или бука, которые вторым торцом опирают по всему периметру на кольцо подшипника.

Подшипники больших размеров насаживают на вал, предварительно нагретыми в масле до температуры 80—90° С. Посадку подшипников выполняют также с помощью ручного или приводного пресса. В зависимости от величины натяга усилие запрессовки P (в Н) определяют по формулам:

для сплошной ступицы и стального вала, если диаметр охватывающей детали в 2 раза превышает диаметр охватываемой детали,

$$P = 20\rho_т l; \qquad \text{(V-1)}$$

для чугунной ступицы и стального вала

$$P = 11{,}5\rho_т l, \qquad \text{(V-2)}$$

где $\rho_т$ — натяг, мкм;

l — длина ступицы, мм.

Правильно собранные подшипники должны легко вращаться от руки, при работе издавать легкий равномерный шум и не нагреваться свыше 60° С. Проверку подшипников в соответствии с

ГОСТ 520—55 производят по внешнему виду, маркировке, легкости вращения, наличию радиальных и осевых зазоров. Радиальные и осевые зазоры подшипников проверяют индикатором, щупом или качкой от руки. Значение осевых зазоров в радиально-упорных подшипниках качения и упорных подшипниках приведены соответственно в табл. V-1 и V-2.

Таблица V—1

Внутренний диаметр подшипника, мм	Величины осевых зазоров (в мкм) радиально-упорных подшипников					
	шариковых			роликовых, конических		
	по ГОСТ 831—62 с углом контакта 0,208 рад		по ГОСТ 831—62 с углом контакта 0,433 и 0,572 рад	по ГОСТ 333—59 с углом контакта 0,174 и 0,269 рад		по ГОСТ 7260—54 с углом контакта 0,428 и 0,513 рад
	I ряд	II ряд	I ряд	I ряд	II ряд	I ряд
30—50	30—50	40—70	15—30	40—70	50—100	20—40
50—80	40—70	50—100	20—40	50—100	80—150	30—50
80—120	50—100	60—150	30—50	80—150	120—200	40—70
120—180	80—150	100—200	40—70	120—200	200—300	50—100

Примечание. Значения осевых зазоров I ряда распространяются на подшипники, устанавливаемые по два в одной опоре, значения осевых зазоров II ряда — на подшипники, устанавливаемые по одному в каждой опоре.

Таблица V—2

Внутренний диаметр подшипника, мм	Величины осевых зазоров упорных подшипников по ГОСТ 7872—56 и ГОСТ 6874—54 серий 8100, 8200, 8300 и 8400 (I ряд)
10—50	20—40
50—120	30—50
120—400	40—60

Соединительные муфты. Применяемые для соединения валов муфты бывают жесткими, пальцевыми и сцепными (рис. V-3). Перед монтажом муфт производят проверку соосности валов. После укладки шпонки и надевания полумуфты измеряют щупом зазор между валом и муфтой, который не должен превышать 0,05 мм. При монтаже наиболее распространенных пальцевых полумуфт пальцы следует устанавливать последовательно, проверяя щупом при-

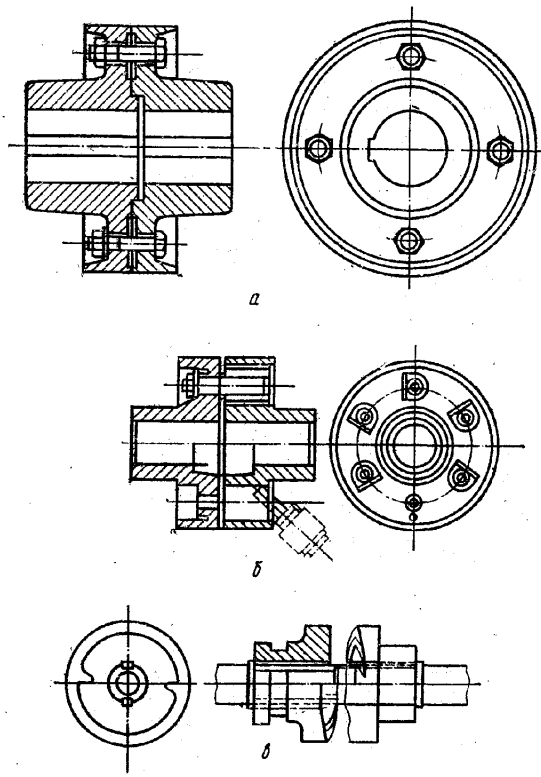


Рис. V—3. Типы соединительных муфт:
а — жесткая; *б* — пальцевая; *в* — сцепная

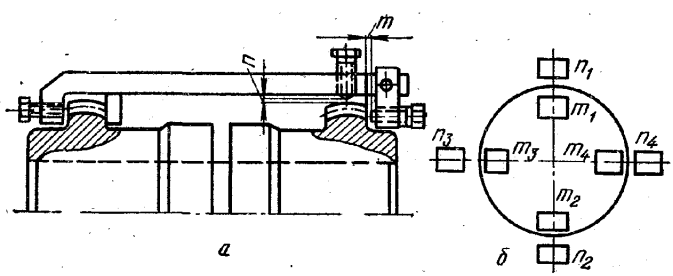


Рис. V—4. Центровка валов по полумуфтам:
а — центровочная скоба; *б* — схема производства замеров; *n* — радиальный зазор; *m* — осевой зазор

легание пальцев к поверхности отверстия в полумуфте. Этот зазор не должен превышать 0,4—0,6 мм. Центровку полумуфт выполняют с помощью угольника, линейки или поворотных приспособлений. Зазоры проверяют в каждом из четырех положений вала, поворачиваемого от начального положения на 1,571, 3,141 и 4,712 рад по направлению вращения вала машины (рис. V-4). В каждом положении проводят по одному замеру радиального зазора (по окружности полумуфт) и четыре замера осевого зазора (между торцовыми плоскостями полумуфт) в диаметрально противоположных точках.

Суммы величин зазоров на каждом диаметрально противоположном направлении должны быть равны:

$$n_1 + n_2 = n_3 + n_4; \qquad \text{(V-3)}$$

$$m_1 + m_2 = m_3 + m_4. \qquad \text{(V-4)}$$

Величину смещения опор вала X при его центровке определяют по формуле

$$X = \frac{ml}{D}, \qquad \text{(V-5)}$$

где $m = m_1 - m_2$ разность торцовых зазоров в выбранной плоскости, мм;

l — расстояние между осями опор, мм;

D — диаметр полумуфты, мм.

Смещение полумуфты центрируемого вала Y

$$Y = \frac{Xn}{l}, \qquad \text{(V-6)}$$

где n — расстояние от торца полумуфты до оси ближайшего подшипника.

Допуски на сборку муфт приведены в табл. V-3.

Таблица V—3

Муфты	Диаметры муфты, мм	Допуски	
		на перекос (в мм) на 100 мм длины	на параллельное смещение, мм
Жесткие	100—300	0,08	0,1
	300—600	0,12	0,2
Пальцевые	100—300	0,02	0,05
	300—500	0,02	0,1
Сцепные	100—300	0,01	0,03
	300—500	0,01	0,02

Зубчатые и червячные передачи. К зубчатым передачам относят передачи с цилиндрическими зубчатыми колесами (цилиндрические передачи) и коническими зубчатыми колесами (конические передачи); к червячным — передачи, состоящие из червяка и червячного колеса. Основным видом зубчатых передач является передача с цилиндрическими зубчатыми колесами (шестернями). Шестерни бывают с прямым, косым или шевронным зубом. Последние два типа зубьев обеспечивают более плавную и бесшумную работу зубчатой передачи.

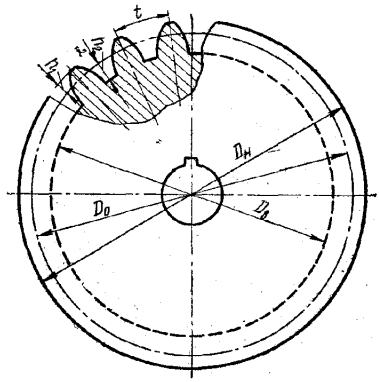


Рис. V—5. Основные элементы цилиндрического зубчатого колеса с прямым зубом

Каждая цилиндрическая шестерня с прямым зубом характеризуется модулем, шагом и числом зубьев. Шестерня (рис. V-5) имеет наружный диаметр $D_н$, диаметр впадин $D_в$ и диаметр начальной окружности D_0.

Шаг зубьев определяют по формуле

$$t = \frac{\pi D_0}{z}, \qquad \text{(V-7)}$$

где z — число зубьев;

D_0 — диаметр начальной окружности;

$\pi = 3{,}14$.

Шаг зубьев по диаметру начальной окружности, называемый модулем зуба M (мм), определяют по формуле

$$M = \frac{D_0}{z} = \frac{t}{\pi}. \qquad \text{(V-8)}$$

Модуль зуба является определенной величиной. В зацеплении могут состоять только шестерни с одним и тем же модулем.

Передаточное число i зубчатой передачи определяется как отношение числа зубьев одной шестерни z_1 к числу зубьев другой z_2:

$$i = \frac{z_1}{z_2}. \qquad \text{(V-9)}$$

Подбирая шестерни с разным числом зубьев, изменяют обороты валов, соединенных шестеренчатой передачей.

При сборке зубчатых передач обеспечивают нормальные боковой и радиальный зазоры, необходимые для предотвращения заклинивания зубьев зубчатых колес при нагреве передачи в процессе эксплуатации, и правильность зацепления зубьев.

Проверке подлежат:

радиальное и торцовое биение зубчатых колес в цилиндрических передачах, биение конуса выступов в конических передачах и отсутствие перекоса червяка и червячного колеса в червячных передачах;

боковые зазоры;

пятно касания зубьев.

Боковой зазор зубчатой передачи определяют по формуле

$$C = C_1 + C_2, \qquad \text{(V-10)}$$

где C_1, C_2 — толщина свинцового оттиска с соответственно рабочей и нерабочей стороны зуба, мм.

При сборке червячных передач обеспечивают требуемую точность углов скрещивания осей червяка и зубчатого колеса, правильное межосевое расстояние, совпадение средней плоскости колеса с осью червяка и допустимый боковой зазор в зацеплении.

Боковой зазор в червячной передаче характеризуется наличием свободного хода. Зазор проверяют щупом с рабочей стороны зубьев при отжатом червячном колесе в четырех диаметрально противоположных положениях.

Окончательную проверку собранных зубчатых и червячных передач производят по пятну касания (контакта) зубьев в передачах. Нормы величин пятна касания зубьев в передачах приведены в табл. V-4.

Таблица V—4

Передача	Пятно касания	Нормы величин пятна касания зубьев в передачах (% от площади, не менее) при степени точности передачи							
		3	4	5	6	7	8	9	10
Цилиндрическая	По высоте зуба	65	60	55	50	45	40	30	25
Коническая		—	—	75	70	60	50	40	30
Червячная		—	—	60	60	60	50	30	—
Цилиндрическая	По длине зуба	95	90	80	70	60	50	40	30
Коническая		—	—	75	70	60	50	40	30
Червячная		—	—	75	70	65	50	35	—

Ременные передачи. Ременные передачи осуществляют при помощи гладкого или клиновидного ремня.

Клиноременные передачи применяются при незначительном расстоянии между осями валов (шкивов) и значительном передаточном числе передачи. Минимальное межцентровое расстояние между шкивами определяют по формулам:

для плоскоременной передачи $2(D_1 + D_2)$; (V-11)

для клиноременной передачи $0{,}5(D_1 + D_2) + 3h$, (V-12)

где D_1, D_2 — диаметры соответственно ведущего и ведомого шкивов, мм;

h — высота сечения клиновидного ремня, мм.

При большом передаточном числе малый шкив в несколько раз меньше в диаметре большого шкива. При этом усилие передается с малого шкива на большой и частота вращения соответственно уменьшается. При необходимости увеличить частоту вращения усилие необходимо передать с большого шкива на малый. Определение диаметров и частоты вращения шкивов производят по формуле

$$DN = dn, \qquad (V\text{-}13)$$

где D — диаметр большого шкива, мм;
N — частота вращения большого шкива, мин$^{-1}$;
d — диаметр малого шкива, мм;
n — частота вращения малого шкива, мин$^{-1}$.

При монтаже ременных передач обеспечивают параллельность валов ведущего и ведомого шкивов и совпадение средних плоскостей обоих шкивов, при монтаже клиноременных передач — расположение канавок шкивов без смещения относительно друг друга, а также идентичность сечения канавок обоих шкивов.

При сборке шкивы с помощью индикаторов проверяют на торцовое и радиальное биение, которое не должно превышать допусков, приведенных в табл. V-5.

Таблица V—5

Биение	Допуски (в мм) при диаметре шкива, мм			
	до 150	150—300	300—600	свыше 600
Торцовое	0,10	0,15	0,25	0,40
Радиальное	0,05	0,08	0,12	0,25

Концы приводных ремней соединяют склеиванием, вулканизацией, сшиванием или при помощи жестких и шарнирных металлических соединений. Лучшим способом соединений считается склеивание смесью резинового тиурамового клея I и II сортов в равных долях. Жесткие и шарнирные металлические соединения применяют при соединении ремней встык для ременных передач с малыми скоростями. Сшивку приводных ремней встык выполняют с помощью тонких жильных струн диаметром 1,5—3,5 мм длиной до 1,5 м.

Цепные передачи. Цепные передачи осуществляют при помощи втулочно-роликовой цепи. Профиль зуба звездочек определяют шагом цепи и диаметром ролика. Монтаж цепной передачи сводится к установке и закреплению звездочек на валах, надеванию цепи и ее регулировке. После установки и закрепления звездочек на валу их

Таблица V—6

Биение	Допуски (в мм) при диаметре звездочек, мм				
	до 100	100—200	200—300	300—400	свыше 400
Радиальное	0,25	0,5	0,75	1,0	1,2
Торцовое	0,3	0,5	0,8	1,0	1,5

необходимо проверить на радиальное и торцовое биение с помощью индикаторов. Допуски на биение звездочек втулочно-роликовых цепей приведены в табл. V-6.

Правильное натяжение цепи обеспечивает нормальную и плавную работу цепной передачи. Нормально натянутые цепи должны иметь некоторое провисание, определяющееся условиями работы передачи. Стрела провисания для горизонтальных и наклонных (до 0,783 рад) цепных передач должна быть не более 2% величины межцентрового расстояния, для вертикальных передач — не более 0,2—0,3% величины межцентрового расстояния.

Резьбовые соединения. При сборке резьбовых соединений обеспечивают и проверяют соответствие резьбы болта (шпильки, винта) и гайки, последовательность и величину усилий затяжки и отсутствие перекоса. В групповом резьбовом соединении гайки затягивают в определенном порядке, чтобы избежать перетяжки и искривления соединяемых деталей. При сборке удлиненных деталей (крышки цилиндрических редукторов, картеров компрессоров и т. п.) гайки затягивают по паре, начиная от середины попеременно слева и справа, а гайки, расположенные по окружности, затягивают крест-накрест.

Для резьбовых соединений, нагруженных переменными по величине усилиями, напряжение затяжки определяют по формуле

$$\sigma_{зат} = K\sigma_0, \qquad \text{(V-14)}$$

где K — коэффициент затяжки (для фланцевых соединений 1,3—2,5; для ответственных соединений 2,5—4);

σ_0 — номинальное напряжение в резьбе;

$$\sigma_0 = \frac{P}{F_1}, \qquad \text{(V-15)}$$

здесь P — внешняя нагрузка;

F_1 — площадь поперечного сечения нарезанной части болта.

Величина напряжения затяжки составляет 0,4—0,5, в особо ответственных соединениях 0,8 значения предела текучести металла, из которого изготовлен болт (шпилька). При сборке особо ответственных соединений (отдельных узлов компрессоров, фланцевых соединений машин, аппаратов и трубопроводов) применяют предельные трещеточные и динамометрические ключи. Первые оснащены механизмом фиксации и регулирования определенной, заранее установленной величины крутящего момента, вторые — указателем величины крутящего момента.

УСТАНОВКА И КРЕПЛЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА ФУНДАМЕНТАХ И ОСНОВАНИЯХ

Оборудование устанавливают на фундамент (основание) с последующей выверкой с помощью инвентарных регулируемых клиновых подкладок, металлических клиновых и плоских подкладок и регулировочных отжимных винтов. Инвентарные регулируемые клиновые подкладки перед подливкой выгораживают опалубкой и удаляют после достижения подливочным слоем не менее 25% проектной

прочности. Оставшиеся ниши заливают бетонной смесью той же марки.

Применяемые при выверке металлические подкладки должны плотно прилегать к поверхности фундамента. Количество подкладок в пакете должно быть минимальным и не превышать 5.

Размеры клиновых и плоских металлических подкладок приведены в табл. V-7.

Таблица V—7

Масса оборудования, т	Размеры клиновых подкладок, мм		Размеры плоских подкладок под клиновой парой, мм
	ширина × длина	разность толщин на длине подкладок (клин)	
До 1	80×120	8	90×1300
1—3	90×150	9	100×160
Свыше 3	100×170	10	110×180

Металлические подкладки устанавливают на возможно близком расстоянии от фундаментных болтов и располагают друг от друга через 300—800 мм. При установке пакетов подкладок под оборудование, монтируемое на фундаментах с устройством анкерных колодцев, следят, чтобы пакеты подкладок не перекрывали анкерные колодцы. После окончательной выверки оборудования и затяжки болтов подкладки в пакете прихватывают электросваркой.

Схемы установки оборудования с помощью инвентарных регулируемых и металлических подкладок показаны на рис. V-6. Для уста-

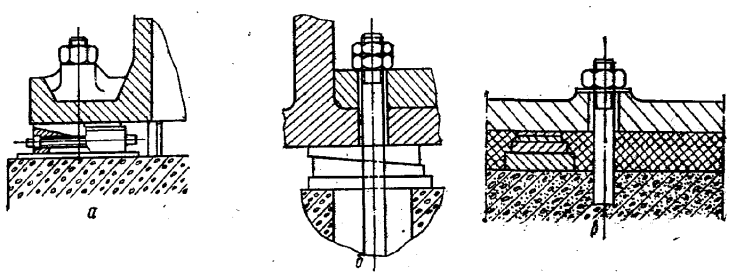


Рис. V—6. Схемы установки оборудования на фундаментах:

а — с помощью инвентарных клиновых подкладок; *б* — на клиновых подкладках; *в* — на плоских металлических подкладках

новки оборудования с легким режимом работы используют регулировочные отжимные винты, встроенные в основание оборудования.

Допускаемые отклонения при установке некоторых видов оборудования на фундаментах (основаниях) приведены в табл. V-8.

В зависимости от типа оборудования, его массы и условий работы оборудование устанавливают на фундаментах (основаниях) с креплением фундаментными и анкерными болтами с подливкой,

Таблица V—8

Оборудование	Допускаемые отклонения		
	от горизонтальности (вертикальности), мм/м	по высоте, мм	по осям в плане, мм
Компрессоры			
поршневые вертикальные	0,3	±10	10
поршневые горизонтальные	0,1—0,2	±10	10
ротационные	0,05	±5	5
Насосы центробежные	0,1	±10	10
Вентиляторы	0,1	±5	5
Теплообменные аппараты			
горизонтальные	0,5	—	—
вертикальные	0,3 на 1 м диаметра	—	—
Аппараты емкостного типа			
горизонтальные	0,3	—	—
вертикальные	0,2	—	—
Конвейеры ленточные	0,2	—	3 (параллельно главной оси конвейера)
Станки металлорежущие	0,02—0,04	±10	10
Прессовое оборудование	0,08—0,1	±1	1—2

креплением болтами к фундаментным плитам, металлическим каркасам (рамам, кронштейнам) и без крепления на регулируемых (нерегулируемых) опорах.

Подливку смонтированного и выверенного оборудования производит строительная организация не позднее 48 ч после получения письменного извещения от монтажной организации. При подливке оборудования присутствие представителя монтажной организации обязательно.

Перед подливкой производят насечку бетона фундамента, тщательно очищают колодцы анкерных болтов и промывают водой места подливки. Подливку оборудования производят бетоном марки не ниже 150, приготовленным на гравии или на щебне мелкой фракции.

После надежного схватывания бетона приступают к затяжке фундаментных болтов и окончательной выверке. При затяжке гаек фундаментных болтов обеспечивают равномерное натяжение всех болтов и плотное прижатие основания машины к фундаменту.

Для затяжки анкерных болтов компрессоров применяют динамометрические ключи с определенной величиной крутящего момента, что обеспечивает заданную величину осевых усилий натяжения болта. В хорошо затянутом болтовом соединении зазоры между гайкой, шайбой и основанием корпуса машины не должны превышать 0,03 мм.

ПРОВЕРОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ПРИ МОНТАЖЕ ОБОРУДОВАНИЯ И КОНСТРУКЦИЙ

Проверка взаиморасположения поверхностей и осей при монтаже оборудования и конструкций включает измерения: плоскостности и прямолинейности; параллельности и перпендикулярности; расстояний между элементами; соосности; плотности прилегания и зазоров.

Методы и области применения проверки взаиморасположения поверхностей и осей, измерения расстояний и зазоров с указанием допусков приведены в табл. V-9 — V-12.

Таблица V—9

Метод проверки плоскостности и прямолинейности	Область применения	Допуски (в мм) на 1 м длины поверхности
Лекальной линейкой на просвет и щупом	Поверхности длиной до 500 мм	0,02—0,05
Проверочной линейкой с широкой рабочей поверхностью и щупом (I) или с плитками на краску и штихмасом (II)	Поверхности длиной до 4000 мм	0,04—0,1 (I) 0,02—0,1 (II)
Поверочной плитой на краску	Шаброванные поверхности размером до 1000×2000 мм	По пятну касания на квадрате 25×25 мм 0,01—0,05
Гидростатическим уровнем простым	Поверхности длиной до 20 м	0,5
Гидростатическим уровнем с микрометрической головкой	То же	0,01—0,02
Техническим нивелированием	Поверхности любой длины	0,5—1
Струной и штихмасом	Поверхности протяженностью до 10 000 мм с учетом провисания струны	0,05

Таблица V—10

Метод проверки параллельности и перпендикулярности	Область применения	Допуски (в мм) на 1 м длины
Рейсмусом и струной	Валы, удаленные до 10 м	0,2—0,5
Штихмасом	Плоскости и оси любой протяженности, удаленные до 1500 мм	0,02—0,05
Угольником и угольником с индикатором	Поверхности длиной до 2000 мм	0,05—0,2
Рамным уровнем	Плоские и цилиндрические поверхности длиной до 5000 мм	0,02—0,05
Рулеткой	Определение прямоугольности рамных конструкций простой конфигурации протяженностью до 20 м (замер диагоналей)	До 0,1

Таблица V—11

Метод проверки соосности	Область применения	Допуски (в мм) на 1 м длины
Контрольными пробками, изготовленными по посадке $X—X_3$	Отверстия, удаленные на небольшое расстояние	До 0,01
Струной и штихмасом	Поверхности протяженностью до 10 м и диаметром свыше 250 мм (электроакустический способ)	0,05—0,1 с учетом прогиба струны от собственной массы
Угольником и щупом в четырех положениях через 1,571 рад	Валы, соединяемые муфтами	0,05—0,1
Измерительными устройствами, устанавливаемыми на муфтах в четырех положениях через 1,571 рад	То же	0,02—0,05
Измерительными устройствами, установленными на призмах, поворачиваемых вокруг вала в четырех положениях через 1,571 рад	»	0,02—0,05

Таблица V—12

Метод измерений расстояний и зазоров	Область применения	Точность проверки, мм	
		Измеряемый размер, мм	
		до 100	100—500
Штангенциркулями с отсчетом по нониусу 0,02 мм			
наружные измерения	Измерение внутренних и наружных линейных размеров до 1000 мм	0,04	0,07
внутренние измерения	Измерение внутренних и наружных линейных размеров до 1000 мм	0,05	0,09
С отсчетом по нониусу 0,05 мм			
наружные измерения	То же	0,08—0,1	0,11
внутренние измерения	» »	0,13	0,15
С отсчетом по нониусу 0,10 мм			
наружные измерения	» »	0,15—0,17	0,19—0,23
внутренние измерения	» »	0,20—0,26	0,28—0,3
Штангенглубиномерами с отсчетом по нониусу, мм			
0,02	Измерение глубины и высоты до 500 мм	0,06	0,06
0,05	То же	0,1	0,15
0,1	» »	0,25—0,3	0,3
Штангенрейсмусами с отсчетом по нониусу, мм			
0,02	Измерение высоты, проверка плоскостей и разметки в пределах до 500 мм	0,04	0,07

Продолжение табл. V—12

Метод проверки соосности	Область применения	Допуски (в мм) на 1 м длины	
0,05	То же	0,08—0,1	0,11
0,1	» »	0,15—0,17	0,19—0,23

		Измеряемый размер, мм		
		до 100	100—300	300—500
Микрометрами				
I класс точности	Измерение диаметров до 1000 мм	0,008—0,010	0,012—0,025	0,02—0,025
II класс точности	То же	0,012—0,015	0,02	0,03
Штихмасами микрометрическими				
I класс точности	Измерение длины до 1500 мм	0,02	0,025	0,035
II класс точности	То же	0,025	0,035	0,045
Глубиномерами микрометрическими				
I класс точности	Измерение глубины до 100 мм	0,014—0,022		
II класс точности	То же	0,022—0,035		

Продолжение табл. V—12

Метод проверки соосности	Область применения	Допуски (в мм) на 1 м длины	
		Измеряемый размер, мм	
		до 100	100—300
Индикаторами часового типа с ценой деления, мм		В пределах одного оборота	В пределах всей шкалы
0,01	Проверка взаимного положения деталей и правильности их геометрической формы	0,01—0,012	0,02—0,03
0,002	То же	0,002	
Щупами			
I класс точности	Проверка зазоров между деталями в пределах 0,03—2,5 мм	0,01—0,015	
II класс точности	То же	0,02—0,025	

СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ

При монтаже технологического оборудования, металлоконструкций и трубопроводов, а также при изготовлении трубопроводов, металлоконструкций, монтажных приспособлений и нестандартизированного оборудования в мастерских монтажных заготовок значительное место занимают работы по сварке и резке металлов. Применяются следующие виды сварки: ручная электродуговая, автоматическая и полуавтоматическая под флюсом, газоэлектрическая, сварка порошковой проволокой и газовая ацетилено-кислородная.

Основные справочные данные по различным способам сварки, применяемым при монтаже технологического оборудования, трубопроводов и металлоконструкций холодильников и холодильных установок приведены в табл. V-13 — V-26.

Для получения качественных соединений при газовой сварке труб из низкоуглеродистых сталей необходимо правильно выбрать режим сварки и в первую очередь мощность газового пламени. Последнюю выбирают по расходу ацетилена на 1 мм толщины свариваемого металла. Режимы газовой сварки стыков трубопроводов из низкоуглеродистой стали приведены в табл. V-27.

Таблица V—13

Виды сварки	Назначение	Свариваемые стали
Ручная электродуговая	Поворотные и неповоротные стыки трубопроводов, швы металлоконструкций, нестандартизированного оборудования и монтажных приспособлений	Стали всех марок
Автоматическая и полуавтоматическая под флюсом	Сварка в нижнем положении узлов трубопроводов, металлоконструкций, нестандартизированного оборудования и монтажных приспособлений	Углеродистые и низколегированные стали
Газоэлектрическая	Аргоно-дуговая сварка (ручная и механизированная) узлов трубопроводов, листовых металлоконструкций и нестандартизированного оборудования; механизированная сварка в среде углекислого газа узлов трубопроводов, листовых металлоконструкций и нестандартизированного оборудования	То же
Сварка порошковой проволокой	Сварка металлоконструкций и нестандартизированного оборудования в нижнем и вертикальном положениях	Низкоуглеродистая сталь
Газовая ацетилено-кислородная	Сварка труб наружным диаметром менее 38 мм, толщиной стенок до 2,5 мм	Стали всех марок

Таблица V—14

Параметры	Режимы сварки стыковых швов без скоса кромок при толщине металла, мм						
	1	1,5	2	3—4	5—6	7—8	10
Диаметр электрода, мм	2	2	2,5	4	4	5	6
Тип шва	Односторонний			Двусторонний			
Зазор, мм	0—1	0—1	0—1	1—2	1—2	1—2	1—2

Параметры	Режимы сварки стыковых швов без скоса кромок при толщине металла, мм						
	1	1,5	2	3—4	5—6	7—8	10
Сварочный ток (А) при положении шва							
нижнем	25—35	30—50	45—70	160—200	200—240	240—300	280—340
вертикальном	—	—	—	140—180	180—220	230—250	250—270
горизонтальном	—	—	—	130—170	160—200	170—210	190—230

Таблица V—15

Параметры	Режимы сварки стыковых швов без скоса кромок при толщине металла, мм			
	10	12	14	16—18
Зазор, мм	1,5—3	2—3	2—3,5	2,5—4
Диаметр электрода, мм при сварке				
первого слоя	4	4	4	4—5
последующих слоев	5	5	5—6	5—6—7
Сварочный ток (А) при положении шва				
нижнем	180—260	180—260	180—260	180—260 320—420
вертикальном	160—230	160—230	160—300	160—350
горизонтальном	150—210	150—210	150—280	150—360

Примечание. Максимальные значения величины тока следует уточнять по данным паспорта применяемой марки электрода.

Таблица V—16

Марка электрода	Диаметр электрода, мм	Рекомендуемые токи (*А*) при положении шва в пространстве		
		нижнем	вертикальном	потолочном
МР-3	4	160—200	140—180	140—180
	5	180—240	160—200	—
	6	280—320	—	—
АНО-5	4	160—230	120—160	130—180
	5	190—300	130—170	—
	6	270—380	—	—
УОНИ-13	3	80—110	70—100	70—100
	4	120—150	100—130	100—130
	5	160—190	140—170	—
	6	190—230	—	—

Таблица V—17

Наибольший допустимый сварочный ток, *А*	Сечение сварочных проводов, мм²	
	основного провода	отрезка гибкого провода у электрододержателя
100	16	—
140	25	—
175	35	—
200	—	25
225	50	—
280	70	—
300	—	50
335	95	—
400	120	—
450	—	70
460	150	—
600	—	95

Таблица V—18

Источники питания	Напряжение электрической сети, В	Сечение проводов для подключения к электросети, мм²	
		медных	алюминиевых
Однопостовой трансформатор			
ТС-300	380	10	16
ТС-500	380	16	25

Продолжение табл. V-18

Источники питания	Напряжение электрической сети, В	Сечение проводов, мм²	
		медных	алюминиевых
Однопостовой преобразователь ПСО-300-3	220	10	16
ВСС-300-3	380	6	10
Однопостовой преобразователь ПСО-500	220	16	25

Таблица V—19

Марка и тип электродов	Свариваемые изделия ручной электродуговой сваркой	Рекомендуемый сварочный ток, А
МР-3 типа Э46	Ответственные конструкции из малоуглеродистой стали (переменным и постоянным током в любом пространственном положении)	140—300
АНО-4 типа Э46	Малоуглеродистая сталь (переменным и постоянным током во всех пространственных положениях)	100—270
СМ-5 типа ЭА42	Малоуглеродистая сталь (переменным и постоянным током во всех пространственных положениях)	160—300
ОМА-2 типа Э42	Ответственные конструкции из малоуглеродистой стали толщиной до 3 мм, а также низколегированные стали	16—80
ОММ-5 типа Э42	Конструкционная малоуглеродистая и низколегированная сталь (переменным и постоянным током во всех пространственных положениях)	100—320
УОНИ 13/45 типа Э42А	Малоуглеродистая и низколегированная сталь (постоянным током обратной полярности во всех пространственных положениях)	45—320
УОНИ 13/55 типа Э50А	Ответственные конструкции из малоуглеродистой и низколегированной стали (постоянным током обратной полярности во всех пространственных положениях)	45—230
АЛ-Ф1	Емкости из алюминия и его сплавов (постоянным током обратной полярности в нижнем и полувертикальном положении)	150—550

Таблица V—20

Параметры	Ориентировочные режимы автоматической сварки углеродистых сталей под слоем флюса при толщине металла, мм			
	5	8	10	12
Диаметр электродной проволоки, мм	4	4	5	5
Сварочный ток, А	400—500	550—700	600—750	700—800
Напряжение, В	28—22	30—32	34—36	36—38
Скорость сварки, м/ч	54,5—50,5	54,5—50,5	33—38	29—36
Скорость подачи проволоки, м/ч	68,5	87,5	49—60	58—62
Вылет проволоки, мм	50—60	50—60	50—60	50—60

Продолжение

Параметры	Ориентировочные режимы автоматической сварки углеродистых сталей под слоем флюса при толщине металла, мм				
	14	16	18	20	22—56
Диаметр электродной проволоки, мм	5	5	5	5	5
Сварочный ток, А	750—850	800—850	850—900	900—950	950—1000
Напряжение, В	36—38	36—38	40—42	42—44	42—44
Скорость сварки, м/ч	29—33	25—29	22—25	21—25	19,5—21
Скорость подачи проволоки, м/ч	62—75	67—78	72—81	78—84,5	84,5—91
Вылет проволоки, мм	50—60	50—60	50—60	50—60	50—60

Таблица V—21

Параметры	Ориентировочные режимы полуавтоматической сварки углеродистых сталей под слоем флюса при толщине металла, мм					
	4—6	8	10	12	14—20	22—30
Диаметр присадочной проволоки, мм	2	2	2	2	2	2
Сварочный ток, А	200—250	250—300	350—420	450—540	550—600	630—670
Напряжение, В	32—34	35—36	36—38	38—42	42—44	44—46

Продолжение табл. V-21

Параметры	Ориентировочные режимы полуавтоматической сварки углеродистых сталей под слоем флюса при толщине металла, мм					
	4—6	8	10	12	14—20	22—30
Скорость сварки, м/ч	18—30	18—30	18—30	18—30	18—30	18—30
Скорость подачи проволоки, м/ч	79—101	126—156	191—250	306—373	472	600
Вылет проволоки, мм	25	25	25	25	25	25

Таблица V—22

Диаметр электродной проволоки, мм	Напряжение дуги, В	Сварочный ток, А	Скорость сварки, м/ч	Расход проволоки при сварке под слоем флюса на 1 м шва, г
2	27—30	430—460	29,5	255
2	32—35	470—500	29,5	255
2	37—40	470—500	29,5	255
5	30—32	930—960	16	1130
5	34—36	950—970	16	1130
5	40—42	950—980	15	1130

Таблица V—23

Защитная среда	Свариваемые изделия в среде защитных газов
Углекислый газ	Тонкостенные изделия из углеродистой и нержавеющей стали. Корень шва толстостенных труб и емкостей (при многослойной сварке), когда требуется высокое качество шва.
Аргон	Трубы диаметром 8—50 мм с толщиной стенки 0,5—2,5 мм из легированных сталей. Трубы диаметром 15—219 мм из легированных сталей для трубопроводов I категории. Резервуары, емкости, трубы из алюминия, алюминиево-магниевых и других сплавов

Таблица V—24

Параметры	Режимы полуавтоматической сварки в среде углекислого газа при толщине металла, мм					
	1	1,5	2	3—4	5—8	9—12
Сварочный ток, А	30—50	85—110	110—140	140—160	180—220	280—300
	—	100—110	130—150	150—170	200—240	380—400
	60—70	120—160	160—180	190—230	260—280	—
Напряжение В	17—18	18—19	19—20	20—21	23—26	28—30
	17	18—19	20—21	20—21	24—28	30—32
	—	19—20,5	21	21	28—30	—
Скорость сварки, м/ч	20—25	30—40	20—30	20—30	20—35	25—30
	25—40	30—40	30—35	30—35	25—35	20—30
	—	35—45	35—40	30—40	25—30	—
Расход углекислого газа, л/мин	6	6—7	6—8	7—9	12—15	15—17
	6—7	6—7	6—8	7—9	12—15	15—17
	—	6—7	6—8	7—10	15—17	—
Диаметр электродной проволоки, мм	0,5—0,7	0,8	0,8	1	1,6	2
	—	1	1	1,2	2	2
	0,8	1,2	1,2	1,2	2	—
Вылет электрода, мм	5—8	7—21	7—12	8—13	15—20	20—25
	7—12	8—15	8—13	9—15	15—20	20—25
	—	9—13	9—15	9—15	15—25	—

Таблица V—25

Параметры	Режимы сварки труб в среде углекислого газа при диаметре труб, мм				
	57×3,5	108×4	110×10	114×5	168×7
Угол разделки кромок, рад	1,2217	1,2217	1,2217	1,2217	1,2217
Притупление, мм	0,5—1,5	0,5—1,5	1,5—2,5	0,5—1,5	1—2
Зазор, мм	0,8—1,2	0,8—1,2	1—1,5	0,8—1,2	1—1,5
Количество слоев	1	1	3	2	2
Сварочный ток, А	160—180	180—200	220—240	180—200	200—220
Напряжение, В	26—28	26—28	26—28	26—28	26—28
Скорость сварки, м/ч	36	36	35	34	35
Расход газа, л/мин	26—30	25—30	25—30	25—30	25—30

Таблица V—26

Порошковая проволока	Режимы сварки низкоуглеродистой стали толщиной 10 мм и выше порошковыми проволоками в нижнем положении						
	диаметр проволоки, мм	стыковые соединения			тавровое соединение «в лодочку»		
		сварочный ток, А	напряжение на дуге, В	скорость подачи, м/ч	сварочный ток, А	напряжение на дуге, В	скорость подачи, м/ч
ПП-2ДСК	2,3	400—450	25—31	382	340—380	21—32	382
ПП-АН3	3,2	450—525	26—32	265	450—560	27—31	265
ПП-АН4	2,3	500—600	28—39	382	440—475	30—34	382
ЭПС-15/2	2,5	320—360	28—32	337	320—330	29—32	337

Таблица V—27

Подготовка труб из низкоуглеродистой стали						Режим газовой сварки		Особенности технологии сварки	
концов труб	кромок	размеры прихваток		необходимый зазор между кромками труб, мм		Расход ацетилена (в л/ч) на 1 мм толщины свариваемого металла		уплотнение шва	применение укрытий шва
		стык	длина прихватки, мм	толщина стенок труб	зазор	поворотные стыки	неповоротные стыки		
Зачистка до металлического блеска	Скашивание под углом 0,785 рад	Поворотный	40—50	1,5—2,0	0,5—1,0	100—150	80—100	Ударами слесарного молотка с закругленным бойком после заварки участка длиной 40—50 мм при светокрасном калении металла	При атмосферных осадках и ветре выше 10 м/с — укрытие сварщика и места сварки переносными обогревательными кабинами независимо от температуры наружного воздуха
		Неповоротный	60—70	2,0—2,5	1,0—1,5				

Расстояние от режущего сопла до поверхности металла при машинной и ручной кислородной резке определяют по табл. V-28.

Таблица V—28

Толщина металла, мм	Расстояние от мундштука резака до поверхности металла, мм	
	с концевой щелью	цельного или составного многосоплового
3—10	2—3	3—6
10—25	3—4	5—10
25—50	3—5	7—12

Допустимые величины неровностей на поверхности реза при ручной и машинной резке приведены в табл. V-29.

Таблица V—29

Способ резки	Толщина стали, мм	Средняя ширина реза, мм	Допустимые величины отдельных гребешков и выхватов, мм
Ручной	5—25	3—4	0,5—1,0
	25—50	4—5	1,0—1,5
Машинный (нормальной точности)	5—25	2,5—3	0,1—0,25
	25—50	3—4	0,25—0,5

При эксплуатации ацетиленовых генераторов в зимнее время их жидкостные предохранительные затворы заливают морозоустойчивыми растворами глицерина или этиленгликоля. Состав морозоустойчивых растворов для жидкостных предохранительных затворов ацетиленовых генераторов приведен в табл. V-30.

Таблица V—30

Раствор	Температура замерзания, °С	Объем воды в растворе, %
Водный раствор глицерина	—5	83
	—15	65
	—23	55,7
	—39	35
Водный раствор этиленгликоля	—9	80
	—13	70
	—24	60
	—34	50
	—47	20

Выбор светофильтров для защиты глаз при выполнении электрогазосварочных работ производят на основании данных, приведенных в табл. V-31.

Таблица V—31

Назначение и область применения светофильтров	Обозначение светофильтра	Классификационный номер	Марка стекла
Для электросварщиков при сварочном токе			
30—75 А	Э-1	9	
75—200 А	Э-2	10	ТС-3
200—400 А	Э-3	11	
Для газосварщиков и газорезчиков	Г-1	4	ТС-2
Для слесарей, работающих с электросварщиками на открытых площадках	В-3	4	ТС-2
Для слесарей, работающих с электросварщиками в цехах	В-2	3	ТС-1
Для газосварщиков и газорезчиков, работающих на открытых площадках при ярком солнечном освещении и слесарей, работающих с электросварщиками в цехах	В-1	2; 4	ТС-1

ГЛАВА VI

МОНТАЖ ОБЩЕЗАВОДСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТРАНСПОРТНЫХ УСТРОЙСТВ

МОНТАЖ НАСОСОВ

Для перекачивания жидкого аммиака в насосно-циркуляционных схемах применяют герметичные бессальниковые аммиачные насосы. Наибольшее распространение получили центробежные горизонтальные одноступенчатые насосы марок ЗЦ и ЦНГ. Насос монтируется заводом-изготовителем на общей чугунной фундаментной плите совместно с электродвигателем. Крутящий момент от вала электродвигателя на вал насоса передается через упругую муфту. Техническая характеристика насосов приведена в табл. VI-1.

Насос доставляют к месту монтажа механизированным способом и устанавливают на фундаменте в строгом соответствии с проектной высотной отметкой (обязательно ниже ресивера). Установочный чертеж аммиачных центробежных насосов марки ЗЦ-4 и ЗЦ-4А помещен на рис. VI-1. Вал насоса должен находиться в строго го-

Таблица VI—1

Показатели	Марка насоса			
	ЗЦ-4А	ЗЦ-4	ЦНГ-63	ЦНГ-68
Производительность, $м^3/ч$	15—20	25—30	40	20
Напор, м	15	30—25	50	44
Частота вращения, $мин^{-1}$	970	1470	3000	3000
Масса, кг	442	489	300	170

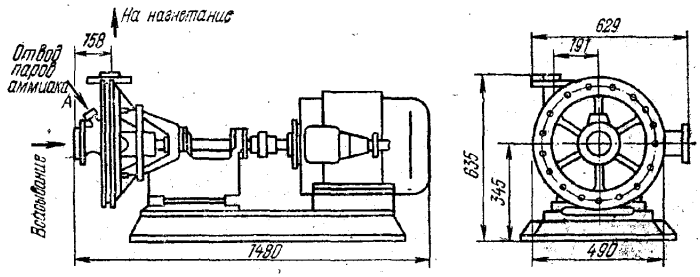


Рис. VI—1. Установочный чертеж аммиачных центробежных насосов марки ЗЦ-4 и ЗЦ-4А

ризонтальном положении. При монтаже обвязочных трубопроводов производят ревизию вентилей, устанавливаемых на всасывающей и напорных линиях, а также добиваются герметичности фланцевых (особенно на всасывающей линии) и резьбовых соединений при подсоединении трубопровода для отвода парообразного аммиака. Перед обкаткой насоса проверяют центровку его с электродвигателем и состояние деталей торцового уплотнения. Пуск насоса производят при закрытом вентиле на напорном трубопроводе и полностью открытом вентиле на всасывающем трубопроводе для заполнения насоса жидкостью. Переход к рабочему режиму работы насоса осуществляют постепенным открытием вентиля на напорном трубопроводе.

Для обеспечения циркуляции рассола или ледяной воды, а также воды, потребной для охлаждения цилиндров компрессоров, паров холодильного агента в конденсаторах и переохлаждения жидкого аммиака в противоточных переохладителях применяют одноступенчатые центробежные насосы консольного типа с рабочим колесом одностороннего входа. Установочный чертеж центробежного насоса типа К приведен на рис. VI-2. Техническая характеристика насосов типа К дана в табл. VI-2.

Консольные насосы доставляют к фундаментам с помощью электропогрузчиков и устанавливают на фундаменты строго горизонтально. Горизонтальность проверяют уровнем, уложенным на плите

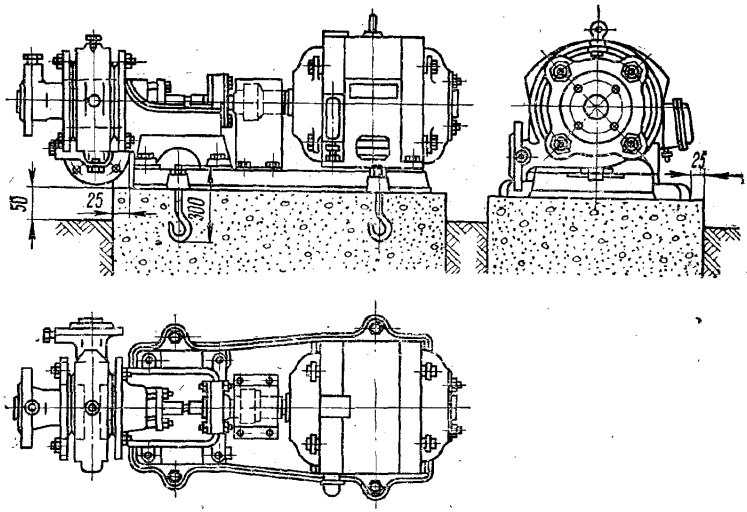


Рис. VI—2. Установочный чертеж центробежного насоса типа К

Таблица VI—2

Насос	Производительность, м³/ч	Полный напор, м	Частота вращения, мин⁻¹	Мощность на валу насоса, кВт	К. п. д. насоса, %	Допустимая вакуумметрическая высота всасывания, м	Диаметр рабочего колеса, мм
1½ К-6	6 11 14	20,3 17,4 14	2900	0,7 0,9 1,0	44 55,5 53,0	6,6 6,7 6,0	128
1½ К-6б	4,5 9 13	12,8 11,4 8,8	2900	0,5 0,6 0,7	35 49 45	6,4 7,0 6,3	105
2К-6	10 20 30	34,5 30,8 24,0	2900	1,8 2,7 3,1	50,6 64 63,5	8,7 7,2 5,7	162
2К-6а	10 20 30	28,5 25,2 20	2900	1,4 2,1 2,6	54,5 65,6 64,1	8,7 7,2 5,7	148

Продолжение табл. VI—2

Насос	Производительность, м³/ч	Полный напор, м	Частота вращения, мин⁻¹	Мощность на валу насоса, кВт	К. п. д. насоса, %	Допустимая вакуумметрическая высота всасывания, м	Диаметр рабочего колеса, мм
2К-6б	10	22,0	2900	1,2	54,9	8,7	132
	20	18,8		1,6	65	7,2	
	25	16,4		1,7	64	6,6	
2К-9	11	21,0	2900	1,2	56	8,0	129
	20	18,5		1,5	68	6,8	
	22	17,5		1,6	66	6,4	
2К-9а	10	16,8	2900	0,8	54	8,1	118
	17	15		1,1	65	7,3	
	21	13,2		1,2	63	6,6	
2К-9б	10	13	2900	0,7	51	8,1	106
	15	12		0,8	60	7,6	
	20	10,3		0,9	62	6,8	
3К-9	30	34,8	2900	4,6	62	7,0	168
	45	31		5,5	71	6,0	
	54	27		5,8	71,5	2,9	
3К-9а	25	24,2	2900	2,7	62,5	7,0	143
	35	22,5		3,1	70,0	6,9	
	45	19,5		3,4	71,0	6,0	

Примечание. Буквы и цифры, составляющие марку насоса (например, 2К-6), означают: первая цифра — диаметр входного патрубка в дюймах; буква К — консольный; последняя цифра — коэффициент быстроходности.

насоса. Обращают внимание на точность совпадения геометрических осей насоса и электродвигателя. Допускаемая нецентричность должна составлять не более 0,2 мм.

Монтаж трубопроводов выполняют так, чтобы трубы были соответствующим образом выверены и закреплены, не вызывая деформаций на корпусе насоса из-за перетяжек, перекосов или тепловых деформаций при работе на горячих жидкостях. Все соединения,

особенно на всасывающей стороне, должны быть полностью герметичны.

При осмотре насоса перед пуском проверяют наличие масла в корпусе подшипников, отсутствие заеданий в насосе путем проворачивания за муфту, а также состояние сальника. Последний должен быть тщательно набит и равномерно слабо подтянут. Чрезмерно подтянутый сальник быстро нагревается и повышает расход электроэнергии. Затем закрывают вентиль на нагнетательном трубопроводе, заливают всасывающий трубопровод и корпус насоса жидкостью и включают электродвигатель.

По достижении полного числа оборотов насосом медленно открывают вентиль на нагнетательном трубопроводе. Во избежание перегрева не рекомендуется долго работать при закрытом вентиле.

МОНТАЖ ВЕНТИЛЯТОРОВ

Для перемещения охлажденного в воздухоохладителях воздуха применяются центробежные вентиляторы типа Ц4-70.

Вентилятор состоит из следующих основных узлов: станины, кожуха, колеса, коллектора и электродвигателя.

Перемещение воздуха достигается за счет передачи ему энергии вращения рабочего колеса, непосредственно насаженного на вал электродвигателя. Техническая характеристика вентиляторов приведена в табл. VI-3.

Таблица VI—3

Показатели	Центробежные вентиляторы Ц4-70					
	№ 2,5	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 8
Частота вращения, $мин^{-1}$	1400 2800	1400 2850	935 1410	930 1420	930 1440	965
Мощность электродвигателя, кВт	0,18 0,6	0,27 1,5	0,4 0,8	0,8 2,2	1,5 5,5	5,5
Габаритные размеры, мм						
длина	471	559	747	926	1102	1460
ширина	421	430	510	650	760	1030
высота	461	580	770	930	1100	1460
Масса, кг	27,6 30,9	34,3 43,3	68 69,5	107,3 125	179 218	368

Вентиляторы к месту монтажа доставляют и устанавливают на фундамент (виброоснование) с помощью авто- или электропогрузчика.

Горизонтальность выверяют по уровню. Вал электродвигателя должен быть расположен строго горизонтально. После проверки пра-

вильности установки вентилятора и обтяжки гаек анкерных болтов производят испытание на холостом ходу. Перед пуском вентилятора проверяют исправность ротора, привода и всех креплений, а также отсутствие посторонних предметов во всасывающем воздухопроводе.

Во избежание перегрузок электродвигателя запуск вентилятора производят с закрытым входным отверстием на 70%. Вентилятор пускают при закрытых шиберах в системе. При работе следят, чтобы не возникало вибрации вентилятора. Возможны следующие причины вибрации:

ослабли крепления корпуса и опор — их нужно подтянуть, заменить изношенные;

деформировано или имеет другие неисправности рабочее колесо, в связи с чем необходимы его ремонт и балансировка.

Нормальная работа вентилятора обеспечивается, если правильно проведен монтаж его и соблюдены допуски при сборке на заводе-изготовителе:

кольцевой зазор между валом и боковыми стенками корпусов подшипников не превышает 1 мм для всех номеров вентиляторов;

зазор между патрубком и рабочим колесом не превышает 0,01 диаметра рабочего колеса;

величина вибрации (биения) колеса, замеренная на внешних кромках дисков, не превышает: для вентиляторов № 2—6—1,5 мм в радиальном направлении и 2 мм в осевом направлении; для вентиляторов № 7—8—3 мм в радиальном и 5 мм в осевом направлении.

Вентиляторы для градирен серии ВГ предназначены для отсасывания воздуха и пара из градирен с искусственной тягой.

Вентилятор состоит из рабочего колеса, привода, стационарных аэродинамических элементов и опорной металлоконструкции. Привод вентилятора осуществляется от фланцевого электродвигателя через вертикальный планетарный редуктор с передаточным числом 3,88. Вентиляторы поставляют в частично разобранном виде. Укрупнительную сборку производят до подъема вентилятора на каркас градирни.

Сборку выполняют строго по маркировке, указанной на узлах вентилятора, при помощи болтов из нержавеющей стали, входящих в комплект поставки. Сначала собирают четыре фермы, соединяя их друг с другом внизу квадратными плитами, а вверху трубчатыми связями. Затем проверяют зазор между средним патрубком и наружными кромками лопастей, который должен быть в пределах 15 мм.

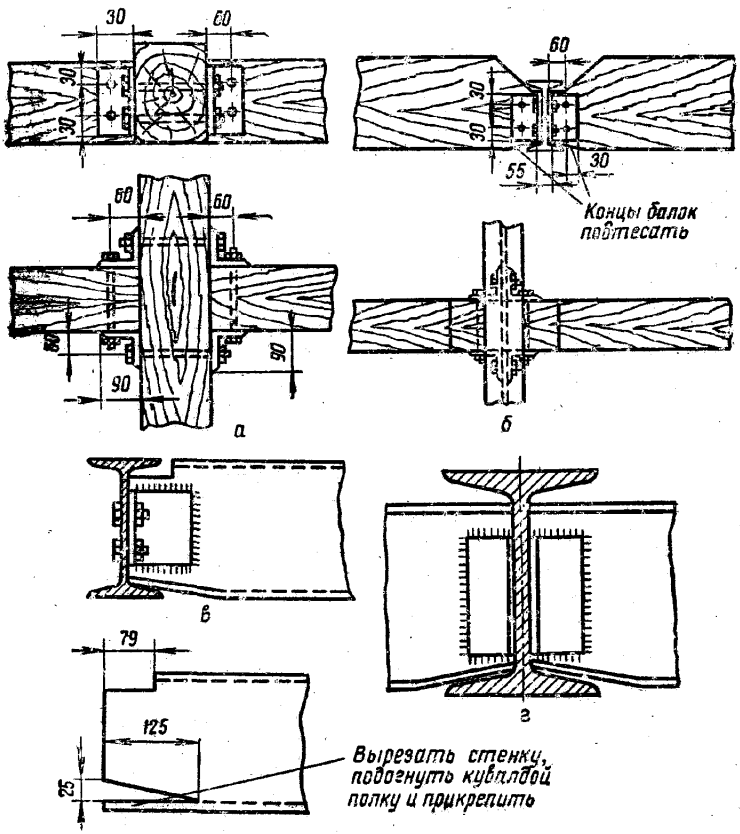
Несоосность устраняют в первую очередь путем взаимного перемещения патрубка и крестовины в отверстиях для болтов, а в случае деформации каркаса при транспортировке — с помощью регулировочных болтов. Максимальное смещение листов среднего патрубка относительно внутренних кромок коллектора и диффузора не должно превышать 2 мм. Регулировку производят при снятых листах с помощью регулировочных винтов. Для смазки шестерен редуктора вентилятора применяют летом масло АК-15 («автол 18», ГОСТ 1862—51) и зимой масло АК-10 («автол 10» ГОСТ 1862—51). Для первоначального заполнения редуктора конец шланга с воронкой, вложенной в бачок, приподнимают на 0,5 м и наливают в воронку масло до тех пор, пока не появится постоянная струя масла у выхода из второго шланга, опущенного в бачок. Затем воронку

вкладывают обратно в бачок. Для того чтобы убедиться в свободном вращении рабочего колеса, поворачивают колесо вентилятора на несколько оборотов вручную.

Подъем и установку вентилятора в проектное положение производят при помощи стрелового крана. Горизонтальность проверяют с точностью до 2 мм, а затем крепят опорный каркас вентилятора к каркасу градирни. После прокручивания от руки обкатывают вентилятор в течение 2 ч. При обкатке проверяют направление вращения вентилятора. Он должен вращаться против часовой стрелки, если смотреть сверху.

МОНТАЖ ПОДВЕСНЫХ МОНОРЕЛЬСОВЫХ ПУТЕЙ И КОНВЕЙЕРОВ

Бесконвейерные подвесные пути и конвейеры предназначены для перемещения грузов по горизонтальной и наклонной плоскостям.



Бесконвейерные подвесные пути с ручным перемещением грузов состоят из каркаса, подвесок, рельса (полосовой стали 65×12 мм), переводных стрелок и ходовых грузонесущих устройств (троллеев).

Металлический или деревянный каркас состоит из главных балок, опирающихся на консоли колонн, и путевых балок, к которым крепят чугунные подвески. Главные балки каркаса воспринимают всю нагрузку на подвесные пути. Нагрузка на 1 м подвесных путей в холодильниках равна 350 кг. Сечение балок каркаса подвесных путей определяют расчетом. При этом принимают допускаемое напряжение на изгиб стальных балок 140 МПа, для деревянных балок (брусьев) — 10 МПа. Передаваемый в монтаж деревянный брус (сечением обычно 13×18, 13×25, 25×25 см) должен быть антисептирован, не иметь гнили, сучков и трещин. Влажность брусьев не должна превышать 15%. Типовые узлы подвесных путей показаны на рис. VI—3.

Подвески служат для крепления к ним путевого рельса. Их изготовляют чугунными и соединяют с путевыми балками, как это показано на рис. VI—3. При креплении подвески к металлической путевой балке под гайку подкладывают косую шайбу. Перед установкой подвесок их отсортировывают и производят дополнительную обработку неровностей чугунного литья опорной части и плоскости, сопрягаемой с путевой балкой. На холодильниках обычно применяют подвески высотой 250 мм.

В качестве путевого рельса используют полосовую сталь 65×12 мм. Путевой рельс крепят к подвеске болтами с головкой впотай М10×40. Стыки рельса образуют на подвеске с двумя отверстиями.

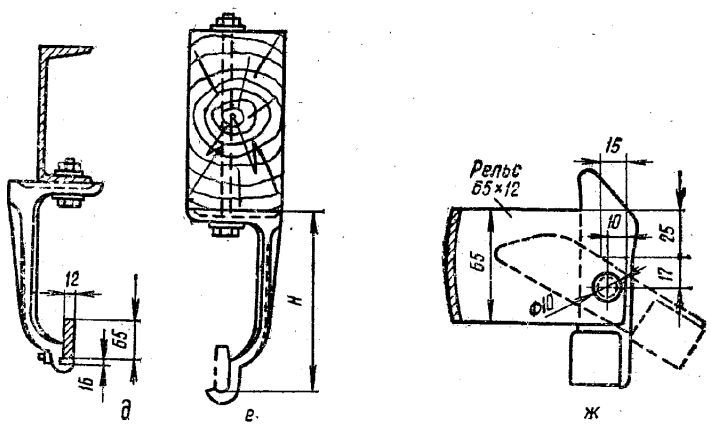


Рис. VI—3. Типовые узлы монорельсовых подвесных путей:

а — стык деревянного путевого бруса с деревянной балкой несущего каркаса; *б* — то же, с металлической балкой несущего каркаса; *в* — односторонний стык металлической путевой балки с металлической балкой несущего каркаса; *г* — двусторонний стык металлической путевой балки с металлической балкой несущего каркаса; *д* — установка чугунной подвески на металлической путевой балке; *е* — то же, на деревянной путевой балке; *ж* — ограничительная собачка

Переводные стрелки (рис. VI—4) обеспечивают перевод троллеев с одного рельсового пути на другой. Стрелка состоит из корпуса, верхней накидной части, нижней выдвижной части и хвостового отрезка. Наиболее распространены стрелки типа 1П и 1Л, а также 2П и 2Л. Стрелки крепят к путевому рельсу болтами с потайной головкой М12×45. Шлифовку и подгонку стрелок выполняют в процессе изготовления металлоконструкций подвесных путей в мастерских монтажных заготовок.

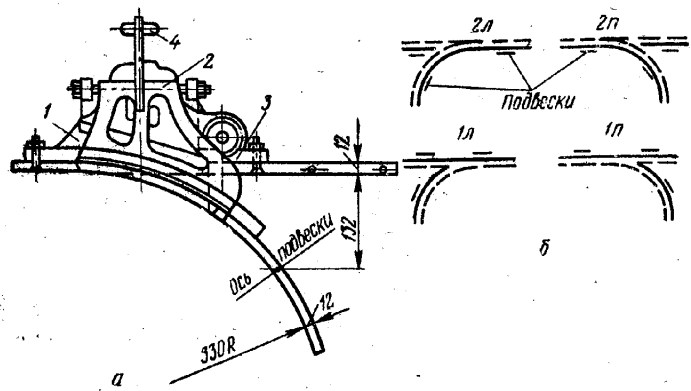


Рис. VI—4. Переводная стрелка монорельсового подвесного пути:

а — переводная стрелка типа 1П: *1* — корпус; *2* — верхняя накидная часть; *3* — нижняя выдвижная часть; *4* — хвостовой отрезок; *б* — схема обозначения стрелок на рабочих чертежах

Предохранительные собачки (см. рис. VI—3, *ж*) бывают левой и правой модели, их устанавливают на свободных концах рельса у переводных стрелок; они предохраняют при переводе стрелки грузовые троллеи от падения с рельса. Путевые прогоны, на которых устанавливают переводные стрелки (в сборе), именуются «стрелочными улицами»; они обычно состоят из двух деревянных брусьев или двух швеллеров. Подвески на стрелочных улицах устанавливают на удлиненных болтах или шпильках, расположенных между швеллерами или брусьями.

Монтаж подвесных путей можно осуществлять тремя способами:

монтаж узлов, состоящих из подвесок, стрелок и полосового пути (предварительно собранных) к установленному каркасу, включающему главные и путевые балки (менее производительный);

монтаж узлов, состоящих из путевых балок, подвесок, стрелок и полосового пути (предварительно собранных) к установленному каркасу из главных балок; монтаж узлов производят с помощью погрузчиков, оборудованных стрелой или при помощи электрической барабанной (ручной рычажной) лебедки; сборка узлов подвесных путей на стенде и монтаж узлов при помощи ручной рычажной лебедки показаны на рис. VI—5, VI—6;

высокопроизводительный крупноблочный способ, предложенный Д. М. Гальпериным и М. С. Лейтесом, заключающийся в предвари-

тельной укрупнительной сборке блоков, состоящих из главных и путевых балок с установленными подвесками, стрелками, монорельсовым путем и ограждением поворотов и установке их в проектное положение стреловыми кранами до монтажа плит перекрытия с помощью специального кондуктора.

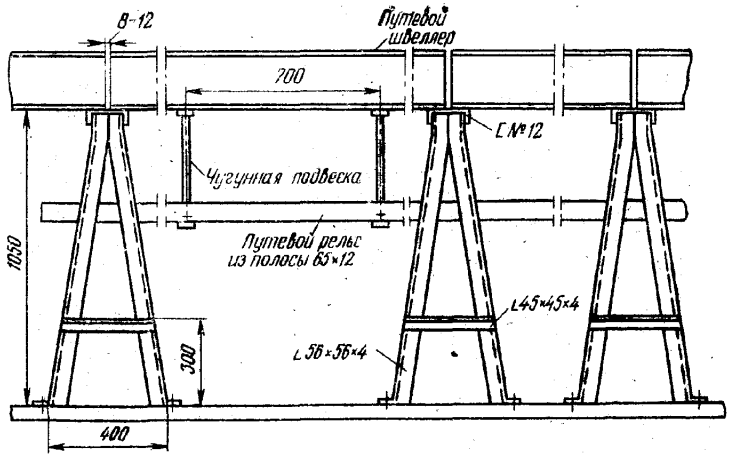


Рис. VI—5. Сборка узлов подвесных путей на стенде

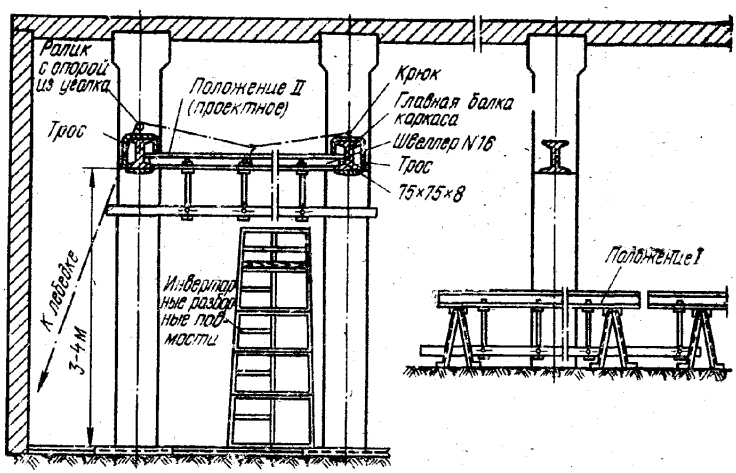


Рис. VI—6. Схема монтажа узлов подвесных путей при помощи электрической барабанной или ручной рычажной лебедки

При изготовлении узлов подвесных путей длину главных балок каркаса принимают равной расстояниям между колоннами на уровне закладных деталей с допуском — 50 мм.

Места стыкования балок, швеллеров, уголков и косынок сваривают по периметру сплошным швом электродами типа Э42 и Э42А.

При сборке узлов подвесных путей подвески должны плотно прилегать к путевому швеллеру и быть прочно затянуты болтовыми соединениями. Путевая полоса должна плотно прилегать к телу и опорной части подвески, рабочая плоскость должна быть горизонтальной. Болты крепления полосы должны иметь головку впотай. Стыковку полосы осуществляют на специальных подвесках, имеющих два отверстия. Допускается стыковка полосы с помощью электросварки сплошным швом по периметру с тщательной зачисткой сварочных швов. Уступы на стыках рельса не допускаются.

Закругления подвесного пути выполняют радиусом 336 мм со стрелками и 500 мм — на поворотах без стрелок. Для предотвращения падения троллея с грузом при открытом положении стрелки на подвесных путей — ограждения из полосовой стали 50×5 мм в соответствии с проектом. До начала укрупнительной сборки и монтажа подвесных путей тщательной проверке подвергают правильность выполненных закладных частей, высотных отметок консолей колонн и расстояний в плане между консолями соседних колонн.

Горизонтальное смещение закладных деталей в колоннах допускается ±20 мм, вертикальное смещение ±30 мм. Схема замеров строительных конструкций показана на рис. VI—7. Размер Δl принимают равным 25 мм, Δl_1 — по проекту. Расстояния l_1, l_2, l_3, l_4 и l_5 измеряют на проектной отметке низа главных балок каркаса подвесных путей. Одновременно проверяют наличие стоек, пилястр

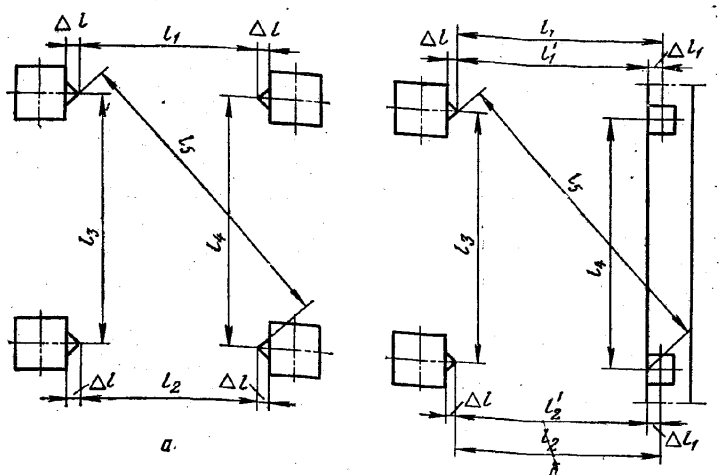


Рис. VI—7. Схема замеров строительных конструкций:

а — блок опирается на колонны; *б* — блок опирается на колонны и стены

и гнезд в стенах (перегородках), их размеры и соответствие проектному положению.

Сборку блока из заранее заготовленных узлов выполняют в следующей последовательности. Устанавливают первую пару козел, на них выкладывают крайнюю главную балку и выверяют ее на горизонтальность в двух взаимно перпендикулярных направлениях по слесарному уровню. Остальные главные балки устанавливают на козлы в соответствии с размерами l_3, l_4 и l_5 (рис. VI—7) и выверяют низ всех балок в одной горизонтальной плоскости с низом первой балки по нивелиру или гидростатическому уровню; допускаемое отклонение от плоскости ±5 мм.

Устанавливают узел крайнего подвесного пути по шнуру, натянутому вдоль блока, а остальные узлы устанавливают параллельно первому. Монтируют стрелочные улицы на входе и выходе блока. При изготовлении блоков непосредственно на месте монтажа (в холодильной камере) главные балки устанавливают на козлы между колоннами по их оси, а в случае опирания блока с одной стороны на стену — параллельно оси колонн. Выверку положения блоков осуществляют с помощью отвеса, опущенного из места установки опорного столика (консоли).

По окончании сборки испытывают транспортную систему блока посредством обкатки монорельсовых путей троллеем с пробным грузом массой 200—300 кг и раскачиванием груза примерно до 0,174 рад от вертикали в обе стороны.

Площадку для сборки блоков располагают в зоне действия строительного (монтажного) крана (кранов). В случае использования двух кранов площадку располагают у торца здания. Сборку блоков в законченных общестроительными работами помещениях выполняют непосредственно в камерах.

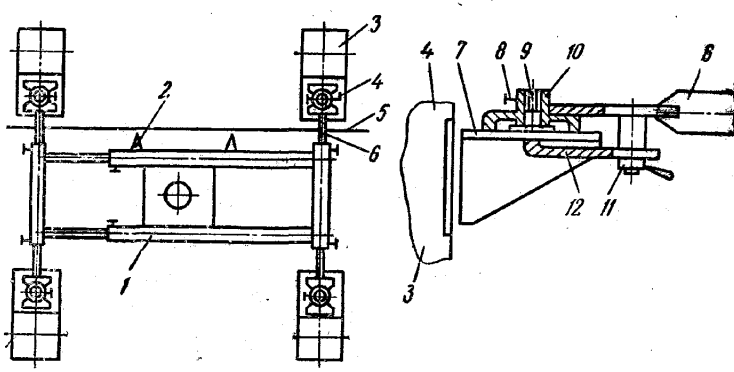


Рис. VI—8. Кондуктор для монтажа опорных столиков и блоков подвесных путей:

1 — рама; *2* — стрелка для выверки кондуктора; *3* — колонна; *4* — опорный столик; *5* — базовая струна; *6* — установочный стержень; *7* — неподвижная горизонтальная губка; *8* — фиксатор; *9* — базовый штырь; *10* — втулка; *11* — вертикальный фиксатор; *12* — подвижная горизонтальная губка

Одновременно со сборкой блоков подготовляют опорные строительные конструкции: устанавливают стойки, приваривают опорные столики (консоли), проверяют готовность опорных гнезд и т. д. При монтаже блоков подвесных путей осуществляют подъем блока выше проектного положения на 50—100 мм, надежное закрепление его на временных опорах, установку опорных столиков с помощью кондуктора (рис. VI—8), монтаж блоков.

Монтаж блоков производят с помощью спаренных основных стреловых кранов, участвующих в строительстве (рис. VI—9). Для подъема блока и его установки в проектное положение используют балансирную траверсу, снабженную быстрозахватными устройствами.

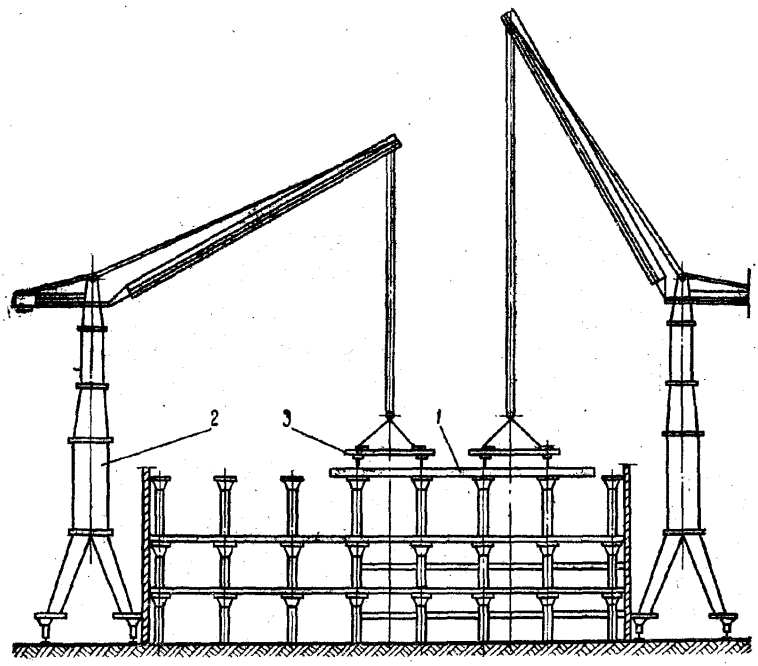


Рис. VI—9. Схема монтажа блока подвесного пути с помощью спаренных башенных кранов:

1 — блок подвесного пути; *2* — башенный кран; *3* — траверса

При реконструкции или замене подвесных путей монтаж блоков осуществляют в одноэтажных зданиях и на первых этажах многоэтажных холодильников (предприятий) с помощью автопогрузчиков (рис. VI—10), на верхних этажах многоэтажных зданий — с помощью ручных рычажных лебедок (рис. VI—11).

При подъеме блоков следует обеспечить синхронность работы грузоподъемных механизмов (стреловых кранов, автопогрузчиков,

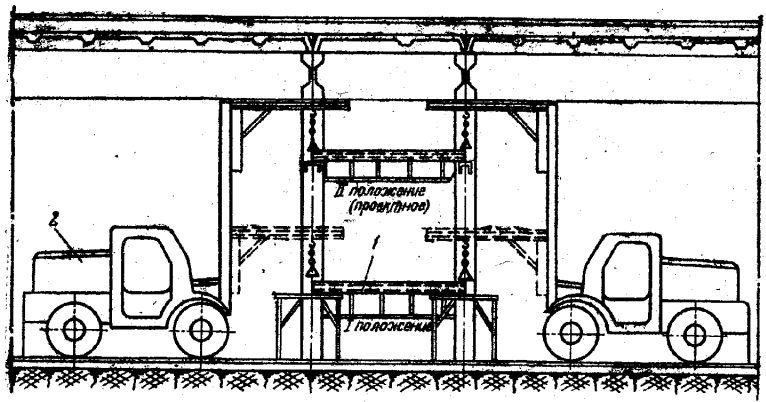


Рис. VI—10. Схема монтажа блока подвесного пути с помощью автопогрузчиков:

1 — блок подвесного пути; *2* — автопогрузчик

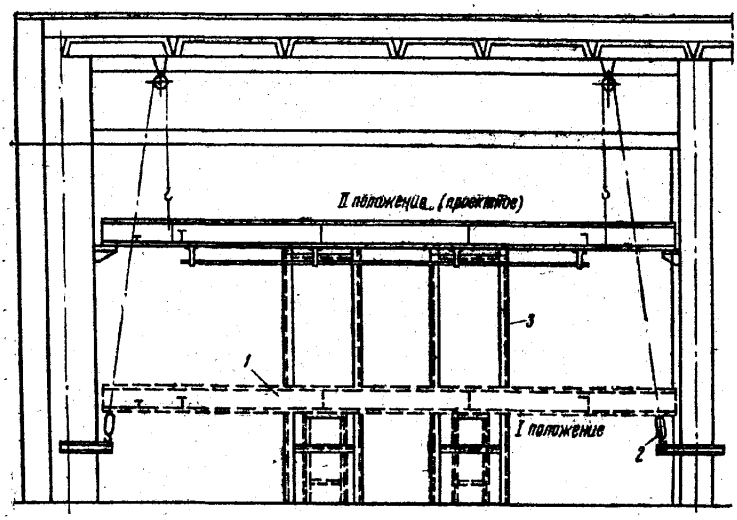


Рис. VI—11. Схема монтажа блока подвесного пути с помощью ручных рычажных лебедок:

1 — блок подвесного пути; *2* — ручная рычажная лебедка; *3* — временная опора

ручных лебедок). В качестве временных опор при монтаже в закрытом помещении применяют устройства, предусмотренные ППР. Перед установкой блока в проектное положение его приподнимают с временных опор на 100—200 мм, убеждаются в надежности строповки и только после этого убирают временные опоры. Регулировку блоков подвесных путей по высоте на консолях производят с помощью металлических подкладок, высота которых не должна превышать 15 мм. После окончательной выверки подкладки приваривают к металлическим консолям колонн.

В отличие от бесконвейерных монорельсовых подвесных путей, по которым грузы перемещают вручную, цепные конвейеры обеспечивают принудительное перемещение троллеев с грузом. В зависимости от расположения толкающего пальца на цепи подвесные конвейеры подразделяются на конвейеры с пальцем снизу ГК-I и с пальцем сбоку ГК-II.

Наклонные конвейеры для перемещения грузов с одного этажа на другой НК-40 снабжены цепью с пальцем сбоку. Пальцы сбоку, расположенные на шарнирной цепи конвейера, толкают троллеи, движущиеся по полосовому рельсу. В конвейере с пальцем снизу пальцы, расположенные под цепью, толкают троллеи за их верхнюю часть. Подвесные конвейеры состоят из каркаса, рабочих и холостых подвесок с направляющими, рельса, шарнирной пластинчатой цепи, а также приводной, натяжной и оборотных станций. Каркас конвейера может быть выполнен как в металлическом, так и в деревянном исполнении (из металлических балок или деревянных брусьев).

Подвесные конвейеры поставляются заводом-изготовителем с низкой степенью заводской готовности. Поэтому элементы каркаса, поддерживающего конвейеры, монорельс из полосовой стали 65×12 мм, направляющие и ограждающие конструкции из угловой и полосовой стали изготовляются монтажной организацией в мастерских монтажных заготовок. Изготовление узлов, сборку и монтаж блоков горизонтальных конвейеров осуществляют в последовательности, описанной на с. 220—226.

При монтаже подвесных конвейеров поэлементным способом устанавливают каркас, предварительно осуществив разбивку осей конвейера и проверив высотные отметки консолей или закладных деталей. После окончания монтажа каркаса производят разбивку осей конвейера на готовом каркасе. Монтаж конвейера начинают с установки приводной, натяжной и оборотной станций, определяющих конечные положения конвейера. До установки приводной станции в проектное положение проводят ее укрупнительную сборку. Выверку установки осуществляют по муфтам валов редуктора, вариатора скоростей и электродвигателя. Монтаж приводной, натяжной и оборотной станций выполняют при помощи авто- или электропогрузчика. Закрепление станций к каркасу осуществляют после выверки их горизонтальности и нахождения звездочек станций в одной горизонтальной плоскости.

Из заранее заготовленных деталей рельса и направляющих, а также подвесок производят в соответствии с чертежом укрупнительную сборку. Подвески с прикрепленным рельсом и направляющими по намеченным осям крепят к каркасу, проверяя по шнуру прямолинейность горизонтальных участков. Первые подвески у звездочек устанавливают на расстоянии 450 мм при $D_{н.о}=774$ мм и 400 мм при $D_{н.о}=584$ мм от центров звездочек. Для обеспечения

правильного и плавного входа цепи в направляющие уголки после звездочек оборотных станций концы уголков должны быть разведены в стороны. Допускаемое отклонение монорельса от главной оси конвейера не должно превышать 2 мм на 1 м конвейера. Отклонение монорельса по высоте не должно превышать 1,5 мм от проектной отметки, между осями грузовой и холостой ветви — 2,5 мм на 1 м конвейера.

В местах примыкания к конвейеру бесконвейерных монорельсовых путей переводные стрелки устанавливают особо тщательно. При этом верхняя накидная часть стрелки при подъеме и опускании не должна задевать за выступающие части конвейерной цепи. Закругления подвесного конвейерного пути под звездочками выполняют радиусом начальной окружности звездочки, равным $R=387$ и $R=292$ мм из общего центра со звездочкой. Цепи промывают и собирают в секции длиной 5—6 мм, обеспечивая при этом проектное расстояние между пальцами. Укрупненные секции цепи заводят в направляющие.

Натяжку цепи осуществляют при ослабленном натяжном устройстве натяжной станции, а замыкающее соединение цепи — с натягом при помощи специального приспособления или ручной рычажной лебедки. Защемление и перекос каретки натяжной станции при ее перемещении по направляющим недопустимы. Уложенную в направляющие цепь смазывают.

Наклонный конвейер, имеющий небольшую длину (до 15 м), полностью собирают на площадке для укрупнительной сборки оборудования. Элементы, не входящие в комплект заводской поставки (рельс, направляющие), изготовляют в мастерских монтажных заготовок. Установку подвесок на приводной части конвейера производят в соответствии со схемой, приведенной на рис. VI—12. Верхний перегиб пути выполняют, как показано на рис. VI—13.

При монтаже фланцевого подшипника листовую подкладку толщиной 25 мм и корпус фланцевого подшипника сбалчивают. После установки и выверки вала червяка подкладку приваривают сплошным швом к несущей балке № 24 конвейера. При сборке конвейера

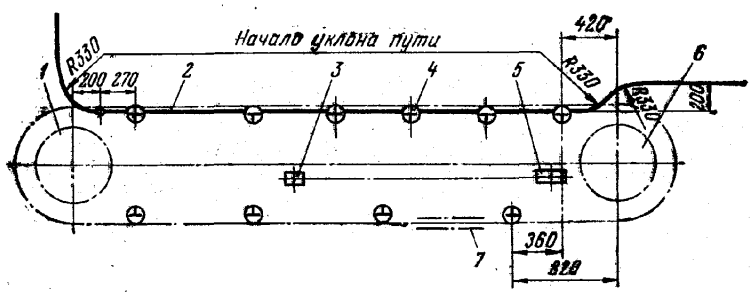


Рис. VI—12. Схема установки подвесок на приводной части наклонного конвейера:

1 — натяжная звездочка; *2* — подосовой путь; *3* — ось электродвигателя; *4* — подвеска; *5* — контрпривод; *6* — приводная звездочка; *7* — направляющие

под все чугунные детали ставят картонные прокладки толщиной 1 мм.

Наклонный конвейер, устанавливаемый обычно под углом 0,523—0,608 рад к горизонту, монтируют поточно-совмещенным способом, т. е. при помощи башенного (гусеничного) крана до укладки сборных железобетонных плит перекрытия. Для этого предварительно устанавливают опорные металлические конструкции. При монтаже наклонного конвейера в действующем или реконструируемом предприятии производят его сборку в соответствии с чертежами на козлах рядом с лестничным маршем, а затем при помощи электролебедки его поднимают и устанавливают в проектное положение.

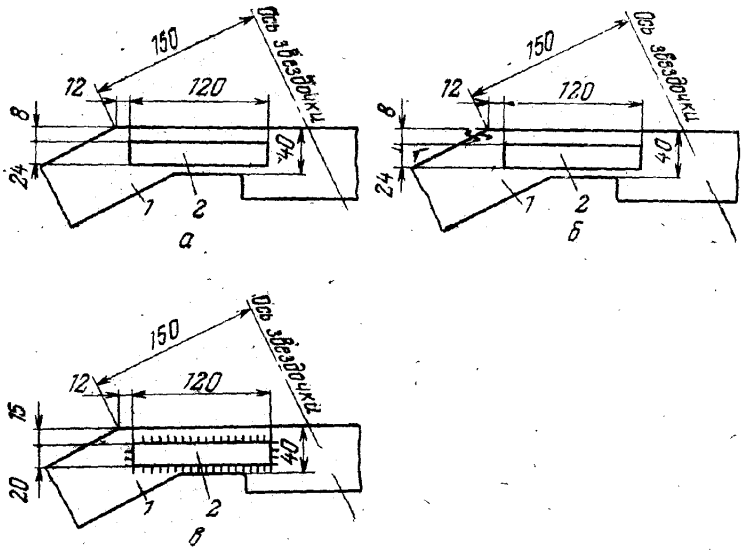


Рис. VI—13. Схема выполнения верхнего перегиба полосового пути наклонного конвейера:

а — привод с правым расположением электродвигателя; *б* — привод с левым расположением электродвигателя; *в* — привод с пониженным габаритом; *1* — полосовой путь; *2* — накладка

При монтаже наклонных конвейеров и примыкающих к ним бесконвейерных монорельсовых путей избегают резких переломов полосы по вертикали и горизонтали, особенно в местах переходов от подвесного пути к конвейерам. Пальцы цепи должны свободно, без задеваний за полосовой путь, передвигать троллеи.

Подвесные и наклонные конвейеры после окончания монтажа подвергают испытаниям вхолостую. Перед испытанием проверяют

надежность крепления всех узлов, производят смазку цепи, редуктора приводной станции, звездочек приводной, натяжной и оборотных станций. Во время пуска конвейера и пробной работы цепь должна трогаться с места плавно, перемещаться по направляющим и звездочкам без заметных рывков, все вращающиеся части конвейера не должны нагреваться. Во избежание вредного торможения не следует красить верхнюю грань и 20 мм верха боковых граней путевой полосы и стрелок, а также наружные плоскости направляющих уголков конвейеров.

Штанговые конвейеры предназначены для транспортировки по подвесным накопительным путям полутуш в камерах термической обработки мяса (охлаждения, замораживания). Их применяют для дополнительного дооборудования бесконвейерных подвесных путей на действующих предприятиях, а также на строящихся холодильниках.

Техническая характеристика штангового конвейера

Производительность, т/ч	40
Скорость рабочих органов, м/мин	2,65
Длина рабочей части конвейера, м	до 40
Расстояние между толкателями, мм	300
Ход штанги, мм	400
Ритм конвейера, с	6,8
Масса, кг	850

Штанговый конвейер поступает в виде следующих узлов:

группового привода — электродвигателя, соединенного через клиноременную передачу с червячным редуктором РЧП-180;

приводных кулис с электрическим управлением типа ПКЭ;

питателей на входе;

питателей на выходе;

стрелок конвейерных полуавтоматических типа ПАК;

штанг с шарнирно закрепленными толкателями;

маслозаполненных конечных выключателей.

Монтаж конвейера выполняют в следующей последовательности: групповой привод; приводная штанга; приводные кулисы; штанги с толкателями.

При сборке конвейера кривошип выходного вала редуктора соединяют с тягой, передающей возвратное движение штанге. Проходящую поперек всех подвесных путей штангу соединяют с ведущими рычагами приводных кулис. Ведомые рычаги кулис соединяют со штангами. Кулисы устанавливают на соседние путевые балки. Толкатели, установленные на штанге, располагают сбоку от троллеев. Оси шарниров толкателей должны пересекаться в плане с осью штанги под углом 1,047 рад.

Перед началом испытания смонтированных конвейеров на холостом ходу все трущиеся поверхности смазывают. Карту смазки составляют в зависимости от температурного режима камеры (помещения), в которой смонтированы конвейеры. Заедания и перекосы, выявленные в процессе испытания, устраняют.

ГЛАВА VII

МОНТАЖ КОМПРЕССОРОВ, КОМПРЕССОРНЫХ АГРЕГАТОВ И ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН

МОНТАЖ БЛОК-КАРТЕРНЫХ АММИАЧНЫХ И ФРЕОНОВЫХ КОМПРЕССОРОВ

Блок-картерные прямоточные компрессоры доставляют на монтажную площадку в собранном виде. Техническая характеристика наиболее распространенных компрессоров приведена в табл. VII—1. Если компрессор опломбирован и транспортировка и хранение не нарушили его целостности, а гарантийный срок, указанный в паспорте, не истек, то компрессор монтируют в собранном виде без разборки и ревизии.

Иногда компрессоры поступают со шкивом, не насаженным на вал. В этом случае на площадке для укрупнительной сборки оборудования на вал насаживают шкив с конусной расточкой — вращая прижимную гайку, с цилиндрической расточкой — по посадке, указанной в паспорте компрессора. Для предохранения подшипников от осевых нагрузок, возникающих в процессе монтажа шкива, пользуются несложным приспособлением, состоящим из планок и стяжных болтов. С одной стороны планки опирают через деревянную прокладку на конец коленчатого вала, а с другой — на шкив. Медленно поворачивая гайки стяжных болтов, соединяющих эти планки, плавно продвигают шкив на вал. Предварительно снимают крышку картера со стороны, противоположной маховику, а также масляный насос. Затем устанавливают в колене вала распорки для предотвращения деформаций, очищают насадочные поверхности вала и шкива, контролируют соответствие диаметров вала и шкива, смазывают поверхность вала тонким слоем масла и укладывают на вал призматическую шпонку. Шкив, насаженный на вал, проверяют индикатором на биение в торцовом и радиальном направлениях (допуски приведены в табл. V—5).

Перед установкой компрессора предварительно принятый фундамент подготавливают, т. е. насекают поверхность фундамента для разрушения цементной пленки. В результате этого достигается хорошее схватывание монолитного бетона с бетонной смесью подливки. Обнаруженные масляные пятна вырубают.

Горизонтальное перемещение компрессоров к месту установки и установку на фундаменты производят механизированным способом, предусмотренным ППР. Для механизации такелажных работ используют эксплуатационные кран-балки, тельферный путь, катучие порталы, самомонтирующиеся подъемники (козловые краны), электрические лебедки.

Перед установкой компрессора на фундаменте намечают места для укладки инвентарных регулируемых или клиновых и плоских металлических подкладок и выравнивают их. Размеры клиновых и плоских подкладок приведены в табл. V—7. Нижние подкладки должны плотно прилегать к фундаменту. Отклонение от горизонтального положения уложенных подкладок не должно превышать 0,5 мм на 1 м. Верхние опорные плоскости подкладок должны быть на одном уровне с допуском 2 мм. Этот уровень должен соответствовать

Таблица VII—1

Показатели	Компрессоры								
	АВ22	АУ45	АУУ90	АВ100/1Д	АВ100/3Д	АУ200/1Д	АУ200/2Д	АУ200/3Д	АУ200/4Д
Холодопроизводительность, Вт	18 560 27 840	37 120 55 680	74 240 111 360	116 000	87 000	232 000	452 400	174 000	336 400
Температура, °С кипения конденсации	 —15 +30	 —15 +30	 —15 +30	 —15 +30	 —15 +30	 —15 +30	 0 +35	 —15 +30	 0 +35
Номинальная частота вращения, $мин^{-1}$	960 1440	960 1440	960 1440	960	720	960	960	720	720
Хладагент	Аммиак	Аммиак	Аммиак	Аммиак	Аммиак	Аммиак	Аммиак	Аммиак	Аммиак
Число цилиндров	2	4	8	2	2	4	4	4	4
Диаметр цилиндра	81,88	81,88	81,88	150	150	150	150	150	150
Расход охлаждающей воды, $м^3/ч$	0,2 0,3	0,3 0,5	0,6 1	1	0,75	2	2	1,5	1,5
Габаритные размеры, мм длина ширина высота	 515 420 640	 660 680 650	 815 880 655	 2200 660 1132	 2200 660 1132	 2290 1350 1150	 2560 1350 1150	 2290 1350 1150	 2560 1350 1150
Масса, кг	160	270	450	1105	1105	1603	1603	1603	1603

Продолжение табл. VII—1

Показатели	Компрессоры									
	АУУ400/1	АУУ400/2	ДАУ50	ДАУУ100	22ФВ100/1Д	22ФУ200/1Д	22ФУ45		22ФУУ90	
Холодопроизводительность, Вт	464 000	904 800	44 080 / 58 000	87 000 / 116 000	29 000	58 000	53 360	33 640	106 720	67 280
Температура, °С										
кипения	—15	0	—40	—40	—40	—40	—15	—15	—15	—15
конденсации	+30	+35	+35	+35	+30	+30	+30	+30	+30	+30
Номинальная частота вращения, $мин^{-1}$	960	960	720 / 960	720 / 960	960	960	1440	1440	1440	1440
Хладагент	Аммиак	Аммиак	Аммиак	Аммиак	Фреон-22	Фреон-22	Фреон-22	Фреон-12	Фреон-22	Фреон-12
Число цилиндров	8	8	4	8	2	4	4	4	8	8
Диаметр цилиндра	150	150	150	150	150	150	81,88	81,88	81,88	81,88
Расход охлаждающей воды, $м^3/ч$	4	4	1,5 / 2	3 / 4	1	2	0,5	0,2	1	0,4
Габаритные размеры, мм										
длина	3035	3125	2390	2685	2200	2290	660	660	815	815
ширина	1550	1550	1350	1550	660	1350	680	680	880	880
высота	1260	1260	1260	1260	1132	1150	650	650	655	655
Масса, кг	2400	2400	1780	2700	1103	1603	270	270	450	450

Примечание. Для компрессоров АВ22, АУ45, АУУ90, ДАУ450, ДАУУ100 холодопроизводительность и и расход охлаждающей воды даны для двух значений частоты вращения.

проектной отметке с отклонением ±5 мм. Высоту устанавливаемых подкладок проверяют нивелиром, гидростатическим уровнем или контрольной линейкой с брусковым уровнем.

Между поверхностью фундамента и нижней частью рамы компрессора оставляют зазор 40—80 мм для подливки.

Затем компрессор осторожно устанавливают на выверенные подкладки, заводят фундаментные или анкерные болты, предварительно очищенные и проверенные, надевают шайбы, наворачивают гайки и совмещают в плане ось коленчатого вала с осью фундамента. Отклонение при этом допускается не более 10 мм.

Горизонтальность установки компрессора проверяют по уровню, который устанавливают на шкив. Отклонения допускаются не более 0,3 мм на 1 м. Положение компрессора регулируют, осторожно подбивая клиновые подкладки либо вращая болты инвентарных регулируемых подкладок. Компрессор считается выверенным, когда он равномерно опирается на все подкладки и встык между нижней частью картера и подкладкой не проходит щуп толщиной 1 мм. Затем затягивают гайки фундаментных болтов и соединяют подкладки между собой электросваркой прерывистым швом. Регулируемые подкладки удаляют после подливки.

Компрессор приводится в действие электродвигателем через клиноременную передачу либо через эластичную муфту сцепления. При использовании клиноременной передачи к электродвигателю болтами прикрепляют салазки с тем, чтобы при надевании ремней электродвигатель можно было сместить на 40—60 мм в сторону компрессора. Электродвигатель устанавливают на предварительно уложенные клиновые подкладки в таком же порядке, как и компрессор.

Регулируя количество и толщину подкладок, добиваются, чтобы валы компрессора и электродвигателя были параллельны, а торцы шкивов находились в одной плоскости. Последнее проверяют, натянув шнур по ободам обоих шкивов. При правильной установке шнур будет касаться ободов без излома. Горизонтальное положение электродвигателя в направлении оси вала проверяют уровнем, который устанавливают на шкив. Для проверки горизонтального положения в направлении, перпендикулярном оси вала, уровень устанавливают на салазки. При этом отклонения не должны превышать 0,3 мм на 1 м.

После выверки компрессора и электродвигателя приступают к подливке. Подливку разрешается производить при температуре воздуха в машинном отделении не ниже 5° С.

Предварительную центровку муфтового соединения выполняют так, чтобы пальцы с надетыми на них упругими кольцами, жестко закрепленные в одной полумуфте, плотно входили в гнезда другой полумуфты. Расстояние между торцами валов выдерживают с точ-

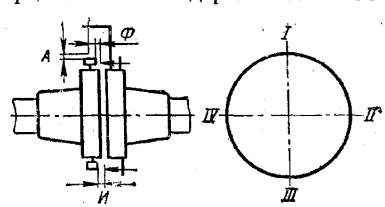


Рис. VII—1. Схема замера зазоров для определения соосности центрируемых валов компрессора и электродвигателя:

А — радиальный зазор; *Ф*, *И* — осевые зазоры

ностью ±2 мм. Затем выполняют подливку компрессора и заполняют колодцы фундамента электродвигателя бетонной смесью.

Только после подливки и отвердения бетона приступают к окончательной центровке, в результате которой достигается соосность валов компрессора и двигателя. Эту операцию выполняют при затянутых болтах. При центровке валов компрессора и двигателя замеряют зазоры при помощи приспособлений по схеме, изображенной на рис. VII—1.

Центрируемые валы синхронно поворачивают и замеряют зазоры в четырех положениях — через каждые 1,571 рад поворота. Для удобства подсчетов результаты измерений сводят в табл. VII—2.

Таблица VII—2

Положение полумуфт	Угол синхронного поворота полумуфт, рад	Радиальный зазор для измерения смещения осей	Осевые зазоры для измерения перекоса осей	
			1-й замер	2-й замер
I	0	A_{I}	Φ_{I}	$И_{I}$
II	1,571	A_{II}	Φ_{II}	$И_{II}$
III	3,141	A_{III}	Φ_{III}	$И_{III}$
IV	4,712	A_{IV}	Φ_{IV}	$И_{IV}$

Параллельное смещение осей валов определяют по формулам

$$C_{I} = \frac{A_{II} - A_{IV}}{2}; \qquad \text{(VII-1)}$$

$$C_{II} = \frac{A_{I} - A_{III}}{2}, \qquad \text{(VII-2)}$$

где C_{I} и C_{II} — параллельное смещение соответственно в горизонтальной и вертикальной плоскостях;

A_{I}, A_{II}, A_{III}, A_{IV} — радиальные зазоры, замеренные при разных положениях валов.

Перекос валов подсчитывают по формулам

$$П_{I} = \frac{И_{II} + \Phi_{IV}}{2} - \frac{\Phi_{II} + И_{IV}}{2}; \qquad \text{(VII-3)}$$

$$П_{II} = \frac{\Phi_{I} + И_{III}}{2} - \frac{И_{I} + \Phi_{III}}{2}, \qquad \text{(VII-4)}$$

где $П_{I}$ и $П_{II}$ — перекос соответственно в горизонтальной и вертикальной плоскостях;

Φ и $И$ — соответствующие осевые зазоры, замеренные в разных положениях валов.

Центровку валов считают завершенной, если радиальное смещение осей не превышает 0,3 мм, а перекос — 0,3 мм на радиус муфты. Удовлетворительные результаты измерений заносят в монтажный формуляр.

При нарушении условий транспортирования или в случае истечения гарантийного хранения, а также при обнаружении дефектов во время осмотра производят ревизию компрессора. Цель ревизии — проверить правильность сочленения узлов и деталей машины в соответствии с действующими допусками.

Разбирают компрессор в такой последовательности. Снимают крышки цилиндров и нагнетательные клапаны с буферными пружинами. Открывают боковые крышки картера и проворачивают коленчатый вал так, чтобы поршень оказался в верхнем положении, затем снимают всасывающий клапан. После этого освобождают шатунный подшипник и при помощи рым-болтов вынимают поршень с шатуном, затем, пользуясь съемником, демонтируют маховик, открывают крышку сальника и разбирают его. Открывают торцовую крышку компрессора и снимают масляный насос для ревизии его, а затем — верхние половинки коренных подшипников для осмотра их и шеек вала. Коленчатый вал вынимают в случае обнаружения дефектов.

Ревизия коренных подшипников скольжения заключается в проверке правильности прилегания нижних вкладышей к гнездам. Проверку производят на краску, используя для этого берлинскую лазурь, ламповую копоть, синьку и другие красители, разведенные на масле. Допуск не должен превышать шести пятен в квадрате 25×25 мм. При недостаточном прилегании вкладыши пришабривают к гнезду. Плотность прилегания проверяют щупом: пластина 0,05 мм не должна проходить в местах прилегания.

Затем по краске проверяют прилегание шеек вала и вкладыша. Площадь прилегания должна быть в пределах 70—75% рабочей площади вкладыша. Обнаруженные неплотности устраняют, пришабривая вкладыши. При этом следят за состоянием масляных клиньев во вкладышах, которые должны не доходить до края вкладыша на 15—20 мм. Прилегание верхних вкладышей к шейке вала проверяют аналогичным образом.

Проверяют также зазор между валом и вкладышем подшипника. Обычно этот зазор указан в паспорте компрессора. Для шеек вала диаметром 50—300 мм зазор равен приближенно 0,001 диаметра шейки. Замеряют зазор при помощи свинцовой проволоки диаметром 0,4—1 мм. Отрезки проволоки длиной до 500 мм укладывают в двух местах на шейке вала на расстоянии 10—15 мм от галтелей перпендикулярно оси и в месте разъема подшипника на нижнюю половину вкладыша в четырех местах по краям. Затем устанавливают верхний вкладыш с крышкой и затягивают болты. После вскрытия вкладышей микрометром замеряют толщину проволочки. Разность толщин проволок, уложенных на шейке вала и в местах разъема, и будет равна зазору между верхней половиной вкладыша и шейкой вала. Тщательно проверяют, прочищают и промывают смазочные отверстия.

Болты подшипников затягивают одновременно с двух сторон. Проверяют также осевой зазор (между торцами вкладышей и галтелями шеек), который в упорном подшипнике должен быть не более 0,1 мм, в остальных подшипниках — до 1 мм.

Ревизию шатунных подшипников и исправление дефектов выполняют в порядке, аналогичном порядку ревизии коренных подшипников скольжения, с теми же допусками; различие состоит лишь в том, что на краску подшипник проверяют не отдельными половинками, а весь в сборе. Радиальный зазор в шатунном подшипнике должен быть не более 0,07% диаметра шейки вала, а суммарный осевой зазор не менее 0,5 мм. Зазор между верхним вкладышем и шейкой вала должен составлять 0,001 диаметра шейки вала. Этот зазор регулируют прокладками, которые устанавливают между верхней и нижней половинкой подшипника. В правильно подогнанном и нормально смазанном подшипнике при затянутых болтах шатун должен плавно опускаться под действием собственного веса.

Прилегание пальца к втулке верхней головки шатуна проверяют без поршня по краске. Зазор между втулкой и поршнем, замеренный щупом, должен быть не более 0,03—0,05 мм.

При ревизии поршня проверяют его поверхность, особенно у кромок канавок; заусенцы удаляют.

Поршневое кольцо должно входить в канавку свободно. Заедания (кольцо проверяют на поверочной плите на краску) устраняют методом шабровки. Зазор между канавкой и кольцом должен быть в пределах 0,05—0,08 мм. Проверяют также зазор в замке колец. Этот зазор зависит от диаметра цилиндра и колеблется от 0,8 до 1,5 мм (для цилиндров диаметром 150—300 мм). Проверяют и радиальный зазор, он должен быть в пределах 0,4—0,5 мм. Этот зазор измеряют щупом, который вводят между утопленным в канавку кольцом и металлической линейкой, уложенной на поршень вдоль его образующей.

Промытые в керосине поршень и шатун протирают, соединяют между собой и осторожно, чтобы не повредить зеркало, опускают в цилиндр. При этом обжимают поршневые кольца либо конической втулкой, либо пружинящим хомутом, который можно изготовить на месте из круглой стали диаметром 8—10 мм. Замки колец смещают и располагают «вразбежку», выдерживая расстояние между замками, соответствующее углу 1,571 рад. Маслослизывающее кольцо устанавливают фаской вверх.

Затем собирают подшипник нижней головки шатуна, равномерно затягивают шатунные болты, устанавливают всасывающий клапан и приступают к замеру боковых зазоров между поршнем и стенками цилиндров. Зазоры измеряют щупом в четырех положениях поршня — в верхней и нижней мертвых точках и в двух промежуточных положениях.

Места замеров должны находиться в вертикальной плоскости, проходящей через ось коленчатого вала. Абсолютные значения допустимых зазоров в зависимости от диаметров поршней должны составлять для поршней диаметром от 101 до 150 мм — 0,15—0,25 мм; для поршней диаметром от 151 до 200 мм — 0,2—0,3 мм; для поршней диаметром от 201 до 253 мм — 0,25—0,55 мм. Кроме того, зазоры должны быть соответственно одинаковыми во всех измеряемых положениях поршня.

Возможные перекосы устраняют, пришабривая вкладыши шатунного подшипника или втулку верхней головки шатуна. Удовлетворительные значения зазоров заносят в монтажный формуляр компрессора.

При ревизии многоцилиндровых машин проверяют массу поршней, исходя из значения которой устанавливают группы поршней на коленчатом валу для выравнивания моментов. Допускаемые расхождения массы поршней монтируемых компрессоров приведены в паспортах.

Перед установкой клапанов их проверяют на плотность: заливают керосин во впадины клапана и выдерживают 6—8 ч. Отсутствие характерных пятен на бумаге, на которую кладут клапан, свидетельствует о достаточной его плотности. При недостаточной плотности прилегания пластин к седлу их притирают по месту.

Величина вредного пространства установлена заводом-изготовителем и указана в паспорте компрессора. Для вертикальных машин в зависимости от диаметров цилиндров зазор, образующий вредное пространство, должен быть 0,5—1,5 мм. Зазор определяют по оттискам, для чего на всасывающий клапан каждого цилиндра кладут либо шарик из воска диаметром 5 мм, либо свинцовую проволоку диаметром 2 мм и длиной 10—15 мм. Затем устанавливают на места нагнетательные клапаны, буферные пружины и крышку цилиндров. Проворачивают вручную на один оборот коленчатый вал и, вынув оттиски, измеряют их.

Регулируют вредное пространство, заменяя прокладки между половинками шатунных подшипников. Получив удовлетворительные значения вредного пространства, заносят их в монтажный формуляр компрессора.

Ревизию сальников обычно не делают, так как сальники регулируют на заводе-изготовителе. Обнаруженные все же во время пробной эксплуатации утечки устраняют, притирая пластины по втулкам. Зазор между внутренним диаметром кольца и валом должен составлять 0,05 мм. Этот зазор достигает в результате пришабривания кольца по валу.

В масляном насосе проверяют по краске зацепление зубьев и зазоры между торцом шестерни и корпусом. Эти зазоры, измеряемые щупом, должны составлять 0,05 мм на 100 мм длины шестерни. Регулируют зазор при помощи прокладок из промасленной плотной бумаги.

Кроме того, проверяют и прочищают смазочные каналы и отверстия, а также масляные фильтры. Масляный фильтр — щелевой пластинчатый — устанавливают на нагнетательной линии масляного насоса. Зазор между пластинами фильтра 0,03—0,1 мм. На всасывающей линии масляного насоса размещают сетчатый фильтр. Сетку располагают на высоте 10—15 мм от дна картера.

Для определения состояния компрессора после транспортирования и монтажа, отсутствия вибрации трубопроводов проводят холостую обкатку при местном (ручном) управлении.

Порядок холостой обкатки компрессора следующий.

Снимают крышку всасывающего фильтра компрессора, извлекают фильтр и обматывают его бязью, чтобы в компрессор не попадала грязь из системы (бязевую обмотку фильтра сохраняют в течение 500 ч работы установки до тех пор, пока система не станет достаточно чистой). Затем снимают верхние крышки цилиндров, буферные пружины, фонари и нагнетательные клапаны.

Заливают в картер масло до $^3/_4$ высоты масломерного стекла.

Проворачивают компрессор за маховик вручную (не менее двух полных оборотов вала). При этом из концов трубок, отключенных от

Таблица VII—3

Показатели	Компрессорные агрегаты											
	К-АВ22	К-АУ45	К-АУУ90	АВ-100/А	А110-2	АДС-25 (двухступенчатый режим)	АДС-50 (двухступенчатый режим)	А-ФВ20	ЭКФ40	К-22ФВ22	К-22ФУ45	К-22ФУУ90
Холодопроизводительность, Вт	18 560 27 840	37 120 55 680	74 240 111 360	116 000	139 200	32 480	64 960	19 720 26 912	35 960 49 880	17 980 26 680	53 360	71 920 106 720
Температура, °С												
кипения	—15	—15	—15	—15	—15	—30	—30	—15	—15	—15	—15	—15
конденсации	30	30	30	30	30	35	35	30	30	30	30	30
Номинальная частота вращения, мин$^{-1}$	960 1440	960 1440	960 1440	960	960	1440 960	1440 960	960 1440	960 1440	960 1440	1440	960 1440
Хладагент	Аммиак	Аммиак	Аммиак	Аммиак	Аммиак	Аммиак	Аммиак	Фреон-12	Фреон-12	Фреон-22	Фреон-22	Фреон-22
Число цилиндров	2	4	8	2	4	4 2	8 4	2	4	2	4	8
Диаметр цилиндра, мм	81,88	81,88	81,88	150	115	81,88	81,88	101,6	101,6	81,88	81,88	81,88
Расход охлаждающей воды, м^3/ч	0,2 0,3	0,3 0,5	0,6 1	1	1	0,8	1,2	0,3 0,4	0,3 0,5	0,15 0,3	0,2 0,5	0,4 1
Габаритные размеры, мм												
длина	1220	1435	1680	2280	2835	2700	3270	1320	1440	1220	1435	1680
ширина	645	785	880	995	1215	1045	1350	500	670	645	785	880
высота	850	860	865	1690	1400	1560	1755	709	865	850	860	865
Масса, кг	385	650	960	2200	2330	1355	1930	405	574	385	655	980

Примечание. Агрегаты К-22ФВ22, К-22ФУ45 и К-2ФУУ90 могут работать на фреоне-12 с более низкой холодопроизводительностью.

внешних маслоприемных точек, должно вытекать масло. Затем трубки устанавливают на место, пускают воду в охлаждающие рубашки, включают электродвигатель и пускают компрессор на контрольную двухчасовую обкатку.

Вал компрессора должен вращаться в направлении стрелки, нанесенной на переднюю крышку компрессора. Если вал вращается в противоположном направлении, немедленно останавливают компрессор, переключают обмотки электродвигателя и еще раз проверяют направление вращения вала.

Во время обкатки давление масла по манометру должно быть не ниже 0,15 МПа, а его температура в картере не выше 65° С. В процессе работы проверяют, нет ли заеданий, стуков, ненормальных вибраций, нагревов стенок цилиндров и неполадок в масляной системе. В течение первого часа работы через 10—15 мин проворачивают рукоятку фильтра тонкой очистки масла. Если рукоятка фильтра не поддается, останавливают компрессор, извлекают фильтр, промывают и вновь устанавливают его на место. После первого часа работы также время от времени проворачивают рукоятку фильтра. В случае возникновения ненормальностей в работе компрессора устанавливают их причину и устраняют неполадки.

По истечении двух часов останавливают компрессор. Устанавливают на место нагнетательные клапаны, фонари, буферные пружины и крышки цилиндров.

По окончании холостой обкатки сливают масло из картера и сальника, удаляют отстой. Заполняют картер свежим маслом (уровень должен быть на 5—10 мм ниже нижнего фланца под боковую крышку) и закрывают все крышки.

МОНТАЖ АММИАЧНЫХ И ФРЕОНОВЫХ КОМПРЕССОРНЫХ И КОМПРЕССОРНО-КОНДЕНСАТОРНЫХ АГРЕГАТОВ С БЛОК-КАРТЕРНЫМИ ПОРШНЕВЫМИ КОМПРЕССОРАМИ

Компрессорный агрегат состоит из компрессора, электродвигателя с пусковой аппаратурой и реле давления, смонтированных на одной металлической раме. Техническая характеристика наиболее распространенных компрессорных агрегатов приведена в табл. VII—3.

Монтаж агрегата аналогичен монтажу компрессора, за исключением операций выверки рамы и крепления ее фундаментными болтами.

Компрессорно-конденсаторный агрегат АК (рис. VII—2) состоит из компрессора, электродвигателя, горизонтального кожухотрубного конденсатора, маслоотделителя, приборов автоматики и контрольно-измерительных приборов. Компрессорно-конденсаторные агрегаты предназначены для работы в составе холодильных машин.

Техническая характеристика аммиачных и фреоновых агрегатов АК приведена в табл. VII—4.

Горизонтальное перемещение и установку агрегата на фундамент выполняют аналогично перемещению и установке компрессора. На рис. VII—3 показана схема монтажа агрегата АК-АУ-45/I поточно-совмещенным способом с помощью автокрана К-104. После установки агрегата на фундамент производят выверку конденсатора

Таблица VII—4

Показатели	Агрегаты							
	АК-АВ22	АК-АУ45	АК-АУУ90А	АК-110-2	АК-ФВ20	АК-АВ,22	АК-АУ,45	АК-АУУ,90
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Холодопроизводительность, Вт	17 980 / 27 260	36 540 / 54 520	73 080 / 109 040	127 600	18 560 / 23 200	18 560 / 27 840	37 120 / 54 520	72 500 / 109 040
Температура, °С								
кипения	—15	—15	—15	—15	—15	—15	—15	—15
конденсации	22	22	22	25	22	22	22	22
Номинальная частота вращения, мин$^{-1}$	960 / 1440	960 / 1440	960 / 1440	960	960 / 1440	960 / 1440	960 / 1440	960 / 1440
Марка компрессора	АВ22	АУ45	АУУ90	П110	ФВ20	22ФВ22	22ФУ45	22ФУУ90
Хладагент	Аммиак	Аммиак	Аммиак	Аммиак	фреон-12	фреон-22	фреон-22	фреон-22
Габаритные размеры, мм								
длина	1700	1825	2730	3445	1370	1460	1850	2215
ширина	800	795	1090	1212	620	725	750	550
высота	1215	1380	1530	1890	1085	1350	1380	1550
Масса, кг	874	1262	2030	4500	670	792	1235	2035

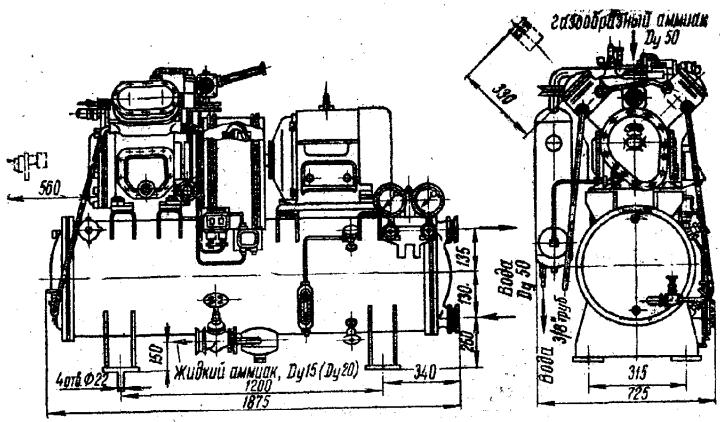


Рис. VII—2. Компрессорно-конденсаторный агрегат АК-АУ-45/II

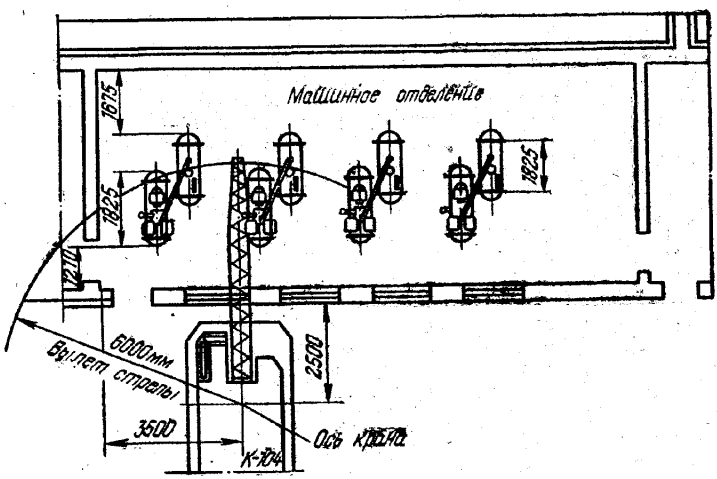


Рис. VII—3. Схема монтажа аммиачных агрегатов АК-АУ-45/I поточно-совмещенным способом

по способу, аналогичному описанному в главе VIII. Холостую обкатку компрессора, испытание конденсатора и маслоотделителя проводят в последовательности, приведенной в соответствующих главах справочника.

МОНТАЖ АММИАЧНЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ОППОЗИТНЫХ КОМПРЕССОРОВ

Аммиачные горизонтальные оппозитные компрессоры А0600П, А01200П, ДА0275П, ДА0550П, ДАОН175П и ДАОН350П работают при температуре конденсации до 35° С в следующих диапазонах температур кипения аммиака: А0600П и А01200П — от +5° до —25° С; ДА0275П и ДА0550П — от —20 до —45° С; ДАОН175П и ДАОН350П — от 35 до —55° С.

Оппозитные компрессоры поступают в собранном виде, обкатанными на заводском стенде, поэтому разборке и ревизии на месте монтажа они не подлежат. Отдельно поставляют электродвигатель и агрегат смазки. Техническая характеристика горизонтальных оппозитных компрессоров приведена в табл. VII—5.

На верхнюю плоскость фундамента перед установкой компрессора (установочный чертеж компрессора А01200П показан на рис. VII—4) наносят насечки, очищают и промывают водой для лучшего сцепления с бетонной подливкой. При этом отметка верхней плоскости фундамента должна быть на 50—60 мм ниже отметки подошвы рамы компрессора. Свободная длина фундаментного болта от подошвы рамы компрессора должна составлять 180—210 мм.

Перемещение компрессора к месту установки и установку его на фундамент производят одним из механизированных способов, предусмотренных ППР. Схема строповки показана на рис. VII—5. Перед подъемом проверяют надежность строповки. Компрессор устанавливают на фундамент на стальные подкладки, предварительно притертые к фундаментам и установленные в местах установочно-регулировочных винтов компрессора. Установку компрессора в горизонтальной плоскости при помощи установочных винтов начинают с установки рамы по уровням. Один уровень располагают на консольном конце вала, другой — на контрольной линейке, уложенной на торцы рамы после снятия верхней крышки компрессора. По окончании установки компрессора предварительно затягивают фундаментные болты средним усилием одного человека на плече 0,5 м. При затяжке следят за показаниями уровней, которые не должны изменяться более чем на 0,5 деления от первоначальных. Если изменения более значительные, то проверяют прилегание стальных подкладок к фундаменту и устраняют их качку. После предварительной затяжки фундаментных болтов их вновь отпускают в обратном порядке и затягивают в том же порядке и тем же усилием, что и в первый раз. Показания уровней при этом не должны меняться более чем на 0,5 деления. После этого приступают к установке опор под направляющими. При выставке опор щупом контролируют прилегание опорных плит к направляющим и нажимных фланцев к сферическим кольцам.

В случае плотного прилегания в указанных местах щуп 0,03 мм проходить не должен. Опоры поджимают при помощи регулирующих винтов, контролируют уровнем, установленным на контрольные платики направляющей.

Отклонения компрессора от горизонтального положения не должны превышать 0,1 на 1 м длины в направлении оси вала и 0,2 мм на 1 м длины в направлении оси рядов. Проверяют также расхождение щек коленчатого вала, которое не должно превышать 0,03 мм. При этом пользуются приспособлением с индикатором ча-

Таблица VII—5

Показатели	Компрессоры					
	А0600П	А01200П	ДА0275П	ДА0550П	ДАОН175П	ДАОН350П
Холодопроизводительность, Вт	667 000	1 334 000	319 000	638 000	203 000	406 000
Температура, °С						
кипения	—15	—15	—40	—40	—50	—50
конденсации	+30	+30	+35	+35	+35	+35
Частота вращения, $мин^{-1}$	500	500	500	500	500	500
Число цилиндров	2	4	4	4	4	4
Габаритные размеры, мм						
длина	4570	5 700	4060	5 500	4060	5 600
ширина	4000	5 000	4860	5 120	4860	5 120
высота	1500	1 700	1500	1 700	1500	1 700
Масса компрессора, кг	5800	10 800	7250	13 250	7300	13 300
Масса электродвигателя, кг	3870	5 870	4130	5 870	4130	5 870

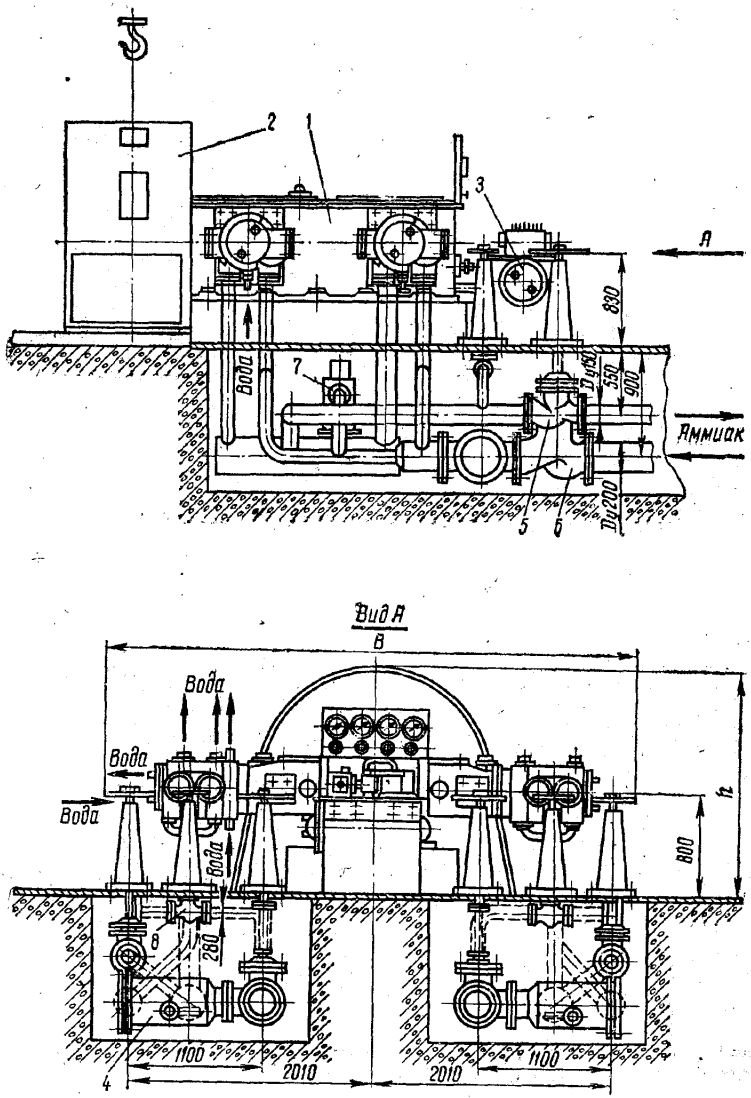


Рис. VII—4. Установочный чертеж компрессора А01200П:

1 — компрессор; *2* — электродвигатель; *3* — агрегат смазки; *4* — грязеуловитель; *5* — вентиль диаметром 150 мм; *6* — вентиль диаметром 200 мм; *7* — предохранительный клапан; *8* — вентиль диаметром 50 мм

сового типа, устанавливаемым на расстоянии 270±5 мм от оси шатунной шейки. Подливку фундаментных болтов и фундамента выполняют так же, как и у вертикальных машин. По высоте подливка должна не доходить на 15—20 мм до верхнего края желоба рамы. Уплотнение бетонной смеси под фундаментной рамой производят со всех сторон рамы с помощью вибратора. После затвердения бетонной подливки установочные винты на раме ослабляют и окончательно затягивают гайки фундаментных болтов динамометрическим ключом

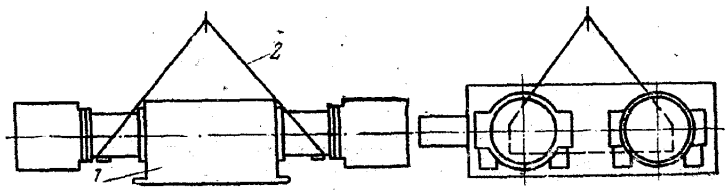
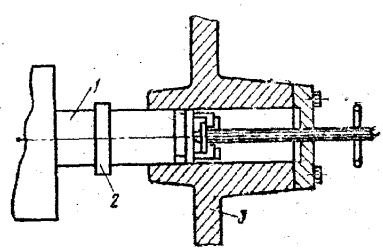


Рис. VII—5. Схема строповки оппозитного компрессора:
1 — компрессор; *2* — строп

(момент затяжки 25 000 Н·см). После окончательной обтяжки фундаментных болтов и опор под направляющими проверяют установку по уровням и заносят показания в карту общей сборки формуляра компрессора.

Детали и узлы электродвигателя к месту монтажа доставляют в заводской упаковке. Для расконсервации деталей и узлов применяют нагретое до 105—110° С минеральное масло, бензин марки Б-70 или уайт-спирит. Затем детали протирают чистыми салфетками. Ротор электродвигателя насаживают на свободный конец вала компрессора до упора в бурт с помощью специального приспособления, показанного на рис. VII—6. От осевого перемещения ротор стопорят двумя

Рис. VII—6. Специальное приспособление для монтажа электродвигателей:
1 — вал компрессора; *2* — бурт; *3* — ротор электродвигателя



планками, укрепленными на нем; от проворота заклинивают двумя парами тангенциальных шпонок.

Выверку, регулировку и подливку электродвигателя производят способами, указанными ранее. При этом допускаются следующие отклонения: горизонтальность подушек — 0,2 мм на 1 м; взаимное положение подушек относительно горизонта — 0,4 мм на 1 м; воздушный зазор между расточкой статора и каждым полюсом ротора электродвигателя, замеренный над серединой полюса, не должен отли-

чаться от среднего воздушного зазора, указанного в паспорте, более чем на 10%; минимальный зазор в двигателе консольного исполнения должен быть сверху с тем, чтобы направление силы магнитного притяжения не совпадало с направлением силы веса, что уменьшает нагрузку на подшипник. Эти зазоры измеряют щупами из мягкого металла (чтобы не повредить обмотку) — алюминия или меди; нижний зазор должен быть больше верхнего на 30%; боковые зазоры не должны отличаться один от другого более чем на 10%.

Агрегат смазки механизма движения устанавливают на фундамент или на балки перекрытия со стороны валоповоротного механизма компрессора. Горизонтальность установки агрегата проверяют уровнем, уложенным на верхней плите, по двум взаимно перпендикулярным направлениям. Допускаемое отклонение 2 мм на 1 м длины. После выверки агрегата производят заливку фундаментных болтов (крепление к балкам перекрытия).

Перед монтажом маслопроводов трубы продувают сжатым воздухом. Смонтированные маслопроводы промывают, прокачивая через них масло масляным насосом в течение 1 ч, предварительно сняв трубки подвода масла к коренным подшипникам. Герметичность системы проверяют давлением масла 0,6 МПа.

Перед началом холостой обкатки компрессора протирают компрессор снаружи; заправляют раму компрессора и лубрикатор соответствующими маслами; снимают клапанные крышки и нажимные фонари с клапанами; проверяют при помощи свинцовых полосок, уложенных на край поршня вблизи от зеркала цилиндра, величину мертвого пространства; проворачивают на 1—2 оборота коленчатый вал и убеждаются, что шестерня валопривода выведена из зацепления; открывают вентиль воды на охлаждение цилиндров и подшипников; агрегат смазки включают за 5 мин до пуска компрессора и убеждаются, что все маслопроводящие трубки заполнены маслом и масло поступает ко всем точкам смазки. Компрессор обкатывают в течение 24 ч (из них 23 ч без клапанов). Процесс обкатки подразделяют на 6 периодов: I период — непродолжительное время до полных оборотов электродвигателя; II период — 5 мин; III период — 30 мин; IV период — 6 ч; V период — до 23 ч работы без клапанов; VI период — 1 ч работы с клапанами.

После IV периода обкатки масло полностью сливают и всю масляную систему промывают. Щелевые масляные фильтры снимают, промывают и продувают. При обкатке компрессора с клапанами воздух всасывается через грязеуловитель, сетку которого оборачивают несколькими слоями бязи, смоченной маслом. Воздух выбрасывается в атмосферу вне компрессорной станции, для чего отсоединяют трубопровод между маслоотделителем и конденсатором. После окончания холостой обкатки меняют масло, промывают компрессор и все фильтры, а также оформляют акт.

МОНТАЖ АММИАЧНЫХ КОМПРЕССОРНЫХ АГРЕГАТОВ ДВУХСТУПЕНЧАТОГО СЖАТИЯ С РОТАЦИОННЫМИ БУСТЕР-КОМПРЕССОРАМИ

Аммиачные двухступенчатые автоматизированные компрессорные агрегаты АДС-РАБА и АД-90-3 предназначены для работы в составе промышленных холодильных установок.

Таблица VII—6

Показатели	Компрессорные агрегаты двухступенчатого сжатия			
	АДС-РАБ-60А	АДС-РАБ-150А	АДС-РАБ-200А	АД90-3
Холодопроизводительность, Вт	87 000	168 200	215 760	104 400
Температура, °С				
кипения	—50	—30	—30	—40
конденсации	35	35	35	35
Марка компрессорного агрегата				
I ступени	АК-РАБ-100А/1	АК-РАБ-100А/4	АК-РАБ-100А/2	РБ-90
II ступени	АВ100/А	АВ100/А	АУ200/А	П110
Габаритные размеры агрегата, мм				
I ступени				
длина	2040	2110	2110	3185
ширина	1885	1885	1885	1450
высота	1920	1920	1920	1850
II ступени				
длина	2240	2440	2300	—
ширина	1090	1090	1350	—
высота	1690	1690	1815	—
Масса агрегата, кг				
I ступени	1710	1810	1815	3500
II ступени	2200	2200	2860	—

Примечание. В таблице указаны габаритные размеры и масса агрегата АД в объеме поставки.

Ряд АДС-РАБА включает три типа агрегатов: АДС-РАБ-60А, АДС-РАБ-150А и АДС-РАБ-200А. Агрегаты АДС-РАБ-200А и АДС-РАБ-150А рассчитаны для работы в диапазоне температур кипения от —25 до —35° С при температуре конденсации до 35° С. Агрегат АДС-РАБ-60А — в диапазоне температур кипения от —45 до —55° С и температуре конденсации до 35° С.

Агрегат двухступенчатого сжатия АДС-РАБА представляет собой комплект оборудования, состоящий из двух компрессорных агрегатов одноступенчатого сжатия, промежуточного сосуда и пульта управления, входящий в состав двухступенчатой холодильной машины с полным промежуточным охлаждением и одноступенчатым дросселированием.

Техническая характеристика агрегатов АДС-РАБА и АД-90-3 приведена в табл. VII—6.

Агрегат АДС-РАБА поступает на монтажную площадку в виде самостоятельных сборочных единиц: компрессорного агрегата низкой ступени АК-РАБ-100А; маслоотделителя низкой ступени с обратным клапаном; промежуточного сосуда 60-СПА со щитом автоматики; компрессорного агрегата высокой ступени (АВ100/А для АДС-РАБ-60А и АДС-РАБ-150А или АУ200/А-720 для АДС-РАБ-200А); пульта управления ПУМ-200Р; электропусковой аппаратуры (станция управления и кнопочные посты).

Таблица VII—7

Показатели	Компрессорные агрегаты одноступенчатого сжатия			
	АК-РАБ-100А/1	АК-РАБ-100А/2	АК-РАБ-100А/3	АК-РАБ-100А/4
Холодопроизводительность, Вт	74 240	208 800	53 360	150 800
Температура, °С				
промежуточная	—20	—5	—20	—5
кипения аммиака	—50	—30	—50	—30
Частота вращения, мин$^{-1}$	980	980	735	735
Расход охлаждающей воды, м^3/ч	2	2	1,5	1,5
Масса агрегата с маслоотделителем, кг	1875	1980	1875	1980

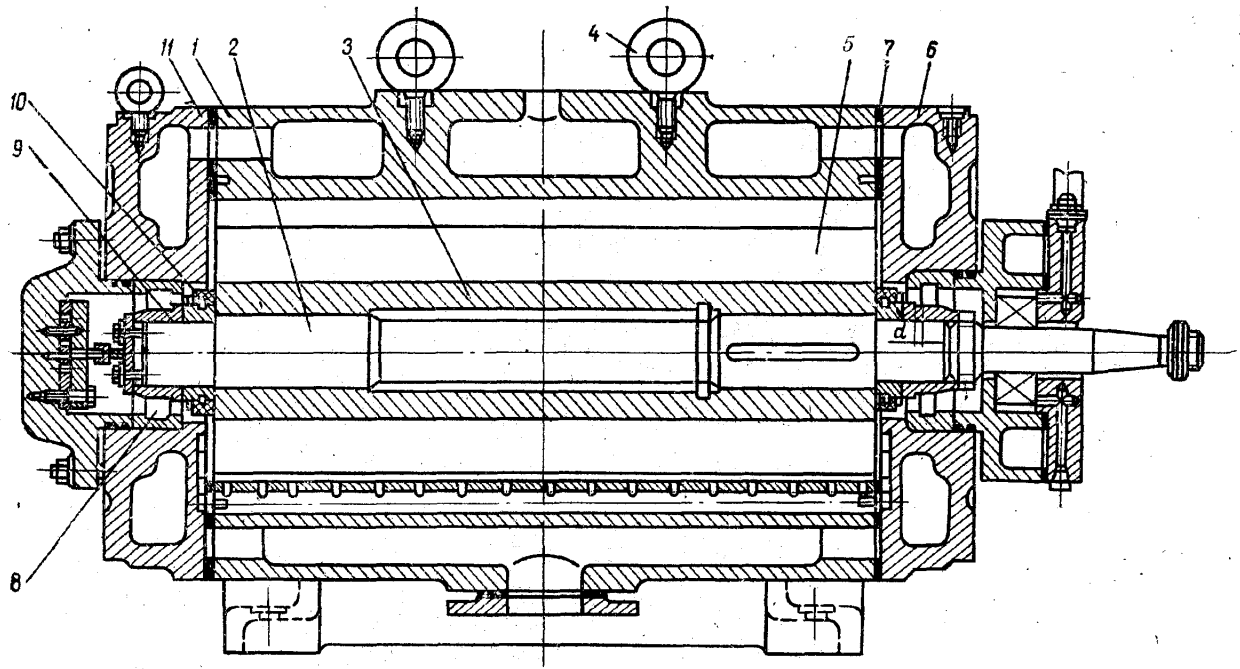


Рис. VII—7. Продольный разрез ротационного компрессора РАБ100А:

1 — цилиндр; *2* — вал; *3* — чугунный барабан; *4* — рым-болт; *5* — асботекстолитовые пластины; *6*, *11* — крышки; *7* — уплотнительная прокладка; *8* — наружные обоймы подшипников; *9* — внутренние обоймы подшипников; *10* — уплотняющие кольца

Компрессорный агрегат АК-РАБ-100А в зависимости от частоты вращения вала компрессора и мощности установленного двигателя имеет четыре модификации. Продольный разрез компрессора РАВ100А показан на рис. VII—7.

Техническая характеристика компрессорных агрегатов АК-РАБ-100А приведена в табл. VII—7.

Монтаж компрессорных агрегатов АК-РАБ-100А заключается в установке их на подготовленный фундамент, проверке установки фундаментной рамы по осям и уровню, центровке валов компрессора и электродвигателя, монтаже трубопроводов, ревизии компрессора и обкатке его перед пуском. Установку, выверку и закрепление агрегата на фундаменте, а также проверку качества центровки валов с пальцевыми полумуфтами производят так же, как и блок-картерных компрессоров. Расстояние между торцами валов компрессора и электродвигателя должно составлять 95 мм (допуск ± 2 мм). Равномерность затяжки резинового кольца соединительной муфты проверяют глубиномером через специально предусмотренные отверстия в диске и проставке (отклонение не более 0,3 мм). В процессе ревизии ротационного компрессора проверяют состояние и чистоту цилиндра (корпуса), ротора и сальников. Дефекты, обнаруженные при ревизии компрессора, устраняют. Детали промывают керосином, смазывают и собирают компрессор с соблюдением чистоты и проверкой зазоров, величины которых приведены в табл. VII—8.

Таблица VII—8

Место монтажного замера	Название и обозначение зазора	Величина зазора, мм	Чем обеспечивается зазор
Радиальный зазор между ротором и корпусом в нижней части	Радиальный P	0,18—0,20	Призонными штифтами в крышках цилиндра
Суммарный осевой зазор между бортами внутренних колец и роликами подшипника при закрепленных наружных крышках	Тепловой T	0,5—0,6	Толщиной прокладок между цилиндром и его крышками
Минимальный осевой зазор между ротором и крышкой цилиндра со стороны сальника	Гарантийный $Г_1$	0,1—0,12	Шириной дистанционного кольца между ротором и внутренним кольцом роликоподшипника
Минимальный осевой зазор между ротором и крышкой цилиндра со стороны глухой крышки	Гарантийный $Г_2$	0,1—0,12	Толщиной прокладки под крышку подшипника
Разность длины ротора и пластин (пластины короче ротора)		0,7—1,0	

Перед холостой обкаткой агрегата заливают маслом маслоотделитель до верхней кромки смотрового стекла через специальное отверстие в корпусе сальника — сальниковую камеру. Компрессор с электродвигателем проворачивают за муфту вручную и убеждаются в отсутствии защемления подвижных деталей компрессора. Вращение должно быть равномерным, без заеданий. Компрессор пускают после подачи воды на охлаждение его и постепенно открывают всасывающий вентиль. После достижения номинальной частоты вращения компрессор останавливают. Если во время первого периода обкатки никаких дефектов не обнаружено, компрессор вновь пускают на 5 мин, а затем осматривают. Третий период обкатки длится 30 мин, а четвертый — 6 ч. В последний период обкатки регулируют подачу смазки в каждую точку. Монтаж и испытание компрессорного агрегата высокой ступени, а также вспомогательных аппаратов и трубопроводов производят в последовательности, описанной в соответствующих главах справочника.

Агрегат АД-90-3 состоит из смонтированных на общей металлической раме поршневого компрессора П110 высокой ступени с приводом через эластичную муфту от асинхронного электродвигателя, ротационного бустер-компрессора РБ90 с приводом через эластичную муфту от асинхронного электродвигателя, двух щитов приборов, двух пультов управления и контроля, маслоотделителей высокой и низкой ступени. В комплект поставки входит промежуточный сосуд СПА600 с щитом приборов. Технология монтажа агрегата аналогична технологии монтажа описанных компрессорных агрегатов.

Промежуточный сосуд устанавливают на бетонном основании и крепят анкерными болтами М20 длиной 450 мм, входящими в комплект поставки агрегата.

МОНТАЖ АММИАЧНЫХ КОМПРЕССОРНЫХ АГРЕГАТОВ ДВУХСТУПЕНЧАТОГО СЖАТИЯ С ВИНТОВЫМИ БУСТЕР-КОМПРЕССОРАМИ

Автоматизированный аммиачный двухступенчатый агрегат АД 130—3 предназначен для применения в составе стационарных холодильных установок промышленного типа в диапазоне температур кипения аммиака от —25 до —55° С и температуры конденсации до 45° С. Агрегат рассчитан для работы по схеме двухступенчатого сжатия с полным промежуточным охлаждением и поступает тремя поставочными блоками (агрегаты высокой и низкой ступеней, промежуточный сосуд со щитом приборов).

Винтовой бустер-компрессорный агрегат низкой ступени 5ВХ350/2,6А1V (рис. VII—8) состоит из винтового бустер-компрессора, приводного электродвигателя, маслоотделителя, масляной системы, щита приборов и блока управления, скомпонованных в единый блок.

Компрессорный агрегат высокой ступени А110 (рис. VII—9) состоит из бескрейцкопфного компрессора П110, приводного электродвигателя, маслоотделителя, щита приборов и блока управления, смонтированных на общей железобетонной раме.

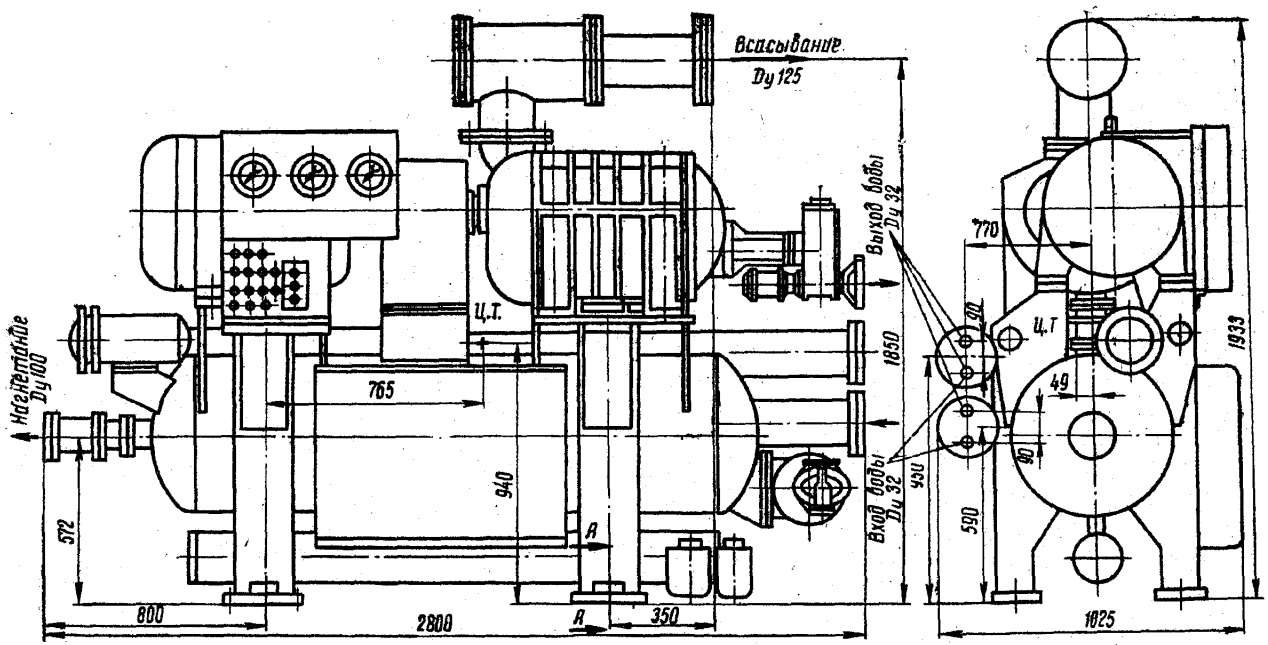


Рис. VII—8. Винтовой бустер-компрессорный агрегат 5ВХ350/2, 6А/У

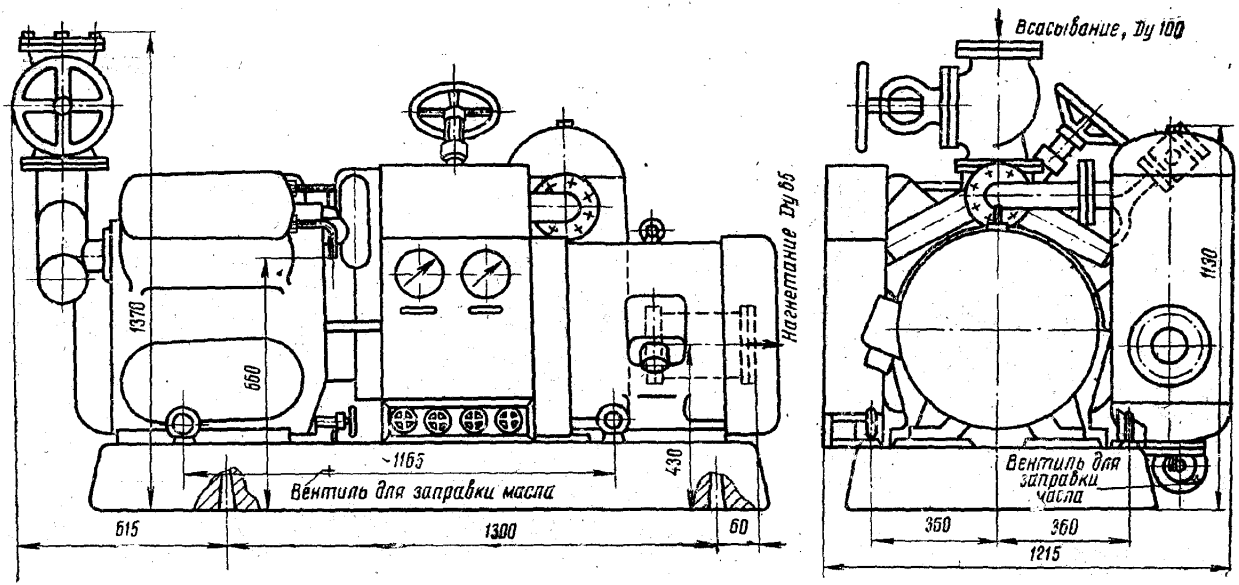


Рис. VII—9. Компрессорный агрегат А110

Техническая характеристика агрегата АД130-3

Холодопроизводительность, Вт при температуре кипения —40° С и конденсации 35° С	150 800
Частота вращения вала компрессора, мин$^{-1}$	
I ступени	2920
II ступени	1480
Расход охлаждающей воды, м^3/ч	9
Масса агрегата в объеме поставки (без промежуточного сосуда и приборного щита), кг	640

Агрегаты I и II ступеней, а также промежуточный сосуд доставляют к месту монтажа одним из механизированных способов, предусмотренных ППР. После установки агрегатов на фундаментах (допускаемое отклонение от горизонтали 0,2 мм на 1 м длины) их крепят четырьмя фундаментными болтами М20×550 мм, входящими в комплект поставки. Между фундаментом и железобетонной плитой агрегата А110 производят бетонную подливку. Перед холостой обкаткой винтового компрессорного агрегата проверяют масляную систему в последовательности: закрывают вентиль на маслопроводе перед компрессором; отжимают клапан соленоидного вентиля на маслопроводе; открывают все вентили на маслопроводе; включают электродвигатель масляного насоса и регулируют с помощью редукционного вентиля перепад давлений на масляном насосе, который должен составлять 0,3—0,35 МПа; после двухчасовой работы маслосистемы вскрывают масляные фильтры, промывают фильтрующие элементы и вновь включают в работу насос (прокачивают масло, промывая фильтрующие элементы, до прекращения выпадания осадков на фильтрующих элементах); по окончании испытания маслосистемы отработанное масло сливают и заправляют систему чистым маслом.

Холостую обкатку винтового компрессора проводят при открытых вентилях на всасывающей и нагнетательной сторонах компрессора при положении золотника, установленного на максимальную производительность. Перед включением электродвигателя компрессора ротор проворачивают вручную на несколько оборотов. Ротор компрессора должен вращаться по направлению стрелки, нанесенной на переднюю крышку компрессора. Холостую обкатку производят в течение 30 мин. По окончании холостой обкатки агрегатов низкой и высокой ступени (компрессор высокой ступени обкатывают в последовательности, описанной на с. 237,239) испытывают всю систему агрегата по нормам, приведенным в главе XIV справочника.

МОНТАЖ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ РАССОЛА И НЕПОСРЕДСТВЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Аммиачные и фреоновые холодильные машины типов ХМ, УА и УАН предназначены для создания искусственного холода в стационарных камерах с рассольным охлаждением или непосредственным кипением хладагента. Холодильные машины состоят из компрессорно-конденсаторного агрегата, испарительно-регулирующего агрегата, приборов защиты, управления и регулирования. Холодильные машины для систем непосредственного охлаждения поступают без испа-

Таблица VII—9

Показатели	Холодильные машины						
	ХМ-АВ22/1	ХМ-АУ45	ХМ-АУУ90А	УА-100	УАН-100	УА-200	УАН-200
Холодопроизводительность, Вт	17 400 / 26 100	34 800 / 52 200	69 600 / 104 400	110 200	110 200	220 400	220 400
Температура, °С							
испарения	—10	—10	—10	—15	—15	—15	—15
конденсации	+22	+22	+22	+30	+30	+30	+30
Потребляемая мощность, кВт	5,5 / 8,3	11 / 16,5	22 / 33	33	33	66	66
Марка компрессорно-конденсаторного (компрессорного) агрегата	АК-АВ22	АК-АУ45	АК-АУУ90А	АВ100/А	АВ100/А	АУ200/А	АУ200/А
Масса, кг	1240 / 1510	1730 / 2370	3050 / 3540	6950	5350	7030	6530

Продолжение

Показатели	Холодильные машины						
	АМ110-2	АМ110-2Р	АМ220-2	АМ220-2Р	ХМ-АВ$_1$22	ХМ-АУ$_1$45	ХМ-АУУ$_1$90
Холодопроизводительность, Вт	125 280	125 280	251 720	251 720	17 400 / 26 100	34 800 / 52 200	63 600 / 104 400
Температура, °С							
испарения	от минус 30 до минус 15				—10	—10	—10
конденсации	до плюс 40				+22	+22	+22
Потребляемая мощность, кВт	39	39	79	79	5,6 / 8,4	11,25 / 16,8	22,5 / 33,6
Марка компрессорно-конденсаторного (компрессорного) агрегата	П110-72	П110-71	П220-72	П220-71	АК-АВ$_1$22	АК-АУ$_1$45	АК-АУУ$_1$90
Масса, кг	4550	4600	6950	7000	1370 / 1475	1960 / 2410	3475 / 4153

Примечание. Показатели холодильных машин ХМ-АВ22/1, ХМ-АУ45, ХМ-АУУ90А, ХМ-АВ$_1$22, ХМ-АУ$_1$45 и ХМ-АУУ$_1$90 даны для двух вариантов исполнения.

рительно-регулирующего агрегата. Рассольные и водяные насосы в объем поставки не входят.

Аммиачные автоматизированные холодильные машины типа АМ предназначены для систем с рассольным охлаждением и представляют собой комплект оборудования, размещенного на общей раме. В состав машины входят поршневой компрессор с электродвигателем, конденсатор, испаритель, маслоотделитель и щит приборов.

Техническая характеристика холодильных машин приведена в табл. VII—9.

Технология монтажа агрегатов, испытания смонтированных агрегатов и машины в целом аналогична описанной в соответствующих главах справочника.

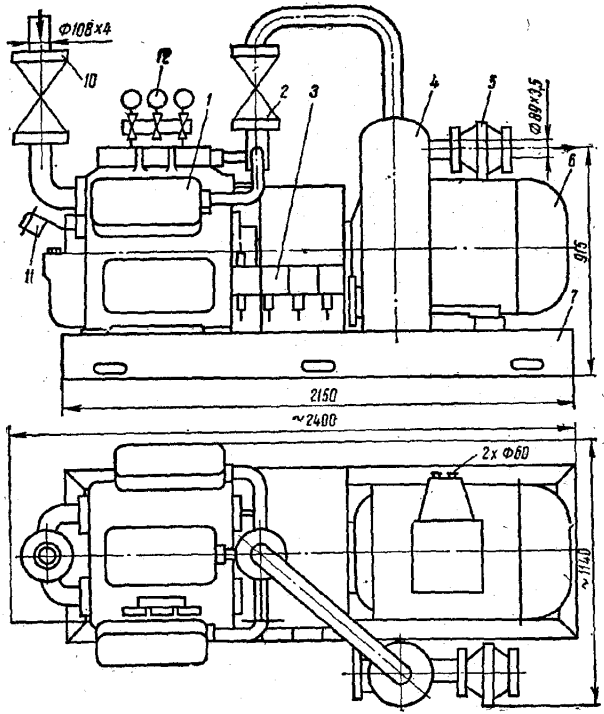
Холостую обкатку автоматизированных холодильных машин производят на «местном» (ручном) управлении.

ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ИМПОРТНЫХ АММИАЧНЫХ КОМПРЕССОРНЫХ АГРЕГАТОВ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ВОДЫ, РАССОЛА И ДЛЯ СИСТЕМ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Компрессорные агрегаты типа НФ (рис. VII—10) завода ЧКД — Прага (ЧССР) состоят из компрессора одноступенчатого сжатия марки НФ, соединенного муфтой с электродвигателем, сагрегатиро-

Таблица VII—10

Показатели	Компрессорные агрегаты			
	НФ411	НФ611	НФ811	2Е150
Холодопроизводительность, Вт	107 880	162 400	216 920	116 000
Температура, °С				
кипения	—15	—15	—15	—10
конденсации	35	35	35	25
Частота вращения, $мин^{-1}$	960	960	960	725
Число цилиндров	4	6	8	2
Диаметр поршней, мм	125	125	125	155
Ход поршней, мм	100	100	100	120
Максимальное давление, МПа				
на всасывании	0,4	0,4	0,4	0,35
на нагнетании	1,6	1,6	1,6	1,5
Расход охлаждающей воды, л/ч	320	400	480	330
Габаритные размеры, мм				
длина	2355	2400	2900	1100
ширина	1090	1140	1242	600
высота	1710	1690	1800	930
Масса агрегата, кг	2115	2450	3242	2100



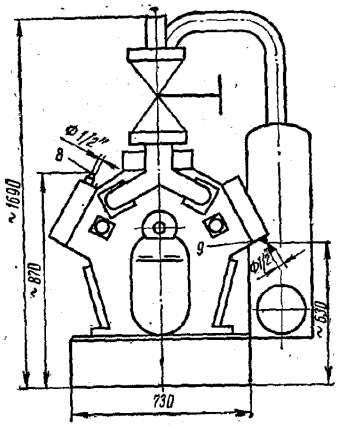


Рис. VII—10. Компрессорный агрегат НФ611:

1 — компрессор; *2* — нагнетательный запорный клапан; *3* — приборы защиты; *4* — маслоотделитель; *5* — обратный клапан; *6* — электродвигатель; *7* — рама агрегата; *8* — штуцер для выхода воды; *9* — штуцер для входа воды; *10* — всасывающий клапан запорный; *11* — регулирующий клапан; *12* — манометры

ванных на общей раме с маслоотделителем, приборами защиты и управления. Компрессор марки НФ — вертикальный, быстроходный, непрямоточный, простого действия, с водяным охлаждением. Техническая характеристика компрессорных агрегатов типа НФ приведена в табл. VII—10.

Строповку компрессорных агрегатов НФ производят за стальные штанги, которые предварительно продвигают сквозь овальные крайние отверстия в раме агрегата. Приемку фундамента и установку аг-

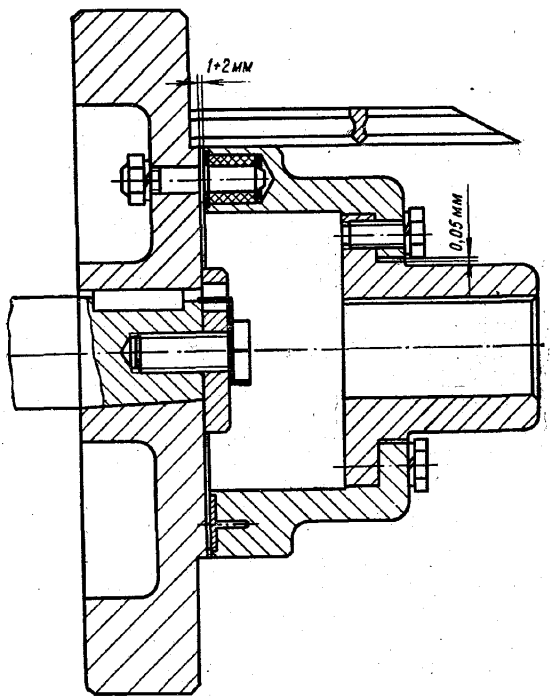


Рис. VII—11. Схема проверки соосности валов компрессора и электродвигателя агрегата НФ

регата на нем выполняют аналогично описанному на с. 239. Для выверки горизонтальности установки уровень укладывают на обработанные поверхности рамы агрегата. При проверке соосности валов компрессора и электродвигателя по схеме, приведенной на рис. VII—11, пользуются щупами. После установки и выверки агрегата производят подливку до высоты 30 мм. После затвердения бетона

и окончательной обтяжки гаек фундаментных болтов приступают к подготовке холостой обкатки; которая состоит из следующих операций: осмотр поршней, пальцев и клапанов; проверка величины вредного пространства (0,8—1,2 мм); заполнение маслом ХА-30 картера, крышки, насоса и сальника до $^2/_3$ указателя уровня; дотяжка болтовых соединений компрессора и трубопроводов.

При холостой обкатке наблюдают за нагревом подшипников и давлением масла (в течение 60 с с момента пуска давление масла должно достичь 0,2—0,25 МПа).

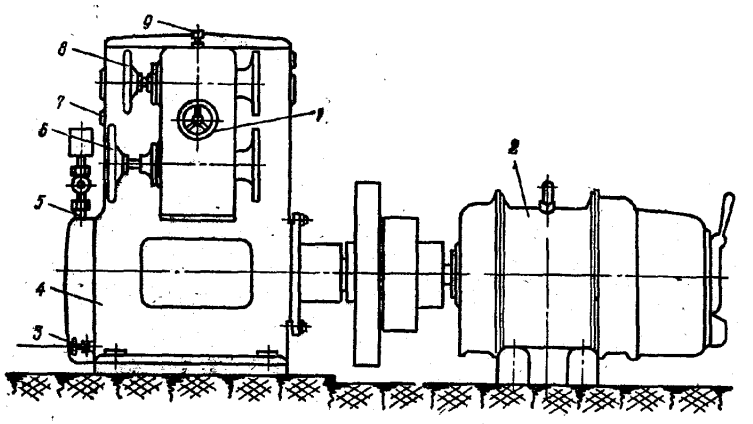


Рис. VII—12. Компрессорный агрегат 2Е150:

1 — разгрузочный вентиль; *2* — электродвигатель; *3* — масляный вентиль; *4* — картер; *5* — крышка маслонасоса; *6* — всасывающий вентиль; *7* — кран охлаждающей воды; *8* — нагнетательный вентиль; *9* — воздушный вентиль

Компрессор марки 2Е150 (Венгрия) (рис. VII—12), входящий в состав агрегата, вертикальный, двухцилиндровый, прямоточный, аммиачный, с водяным охлаждением.

Приемку фундамента и установку компрессора на нем выполняют аналогично описанному на с. 230. Во время пуска компрессора после достижения номинальной частоты вращения плавно открывают нагнетательный вентиль и одновременно постепенно закрывают разгрузочный вентиль.

Если при полном открытии нагнетательного вентиля и полном закрытии разгрузочного вентиля не наблюдаются стуки и ненормальности в работе компрессора, то постепенно открывают всасывающий вентиль, доводя открытие до отказа при отсутствии стука в компрессоре.

ГЛАВА VIII

МОНТАЖ ОСНОВНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ, АППАРАТНЫХ АГРЕГАТОВ И УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ВОДЫ

К основным теплообменным аппаратам холодильных установок относят конденсаторы, испарители; к устройствам для охлаждения воды — градирни и охлаждающие пруды.

МОНТАЖ КОНДЕНСАТОРОВ И ИСПАРИТЕЛЕЙ

В конденсаторах холодильных установок хладагент отдает тепло охлаждающей среде (воде или воздуху) и в результате отвода тепла конденсируется. Кожухотрубные, кожухозмеевиковые и элементные конденсаторы охлаждаются водой, конденсаторы малых холодильных машин — воздухом, оросительные и испарительные конденсаторы — воздухом с одновременным орошением водой, испаряющейся на поверхности конденсаторов.

Наибольшее применение получили кожухотрубные (вертикальные и горизонтальные), кожухозмеевиковые, элементные, а в последнее время — испарительные конденсаторы.

Горизонтальные кожухотрубные и кожухозмеевиковые конденсаторы состоят из горизонтального кожуха и труб. В трубах протекает охлаждающая вода (последовательно по нескольким группам труб), а в межтрубном пространстве конденсируется хладагент. Трубы закреплены в двух трубных решетках. Кожухи, решетки и трубы аммиачных конденсаторов стальные, крышки чугунные или стальные, сварные. У фреоновых конденсаторов трубы медные или стальные, кожухи и решетки обычно стальные. Медные трубы фреоновых конденсаторов имеют накатные ребра. Чтобы избежать возможного прогиба труб в кожухе устраивают поддерживающие перегородки. Нижнюю часть кожуха иногда оставляют без труб и используют как ресивер для жидкого хладагента.

В кожухозмеевиковых конденсаторах трубы закреплены в одной решетке. Трубы прямые с калачами на концах. Эти конденсаторы применяют при наличии чистой воды преимущественно в фреоновых холодильных установках.

Кожухотрубные аммиачный и фреоновый конденсаторы показаны на рис. VIII—1.

Техническая характеристика аммиачных кожухотрубных конденсаторов КТГ приведена в табл. VIII—1.

Элементные конденсаторы состоят из нескольких элементов, причем каждый элемент представляет собой горизонтальный кожухотрубный конденсатор небольших размеров. Общая площадь поверхности конденсатора равна сумме площадей поверхности его элементов. Несколько элементов, смонтированных один над другим в металлическом каркасе, образуют секцию. Длина элемента бывает 3 и 5 м. Диаметр кожуха 245×7 мм, диаметр труб 38×3,5 мм. Количество труб в элементе — 14. Масса элемента в зависимости от длины составляет 275—300 кг. Площадь теплопередающей поверхности элемента в зависимости от длины — 4 и 6,6 м^2. Парообразный аммиак

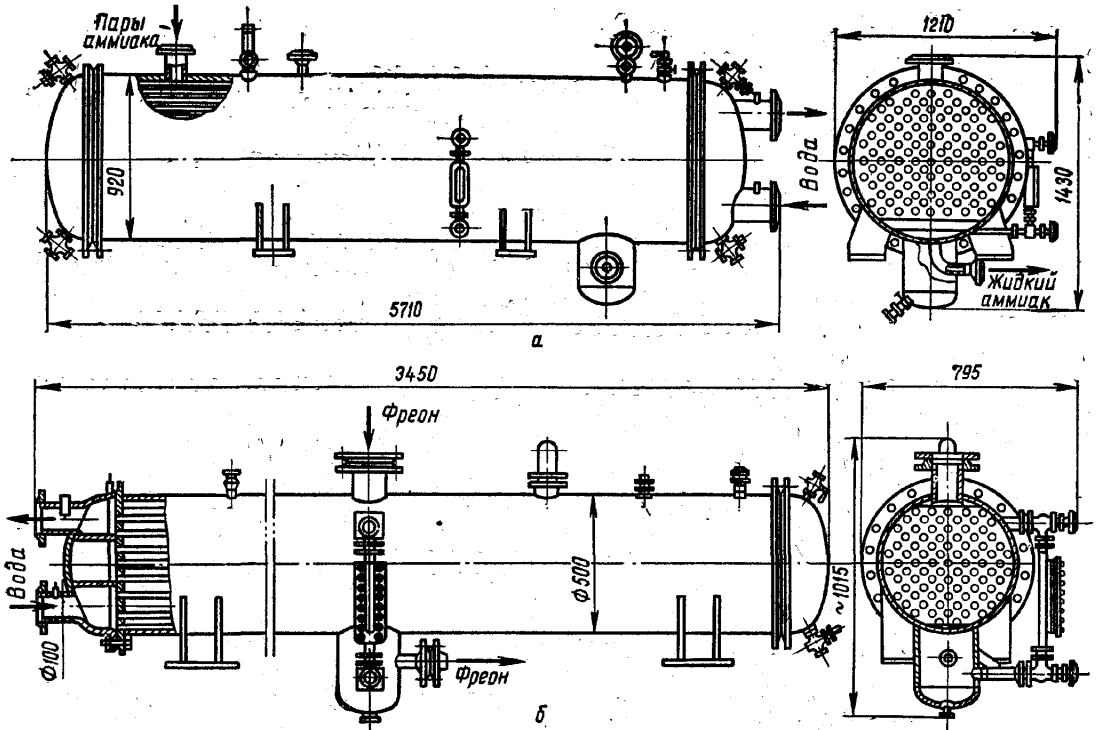


Рис. VIII—1. Кожухотрубные конденсаторы:

а — аммиачный марки 10КТГ (площадь поверхности 10 м²); *б* — фреоновый с оребренными трубами (площадь поверхности 75 м²)

Таблица VIII—1

Конденсаторы	Площадь поверхности, м²	Габаритные размеры, мм				Количество труб	Число ходов по воде	Емкость, м³		Масса, кг
		диаметр×толщина стенки	длина	ширина	высота			межтрубного пространства	трубного пространства	
КТГ-25	25	500×8	3430	810	1100	144	8	0,39	0,17	1 140
КТГ-32	32	500×8	4430	810	1100	144	8	0,52	0,19	1 440
КТГ-40	40	600×8	3520	910	1290	216	8	0,53	0,25	1 550
КТГ-50	50	600×8	4520	910	1290	216	8	0,7	0,32	1 980
КТГ-65	65	600×8	5520	910	1290	216	8	0,885	0,4	2 430
КТГ-90	90	800×8	4640	1110	1540	386	8	1,26	0,61	3 300
КТГ-110	110	800×8	5640	1110	1540	386	8	1,58	0,72	4 000
КТГ-140	140	1000×10	4750	1330	2020	614	8/4	2,0	1,02	5 330
КТГ-180	180	1000×10	5750	1330	2020	714	8/4	2,5	1,23	6 450
КТГ-250	250	1200×12	5650	1520	2340	870	8/4	3,5	1,77	9 360
КТГ-300	300	1200×12	6850	1520	2340	870	8/4	4,1	2,0	10 930
КТГ-500	500	1600×20	7190	2635	3230	960	8/4	6,5	5,2	23 110

поступает в верхний элемент и через штуцеры, которыми соединены элементы, последовательно проходит через все элементы, конденсируется на стенках труб и стекает в ресивер, установленный под конденсатором. Вода подается параллельно во все элементы и проходит в каждом по семи ходам, образованным перегородками в крышках.

Техническая характеристика элементных аммиачных 14-трубных конденсаторов приведена в табл. VIII—2.

Таблица VIII—2

Площадь поверхности охлаждения, м²	Количество		Условный проход, мм			Масса, кг
	элементов	секций	пар	жидкость	вода	
8	2	1	32	10	40	865
16	4	1	40	15	50	1635
20	5	1	50	20	70	1985
32	8	2	50	20	70	3160
40	6	2	70	25	80	3785
60	9	3	80	32	100	5600
80	12	3	80	32	125	7175
100	15	3	100	40	125	8785
120	18	3	100	40	150	10 235

Вертикальный кожухотрубный конденсатор (рис. VIII—2) состоит из вертикального кожуха, закрытого трубными решетками, в которых укреплены трубы. На трубы надеты насадки, благодаря которым вода стекает по внутренним поверхностям труб пленкой, не заполняя всего сечения труб. Пары хладагента подаются в верхнюю часть кожуха, а жидкий хладагент отводится снизу. На конденсаторе имеется штуцер для удаления воздуха, размещенный в верхней части кожуха, а также патрубки для присоединения манометра, предохранительного клапана, указателей уровня и уравнительной линии от ресивера.

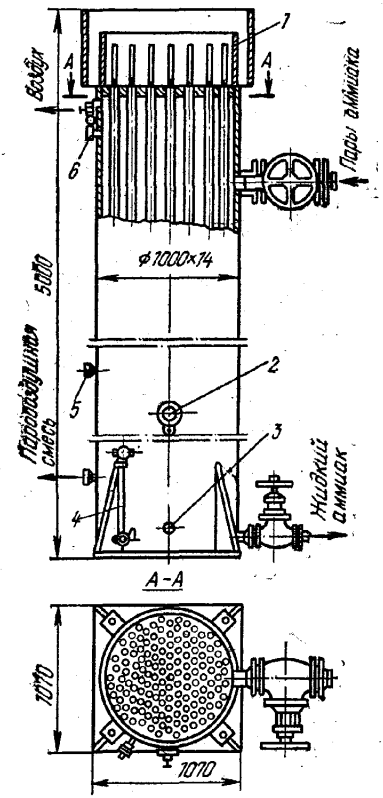


Рис. VIII—2. Вертикальный аммиачный кожухотрубный конденсатор:

1 — водораспределительный бачок; *2* — манометр; *3* — штуцер для спуска масла; *4* — указатель уровня; *5* — штуцер для присоединения уравнительной линии; *6* — предохранительный клапан

Техническая характеристика аммиачных вертикальных кожухотрубных конденсаторов приведена в табл. VIII—3.

Испарительные конденсаторы типа ИК представляют собой змеевики из труб, собранные на металлоконструкциях из угловой стали и обшитые листовой сталью. Змеевики устанавливают на металлическом каркасе, в котором размещен поддон для сбора воды. В верхней части конденсатора устанавливают вентилятор, который засасывает наружный воздух через сетчатый фильтр, размещенный в нижней части конденсатора.

Пары хладагента поступают сначала в форконденсатор, где отводится тепло перегрева. Форконденсатор выполнен из оребренных труб. Из форконденсатора пары направляются в змеевики конденсатора, выполненные из гладких труб, где конденсируются. Вода распыляется в форсунках и орошает змеевики. Навстречу воде движется с большой скоростью воздух и отбирает тепло у воды. Воздух с частицами воды поступает в верхнюю часть конденсатора, где установлены отбойные щитки, с помощью которых вода отделяется от воздуха и стекает вниз, а воздух через вентилятор выбрасывается наружу.

Эти конденсаторы используют для аммиака и фреонов

Таблица VIII—3

Конденсаторы	Площадь поверхности, м²	Диаметр корпуса ×толщ. стенки, мм	Высота, мм	Длина труб, мм	Диаметр штуцера, мм		Масса, кг
					входного	выходного	
50КВ	50	700×8	5500	5000	70	32	2 480
75КВ	75	800×8	5500	5000	70	40	3 350
100КВ	100,4	1000×10	5000	4500	80	40	4 650
125КВ	123,5	1000×10	6000	5500	100	50	5 590
150КВ	146	1200×12	5000	4500	125	50	6 625
250КВ	245	1400×14	5500	5000	150	50	10 605

и устанавливают как внутри помещений, так и на открытом воздухе. При этом в холодное время года подача воды на конденсатор становится ненужной и конденсатор охлаждается только холодным воздухом.

Многие монтажные организации изготовляют их в своих ММЗ и поставляют к месту монтажа в собранном виде.

Наиболее распространены эвапоративные конденсаторы «мЭВАКО» (рис. VIII—3), конструкция которых является самонесущей. Аммиак сначала поступает в систему предварительного охлаждения паров, а затем через маслоотделители — в конденсаторную систему труб диаметром 38×2,6 мм. Вода из пластмассовых водяных форсунок разбрызгивается и под воздействием воздуха, подаваемыми вентиляторами, непрерывно испаряется. Технические данные конденсаторов «мЭВАКО» приведены в табл. VIII—4.

Конденсаторы поступают на монтажную площадку в собранном виде, за исключением элементных, оросительных и эвапоративных. Кожухотрубные горизонтальные конденсаторы монтируют в помещениях машинных или аппаратных отделений. После проверки комплектности и приемки фундамента (опорной металлоконструкции) приступают к монтажу в соответствии с разработанным ППР.

Подставки, на которые устанавливают горизонтальный кожухотрубный конденсатор, должны быть просмолены и покрыты битумом в месте соприкосновения с аппаратом во избежание коррозии.

Горизонтальность установки конденсатора проверяют уровнем, вертикальность — по отвесу. Положение аппарата в горизонтальной плоскости регулируют с помощью подкладок, устанавливаемых под опорные плоскости. Допускаемые отклонения — 0,5 мм на 1 м длины. Элементы элементных конденсаторов устанавливают снизу вверх, тщательно подготовив соединительные штуцеры и установив прокладки. При монтаже вертикального кожухотрубного конденсатора добиваются строго вертикального положения, необходимого в связи с пленочным стеканием воды по стенкам труб. После окончания выверки кожухотрубных, элементных и оросительных конденсаторов затягивают фундаментные болты.

При монтаже конденсаторов «мЭВАКО» вначале размещают на фундаменте нижнюю часть, а затем верхнюю. При подъеме и установке нижней части конденсатора канаты не должны касаться листов

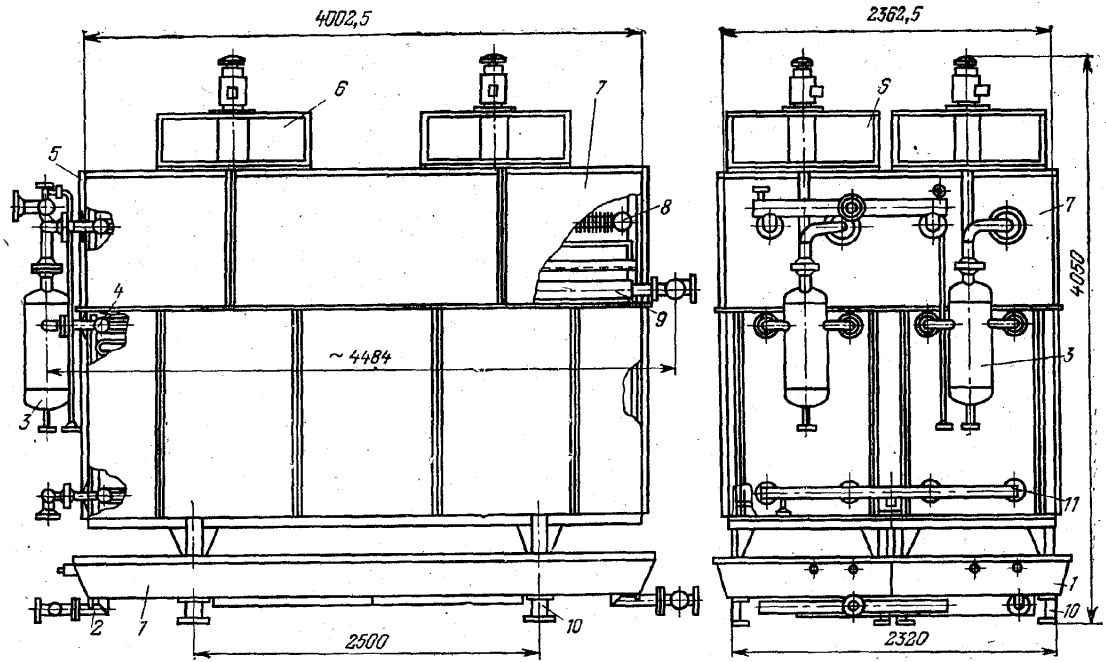


Рис. VIII—3. Конденсатор «мЭВАКО-400»:

1 — поддон; *2* — сливной патрубок; *3* — маслоотделитель; *4* — конденсаторная система труб; *5* — верхняя опорная конструкция; *6* — осевой вентилятор; *7* — листовая обшивка; *8* — система предварительного охлаждения паров аммиака; *9* — разбрызгиватель воды; *10* — опорная ножка; *11* — сборник жидкого аммиака

Таблица VIII—4

Показатели	Конденсаторы				
	МЭВАКО-200	МЭВАКО-400	МЭВАКО-600	МЭВАКО-800	МЭВАКО-1000
Производительность конденсатора при температуре конденсации 35° С, при температуре 18° С, Вт	278 400	556 800	835 200	1 113 600	1 392 000
Расстояние между опорными ножками	2500	2500	2500	2500	2500
Условный проход патрубков, мм:					
аммиачный паровой входной	65	80	100	100	125
жидкостной выходной	40	50	65	80	80
предохранительный продувной	25	25	25	25	25
сливной из маслоотделителя	1×15	2×15	3×15	4×15	5×15
сливной из коллектора	15	15	15	15	15
деаэраторный	15	15	15	15	15
водяной всасывающий	80	100	125	125	125
водяной нагнетательный	800	100	125	150	150
водосбросовый	50	65	80	100	125
Количество вентиляторов, шт.	2	4	6	8	10
Габаритные размеры, мм					
длина	4002	4002	4 002	4 002	4 002
ширина	1182	2362	3 542	4 722	5 902
высота	4050	4050	4 050	4 050	4 050
Масса, кг	3950	7600	11 250	14 700	18 050

кожуха и краев поддона. При подъеме верхней части мягкие пеньковые канаты стропят за крепежные ребра вентиляторов. Перед установкой верхней части вворачивают водоразбрызгивающие форсунки, а затем болтами прикрепляют к каркасу листы обшивки на микропористой резиновой прокладке. При монтаже маслоотделителей, коллекторов нагнетательной стороны и сборников жидкого аммиака применяют клингеритовые (паронитовые) прокладки; водяного коллектора и сливного сборника — прокладки из листовой резины с тканевой прослойкой.

Затем приступают к ревизии, которая заключается в осмотре внутренней части конденсатора при снятых крышках трубной системы, фланцевых уплотнительных поверхностей, штуцеров, вентилей указателей уровня и выпуска масла. Качество вальцовки труб проверяют, простукивая их молотком. Если при этом нет характерного дребезжащего звука, то вальцовка считается удовлетворительной. Проверяют также проходимость труб. Для этого просматривают их, подсвечивая с одной стороны светильником.

Конденсаторы, поставляемые опломбированными и заполненными инертным газом под избыточным давлением, ревизии не подвергают.

Кожухотрубные конденсаторы подвергают гидравлическому и пневматическому испытанию. Гидравлическое испытание трубного пространства на прочность проводят давлением 0,6 МПа в течение 15 мин. Если на манометре за это время не наблюдается падения давления, то аппарат признают выдержавшим испытания. Пневматическому испытанию подвергают межтрубное пространство кожухотрубных аппаратов и трубное оросительных и испарительных конденсаторов. Аппараты испытывают на прочность воздухом под давлением 1,8 МПа. Обычно эти испытания проводят в комплексе с испытаниями других аппаратов и трубопроводов, размещенных в машинном и аппаратном отделениях.

До пуска в работу конденсаторы должны быть технически освидетельствованы в соответствии с § 6—3—1 «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением», утвержденных Госгортехнадзором СССР 19 мая 1970 г.

Испарители холодильной установки предназначены для отвода тепла от хладоносителя (рассолов или воды). Хладоносители охлаждают в горизонтальных кожухотрубных и кожухозмеевиковых, панельных и погружных испарителях.

Кожухотрубный испаритель (рис. VIII—4) представляет собой горизонтальный цилиндрический кожух, в решетках которого развальцованы трубы.

В кожухозмеевиковых испарителях, обычно фреоновых, трубы закреплены в одной решетке (трубы медные, кожух стальной). Холодильный агент в кожухотрубных аппаратах кипит в межтрубном пространстве, хладоноситель протекает в трубах. В кожухозмеевиковых испарителях холодильный агент кипит в трубах, а хладоноситель протекает в межтрубном пространстве, разделенном перегородками.

В аммиачных испарителях применяют стальные бесшовные трубы диаметром 38×3,5 и 25×3 мм. Во фреоновых испарителях — медные оребренные способы накатки трубы. В аммиачных испарителях уровень жидкости поддерживают обычно на высоте 0,8 диаметра кожу-

ха. Во фреоновых 0,5—0,7. Жидкий хладагент подводят снизу. Образующиеся пары отводят сверху через сухопарник.

Техническая характеристика аммиачных кожухотрубных испарителей марки ИКТ и фреоновых кожухотрубных испарителей приведена в табл. VIII—5 и VIII—6.

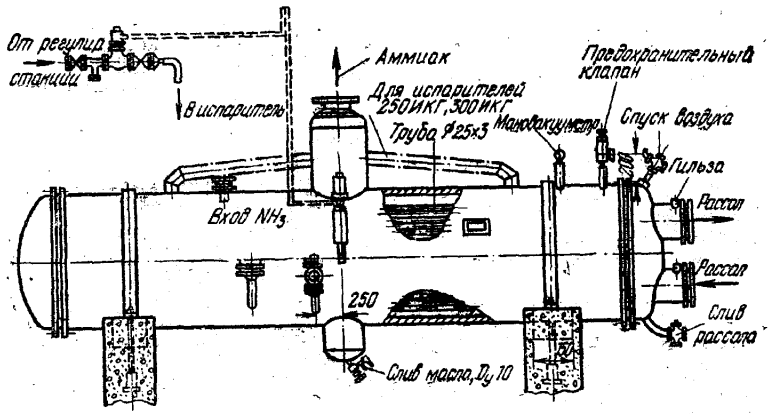


Рис. VIII—4. Горизонтальный аммиачный кожухотрубный испаритель

Таблица VIII—5

Аммиачные испарители	Площадь поверхности, м²	Емкость, м³		Число труб	Число ходов	Габаритные размеры, мм				Масса аппарата, кг
		межтрубного пространства	трубного пространства			Диаметр×Хтолщина стенки	длина	ширина	высота	
ИКТ-32	32	0,5	0,18	144	8	500×8	4520	1000	1800	1 550
ИКТ-40	40	0,52	0,25	216	8	600×8	3580	1075	1900	1 700
ИКТ-50	50	0,70	0,32	216	8	600×8	4580	1075	1900	2 100
ИКТ-65	65	0,89	0,4	216	8	600×8	5580	1075	1900	2 520
ИКТ-90	90	1,14	0,61	386	8	800×8	4670	1310	2350	3 550
ИКТ-110	110	1,58	0,72	386	8	800×8	5670	1310	2350	4 260
ИКТ-140	140	2,1	0,76	616	8	1000×10	4800	1493	2750	5 540
ИКТ-180	180	2,64	0,95	616	8	1000×10	5800	1493	2750	6 655
ИКТ-250	250	3,8	1,35	870	4	1200×12	5920	1788	3270	9 600
ИКТ-300	300	4,5	1,5	870	4	1200×12	6920	1788	3270	11 150

Таблица VIII—6

Фреоновые испарители с площадью поверхности, м²	Число труб	Число ходов	Диаметр патрубков, мм			Габаритные размеры, мм		Масса, кг
			жидкостной	паровой	хладоносителя	диаметр	длина	
18	76	6	20	50	40	350	1400	370
25	118	6	20	50	70	400	1400	580
35	121	4	25	80	80	500	2500	790
105	241	4	50	125	125	600	3000	1650
210	491	4	50	125	150	800	3000	3000

Панельные испарители (рис. VIII—5) применяют в аммиачных холодильных установках в схемах с открытой системой циркуляции хладоносителя.

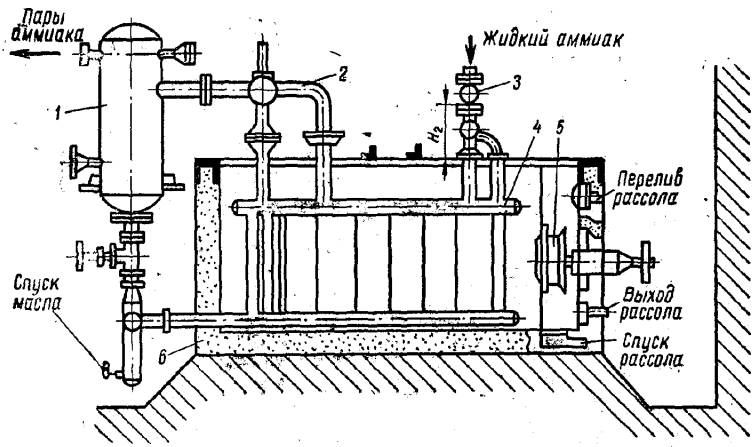


Рис. VIII—5. Панельный аммиачный испаритель:

1 — отделитель жидкости; *2* — сборный коллектор; *3* — распределительный коллектор; *4* — испарительная секция; *5* — мешалка; *6* — теплоизоляция

Панельный испаритель представляет собой прямоугольный металлический бак, в котором размещены испарительные секции панельного типа и мешалка для создания циркуляции хладоносителя. Каждая секция состоит из двух горизонтальных коллекторов и двух вертикальных стояков, образующих прямоугольную раму, в которую

вварены штампованные сварные панели. Секции объединяются коллекторами для входа жидкого аммиака, отсасывания паров и отвода масла. Бак снабжен отверстиями для подвода, выхода и перелива хладоносителя.

Жидкий аммиак поступает через распределительный коллектор в каждую секцию, где кипит за счет тепла, отводимого от хладоносителя. Образующиеся при кипении пары, отсасывают через сборный коллектор и отделитель жидкости, поставляемый комплектно с испарителем, а охлажденный хладоноситель насосом подают к охлаждающим батареям (воздухоохладителям), где он отепляется и возвращается в бак испарителя (в отсек между мешалкой и торцами секций).

Техническая характеристика аммиачных панельных испарителей ИП приведена в табл. VIII—7.

Таблица VIII—7

Испарители	Площадь поверхности, м²	Емкость по холодильному агенту, м³	Количество секций × Хплощадь поверхности секций, шт. × м²	Диаметр патрубка отделителя жидкости, мм	Габаритные размеры бака, мм			Масса, кг
					длина	ширина	высота	
20ИП	20	0,1136	4×5	70	3470	575	1050	1010
30ИП	30	0,1691	6×5	70	3470	575	1050	1250
40ИП	40	0,2227	8×5	70	3470	735	1050	1540
60ИП	60	0,3326	12×5	100	3670	1060	1050	2185
90ИП	90	0,4973	18×5	100	3670	1545	1050	3040
120ИП	120	0,5012	12×10	150	6100	1115	1200	3970
180ИП	180	0,7441	18×10	150	6100	1625	1200	5530
240ИП	240	1,0085	24×10	200	6100	2135	1200	7120
320ИП	320	1,338	31×10	200	6100	2815	1200	9245

Кожухотрубные горизонтальные испарители поступают на монтажную площадку в собранном виде, панельные — отдельными узлами. Кожухотрубные испарители монтируют в последовательности, аналогичной последовательности монтажа горизонтальных кожухотрубных конденсаторов. Под опорные плоскости аппарата на фундамент или опорную металлоконструкцию устанавливают деревянные антисептированные прокладки толщиной 150 мм. Обвязочные трубопроводы и запорно-регулирующую арматуру монтируют с учетом толщины тепловой изоляции аппарата.

Панельные испарители устанавливают на изоляционном слое, выполненном на бетонной подушке. Под металлический бак испарителя подкладывают деревянные брусья. Затем на баке устанавливают и закрепляют мешалку, рассольные задвижки и подключают сливную

трубу. Для испытания бака на плотность временно глушат все отверстия и заполняют его до краев водой. После испытания воду сливают, бак приподнимают при помощи самомонтирующегося подъемника (тали или домкратов), из-под него убирают брусья, а затем опускают и устанавливают на основание. Горизонтальность установки бака проверяют уровнем. Допускаемое отклонение 0,5 мм на 1 м длины.

Бак испарителя может быть выполнен из железобетона. В этом случае перед монтажом испарительных секций проверяют геометрические размеры и испытывают бак, наливая в него воду. Уровень налитой воды не должен понижаться в течение суток.

Панельные секции перед установкой на место испытывают воздухом под давлением 1,2 МПа. Затем при помощи тельфера, если он предусмотрен в проекте, или самомонтирующегося подъемника, устанавливают в бак поочередно испарительные секции и выводят маслоспускные трубки наружу через отверстия в торцовой стенке. На секции устанавливают коллекторы и запорную арматуру, а также монтируют отделитель жидкости. После сборки испарительные секции вновь испытывают воздухом под давлением 1,2 МПа на плотность; при этом бак должен быть залит водой.

Последнее испытание испарительных секций производят обычно вместе с испытаниями других аппаратов и трубопроводов, размещенных в машинном (аппаратном) отделении.

Погружные испарители монтируют аналогично панельным и испытывают давлением инертного газа 1 МПа (в системах с фреоном-12) и 1,6 МПа (в системах с фреоном-22).

МОНТАЖ АППАРАТНЫХ АГРЕГАТОВ

К теплообменным агрегатам, входящим в состав холодильных машин и установок, относят испарительно-конденсаторные фреоновые АИК и аммиачные ИКА, испарительно-регулирующие фреоновые АИР и аммиачные ААИР, конденсаторно-ресиверные КР агрегаты.

Испарительно-конденсаторный агрегат входит в состав холодильных машин — установок для охлаждения теплоносителя. Фреоновый испарительно-конденсаторный агрегат, смонтированный на общей раме, состоит из испарителя, конденсатора, теплообменника, фильтра, осушителя, приборов автоматики, арматуры и трубопроводов, аммиачный — из испарителя, конденсатора, маслоотделителя, маслосборника, отделителя жидкости, насоса для теплоносителя, подогревателя и щитов с приборами.

Техническая характеристика фреоновых испарительно-конденсаторных агрегатов АИК и аммиачных ИКА приведена в табл. VIII—8.

Агрегаты монтируют с помощью стреловых самоходных кранов поточно-совмещенным способом строго в соответствии с разработанным ППР. Положение агрегата в горизонтальной плоскости регулируют с помощью подкладок, устанавливаемых под его опорные плоскости. Правильность установки агрегата проверяют с помощью уровней, укладываемых на фланцы вентилей и патрубков для теплоносителя и охлаждающей воды. Допускаемое отклонение 0,5 мм на 1 м длины.

Таблица VIII—8

Показатели	Испарительно-конденсаторные агрегаты					
	АИК-60	АИК--300А	АИК--400/2	АИК-800А	АИК--800/2	ИКА-100
Характеристика испарителя						
марка	ИТР-65	10 508	ИФ-200	10 509	ИФ-400	50АИ
площадь наружной поверхности теплообмена, м²	59,5	200	209	400	390	50
масса, кг	1035	3121	2414	6068	4032	2155
Характеристика конденсатора						
марка	КТР25М	10 504	108	10 505	213	32АК
площадь наружной поверхности теплообмена, м²	28,5	135	60—65	280	150—170	32
масса, кг	640	2240	1172	4461	2412	1470
Характеристика теплообменника						
марка	ТФ80С	ТФ15	—	ТФ35	—	—
площадь наружной поверхности теплообмена, м²	5	13,5	—	33,4	—	—
масса, кг	134	298	—	999	—	—
Марка фильтра	МФФ25	ФФ	—	ФФ	—	25Ф
Марка осушителя	МОФ25	ОФ	ОФ50А	ОФ	ОФ70А	—
Марка ресивера	—	РФ0,5	—	РФ1	—	—
Характеристика маслоотделителя						
марка	ОМФ100	—	—	ОМФ200	—	5ОАОМ
масса, кг	364	—	—	492	—	165
Габаритные размеры, мм						
длина	2435	3750	3660	3 850	3 750	4620
ширина	850	1550	1070	1 860	1 500	1300
высота	1800	2535	2235	2 850	2 600	2220
Масса агрегата, кг	2004	6500	8100	11 810	13 900	4600

Показатели	Испарительно				
	АИР30	АИР45	АИР60	АИР90	АИР120
Характеристика испарителя					
марка	ИТГ7	ИТГ10	ИТГ14	ИТГ-20	ИТГ28
площадь внутренней поверхности теплообмена, $м^2$	6,5	9,4	14,06	19,3	26
Марка регулирующей станции	—	—	—	—	—
Марка фильтра	$ОФФ_2$-25	$ОФФ_2$25	$ОФФ_2$-25	$ОФФ_2$-25	$ОФФ_1$-32
Щиты					
управления	ЩУ-АВ22	ЩУ-АВ22	ЩУ-АУ45	ЩУ-АУ45	ЩУ-АУУ90
сигнализации	ЩС-ФВ20	ЩС-ФВ20	ЩС-ФВ20	ЩС-ФВ20	ЩС-ФВ20
Габаритные размеры, мм					
длина	1700	1840	2170	2170	2940
ширина	435	435	630	790	810
высота	1180	1180	1385	1475	1600
Масса, кг	583	646	792	1175	1440

Таблица VIII—9

-регулирующие агрегаты

АИР180	ААИР30	ААИР45	ААИР60	ААИР90	ААИР120А	ААИР180А
ИТГ40	ИТГ6	ИТГ9	ИТГ13	ИТГ18	ИТГ26А	ИТГ36А
36	6,5	9,4	14,06	19,3	26	36
—	АРС-10	АРС15/1	АРС15	АРС25	$АРС_1$32А	АРС32А
$ОФФ_1$-32	ФА-10	ФА-15Б	ФА-15Б	ФА-20А	ФА-25Б	ФА-25Б
ЩУ-АУУ90	ЩУ-АВ22	ЩС-АВ22	ЩУ-АУ45	ЩУ-АУ45	ЩУ-АУУ90	ЩУ-АУУ90
ЩС-ФВ20	ЩС-ФВ20	ЩС-ФВ20	ЩС-ФВ20	ЩС-ФВ20	ЩС-ФВ20	ЩС-ФВ20
2685	1700	1835	1830	1885	1730	2730
840	490	490	560	675	725	725
1600	1205	1205	1360	1480	1510	1600
1853	440	664	683	1106	1190	1460

Кожухотрубные горизонтальные конденсаторы некоторых типов агрегируют вместе с ресиверами и воздухоотделителями, установленными на ресиверах. Техническая характеристика конденсаторов-ресиверов приведена в табл. VIII—10.

Таблица VIII—10

Конденсаторы-ресиверы	Площадь поверхности, м²	Диаметр конденсатора и ресивера, мм	Длина труб, мм	Число труб	Длина ресивера, мм	Габаритная высота, мм	Масса, кг
20КР	20	516	2500	132	1800	1600	1360
35КР	35,4	616	3000	188	2000	1850	1965
50КР	46,5	616	4000	188	3000	1850	2085

Испарительно-регулирующие агрегаты входят в состав холодильных машин, используемых для охлаждения теплоносителя в установках для охлаждения стационарных камер, кондиционирования воздуха и других целей. Фреоновый испарительно-регулирующий агрегат состоит из испарителя, теплообменника, регулирующей станции и системы автоматического управления; аммиачный — из испарителя и регулирующей автоматической станции. В состав некоторых фреоновых агрегатов входят также ресивер и фильтр-осушитель.

Техническая характеристика фреоновых испарительно-регулирующих агрегатов АИР и аммиачных ААИР приведена в табл. VIII—9.

Монтаж агрегатов КР, АИР и АИИР производят аналогично монтажу агрегатов АИК и ИКА.

МОНТАЖ ГРАДИРЕН И ОХЛАЖДАЮЩИХ ПРУДОВ

Градирни или охлаждающие пруды наряду с циркуляционными трубопроводами и насосами входят в систему оборотного водоснабжения, в которой вода циркулирует по замкнутому кольцу, охлаждая конденсаторы, компрессоры и переохладители, и перед повторным использованием охлаждается воздухом.

Для охлаждения воды служат охлаждающие пруды с форсунками (брызгальные бассейны); открытые градирни — брызгальные (форсуночные), капельные и пленочные.

Охлаждающий пруд с форсунками представляет собой искусственный водоем высотой 0,5—1,2 мм обычно выполненный из бетона. Над поверхностью пруда из форсунок разбрызгивается вода. В плане пруд имеет вид вытянутого прямоугольника, длинную сторону которого располагают преимущественно перпендикулярно направлению ветров в летний период в данной местности.

Форсунки размещают на высоте 0,6—1,2 м над уровнем воды,

выходными отверстиями вверх. Расстояние между форсунками 4,2 м, а между коллекторами, на которых монтируют форсунки, — 6—8 м.

Часто такие бассейны устанавливают над оросительными конденсаторами или на крыше производственного здания. В этих случаях для уменьшения уноса воды их защищают легкими жалюзийными ограждениями высотой 3,0—3,5 м с небольшим уклоном в сторону бассейна.

Коллекторы монтируют на бетонных или деревянных столбиках с уклоном в сторону тупиков не менее 1%. В тупиках устанавливают заглушки с отверстием 10—15 мм, что обеспечивает постоянную промывку труб и предохраняет от замерзания воды в трубах в зимнее время.

Форсунки представляют собой чугунные или пластмассовые центробежные сопла тангенциального типа диаметром 16—22 мм. При диаметре трубопровода 40 мм и сопел 20 мм производительность форсунки составляет 5—6 м³/ч.

Открытая брызгальная градирня представляет собой небольшой бассейн, огражденный стенками из жалюзийных решеток на высоте от 2 до 4 м. Высота поддона — 0,5 м. Сопла размещают в верхней части градирни на высоте до 4 м над уровнем воды отверстиями вниз. Воздух движется под действием силы ветра. Малые градирни площадью до 6 м² выполняют квадратными. Сопла для малых градирен могут иметь отверстия диаметром 5—6 мм.

Открытые капельные градирни применяют на крупных холодильных установках. Они представляют собой башню высотой 8—12 м, окруженную жалюзийной решеткой по периметру водосборного поддона. Воду подают в верхнюю часть башни в водораспределительное устройство, состоящее из желобов с треугольными вырезами в стенках, или из желобов с трубами, вваренными в днища. Из водораспределительного устройства воду направляют на орошаемую поверхность, которую обычно выполняют из брусков или досок, расположенных в 10—12 ярусов. Расстояние между ярусами 0,6—0,9 м; вода вытекает из распределительного устройства, попадает на орошаемую поверхность, выполненную из брусков, и многократно разбрызгивается. При этом меняются скорость и направление движения капель воды.

При монтаже градирен такого типа водораспределительные желоба устанавливают так, чтобы вода равномерно вытекала из всех вырезов.

Вентиляторные градирни отличаются большой компактностью и, кроме того, их работа не зависит от силы ветра. Корпус и поддон градирни выполняют из стали или бетона. В верхней части башни монтируют осевой вентилятор типа ВГ, который создает движение воздуха со скоростью до 25 м/с. Последовательность монтажа вентиляторов типа ВГ описана в главе VI. Вода разбрызгивается из форсунок и охлаждается встречным потоком воздуха. Для уменьшения уноса воды с воздухом перед вентилятором устанавливают отражатели из оцинкованной стали. Градирни такого типа бывают также с орошаемой поверхностью, выполненной из деревянных брусков, установленных под желобчатым распределительным устройством. В пленочных градирнях деревянные бруски могут быть установлены вертикально или под небольшим углом, чтобы вода по ним стекала пленкой.

ГЛАВА IX

МОНТАЖ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

К вспомогательным аппаратам относят теплообменные, емкостные и улавливающие аппараты, предназначенные для повышения экономичности, эффективности и обеспечения длительной бесперебойной работы холодильной установки. Такими аппаратами являются противоточные переохладители, ресиверы, маслоотделители, маслосборники, отделители жидкости, промежуточные сосуды, воздухоотделители.

МОНТАЖ ПРОТИВОТОЧНЫХ ПЕРЕОХЛАДИТЕЛЕЙ

Противоточные переохладители предназначены для охлаждения жидкого хладагента ниже температуры конденсации перед регулирующим вентилем. Для охлаждения может быть использована вода или кипящий хладагент.

Переохладитель для охлаждения водой представляет собой двухтрубный аппарат, в межтрубном пространстве которого протекает хладагент, а во внутренних трубах — вода. Диаметр наружной трубы — 57×3,5 мм, внутренней — 38×3,5 мм. Переохладители выпускают в одно- или двухсекционном исполнении с противоточным движением жидкостей. Секции соединены между собой параллельно, а трубы в секции — последовательно.

Переохладители для охлаждения кипящим хладагентом используют в двухступенчатых холодильных машинах и выпускают двух типов: двухтрубные и кожухозмеевиковые. В межтрубном пространстве протекает кипящий хладагент, в трубах переохлаждается жидкий.

В фреоновых холодильных установках для переохлаждения жидкого хладагента и одновременного перегрева пара перед всасыванием применяют теплообменники «пар — жидкость». Их выполняют в виде кожухозмеевиковых аппаратов, в которых по змеевику проходит жидкий агент, а в межтрубном пространстве — пар.

Техническая характеристика аммиачных переохладителей приведена в табл. IX—1.

Таблица IX—1

Марка	Площадь поверхности охлаждения, м²	Количество секций	Количество труб в секции	Высота, мм	Масса, кг
6ПП	5,85	1	12	1505	565
8ПП	7,8	1	16	1815	730
12ПП	11,7	2	12	1930	1110
16ПП	15,6	2	16	2240	1450

Переохладители поставляют на монтажную площадку в собранном виде. Трубы переохладителя прижаты хомутами к металлоконструкциям каркаса, который опирают на фундамент. При монтаже проверяют горизонтальность установки уровнем, а вертикальность отвесом. Отклонения должны быть в пределах 0,5 мм на 1 м длины.

При регулировании положения аппарата пользуются металлическими подкладками под его опорные плоскости. Затем затягивают фундаментные болты, подводят водяные и холодильные трубопроводы. Аппарат испытывают на плотность воздухом под давлением 1,8 МПа.

МОНТАЖ РЕСИВЕРОВ

Ресиверы предназначены для создания запаса жидкого хладагента, компенсирующего заполнение конденсаторов и испарителя при разных режимах работы и создающего условия для надежной и длительной работы установки.

Эти ресиверы называются линейными. В холодильных установках с непосредственным охлаждением кроме линейных применяют также дренажные ресиверы, куда временно сливают жидкий холодильный агент (например, при оттаивании батарей), и циркуляционные, применяемые в насосных схемах.

Линейные ресиверы (рис. IX—1) включают в схему на стороне высокого давления и монтируют обычно под конденсатором. В этом случае прокладывают уравнительный трубопровод, соединяющий паровые пространства конденсатора и ресивера; при этом хладагент сливается в ресивер самотеком.

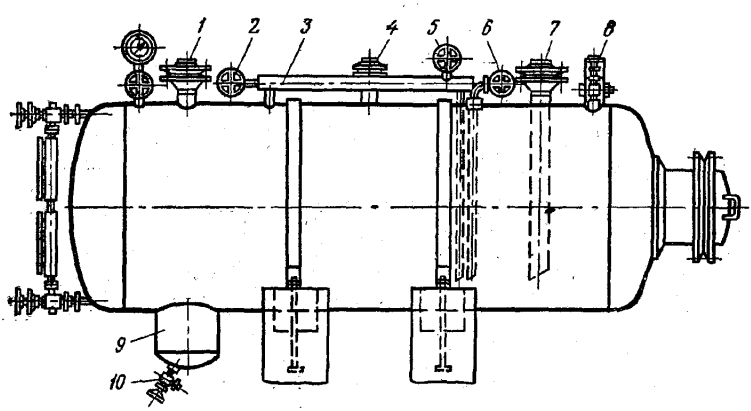


Рис. IX—1. Горизонтальный линейный ресивер:

1 — штуцер для входа жидкого агента; *2* — штуцер для выхода агента из воздухоотделителя; *3* — воздухоотделитель; *4* — уравнительная линия к конденсатору; *5* — штуцер для выхода воздуха; *6* — штуцер для входа жидкого хладагента в воздухоотделитель; *7* — штуцер для выхода жидкого хладагента; *8* — предохранительный клапан; *9* — грязевик; *10* — штуцер для выпуска масла

В агрегатированных фреоновых установках ресивер устанавливают выше конденсатора. При этом уравнительную паровую линию не прокладывают и фреон поступает в ресивер пульсирующим потоком по мере заполнения конденсатора. На линейных ресиверах устанавливают воздухоотделитель. В установках, где нет автоматического воздухоотделения, включение его в схему обязательно. На ресиверах монтируют штуцеры для указателя уровня и выпуска масла, а также для установки предохранительного клапана и манометра, которые обязательны для холодильных установок, заполненных аммиаком в количестве более 60 кг и фреоном более 30 кг.

На дренажных и циркуляционных ресиверах размещают штуцера для установки дистанционных указателей уровня, а на циркуляционных ресиверах, кроме того, для установки регуляторов уровня. Конструктивно ресиверы выполняют в виде горизонтальных или вертикальных стальных сварных сосудов.

Техническая характеристика аммиачных линейных горизонтальных, дренажных горизонтальных и дренажных вертикальных циркуляционных ресиверов приведена в табл. IX—2, IX—3 и IX—4.

Таблица IX—2

Ресиверы	Емкость, м³	Диаметр корпуса×толщина стенки, мм	Длина, мм	Масса, кг
0,4РВ	0,40	500×8	2560	300
0,75РВ	0,75	600×8	3190	430
1,5РВ	1,5	800×8	3790	700
2,5РВ	2,5	800×8	5790	1035
3,5РВ	3,5	1000×10	4890	1455
5РВ	5,0	1200×12	5480	2225

Таблица IX—3

Ресиверы	Емкость, м³	Диаметр корпуса×толщина стенки, мм	Длина, мм	Масса, кг
0,75РД	0,75	600×8	3000	430
1,5РД	1,5	800×8	3600	700
2,5РД	2,5	800×8	5730	1030
3,5РД	3,5	1000×10	4825	1450
5РД	5	1200×12	5340	2220

Ресиверы монтируют на фундаментах, опирая на фундамент сферическую часть либо опорные лапы. В первом случае, если фундамент прямоугольный, под ресивер укладывают деревянные брусья с соответствующими сферическими вырезами, закрепляя их на фундаменте хомутами из полосовой стали.

Линейные ресиверы не изолируют, а циркуляционные и дренажные изолируют. Поэтому при монтаже циркуляционных и дренажных ресиверов следует соблюдать условия, аналогичные условиям монтажа испарителей.

Таблица IX—4

Ресиверы	Емкость, м³	Диаметр корпуса×толщина стенки, мм	Высота, мм	Масса, кг
1,5РДВ	1,68	800×8	3300	785
2,5РДВ	2,7	1000×10	3990	1285
3,5РДВ	3,41	1200×12	3565	1645
5РДВ	4,55	1200×12	4560	2000

Положение ресиверов регулируют, устанавливая металлические подкладки под опорные плоскости. Отклонение от горизонтали не должно превышать 0,5 мм на 1 м длины, а по высоте ±2 мм.

К выверенному и закрепленному ресиверу подводят трубопроводы и готовят к испытаниям, которые проводят совместно с испытаниями других аппаратов, размещенных в машинном отделении. При этом линейные ресиверы испытывают давлением 1,8 МПа, а дренажные и циркуляционные — 1,2 МПа.

МОНТАЖ МАСЛООТДЕЛИТЕЛЕЙ И МАСЛОСБОРНИКОВ

Маслоотделители предназначены для улавливания масла, уносимого холодильным агентом из компрессора в виде капель или пара.

Наиболее распространены пустотелые и барботажные маслоотделители. В пустотелых маслоотделителях отделение масла происходит благодаря резкому уменьшению скорости паров (до 0,7—1 м/с) и изменению направления его движения (в них отделяется лишь от 50 до 65% масла, уносимого парами).

В барботажных маслоотделителях (рис. IX—2) пары, несущие частицы масла, пропускают через слой жидкого хладагента, непрерывно пополняемого хладагентом из ресивера или конденсатора.

При этом не только конденсируется парообразное масло, но и задерживаются в слое жидкости самые малые его частицы. В таких аппаратах удается отделить 95—97% масла.

Техническая характеристика аммиачных барботажных маслоотделителей ОММ приведена в табл. IX—5.

Маслоотделитель монтируют на фундаменте, бетонном полу или опорной металлической конструкции на нагнетательной стороне холодильной установки. Положение аппарата тщательно регулируют, устанавливая подкладки под опорные плоскости. Разность отметок проверяют гидростатическим уровнем.

При монтаже барботажного маслоотделителя его устанавливают таким образом, чтобы выходное отверстие патрубка, через который парообразный аммиак подается в маслоотделитель, находилось на 125—150 мм ниже уровня жидкости в аппарате. Для этого маслоотделитель располагают так, чтобы бобышка, приваренная на корпусе, была на 150—200 мм ниже штуцера выхода жидкости из конденсатора или ресивера. После выверки затягивают фундаментные болты (при установке на фундаменте) и производят подливку фундамента. При монтаже маслоотделителей такого типа обратный клапан

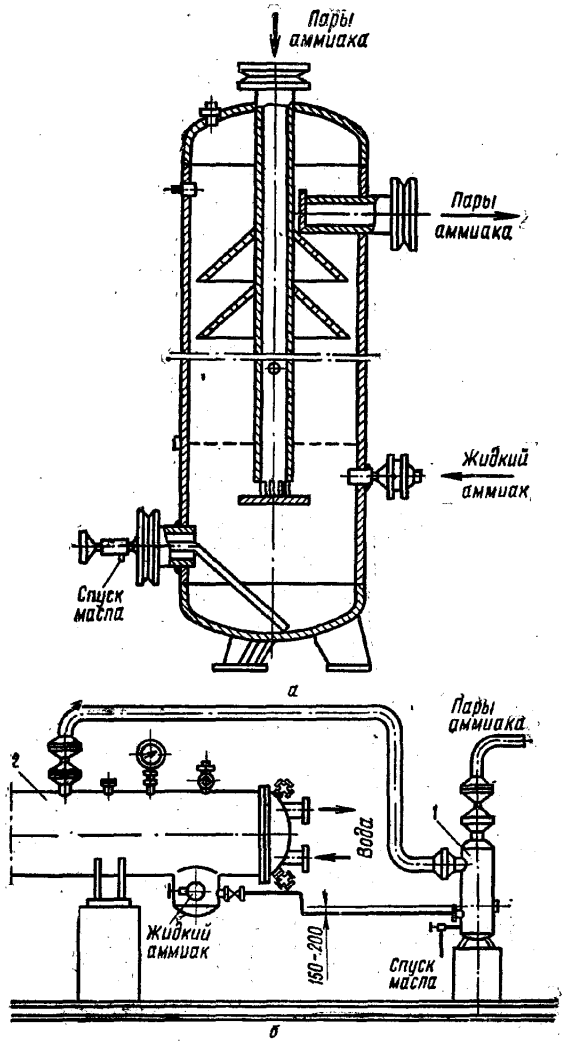


Рис. IX—2. Баработажный маслоотделитель марки ОММ:

а — разрез маслоотделителя; *б* — схема включения; *1* — маслоотделитель, *2* — конденсатор

Таблица IX—5

Показатели	Аммиачные барботажные маслоотделители						
	500ММ	800ММ	1000ММ	1250ММ	1500ММ	2000ММ	3000ММ
Диаметр корпуса, мм	273	325	426	500	600	700	1200
Толщина стенки корпуса, мм	8	9	10	8	8	8	12
Общая высота, мм	1535	1765	1850	2125	2650	2750	3980
Масса, кг	87	125	223	275	359	520	2060

устанавливают до маслоотделителя на вертикальном участке трубопровода, по которому транспортируется парообразный аммиак снизу вверх. Аппарат испытывают на плотность сжатым воздухом под давлением 1,8 МПа.

Маслосборники применяют для слива масла из маслоотделителя или других аппаратов. Из маслосборника масло выпускают при давлении, сниженном почти до атмосферного. Для этого перед выпуском масла аппарат отключают от линии высокого давления и соединяют со всасывающей стороной. Понижение давления наблюдают по манометру, установленному на маслосборнике, и при давлении несколько выше атмосферного начинают выпуск масла.

Техническая характеристика аммиачных маслосборников приведена в табл. IX—6.

Таблица IX—6

Показатели	Аммиачные маслосборники		
	СМ150	СМ300	СМ500
Диаметр корпуса, мм	159	325	516
Толщина стенки корпуса, мм	4,5	9	8
Общая высота, мм	770	1270	1665
Масса, кг	18,5	92	155

Маслосборники устанавливают непосредственно на полу, на бетонном основании или на металлической подставке и прикрепляют к фундаменту болтами. При монтаже проверяют запорные вентили, установленные на аппарате, и особенно автоматический вентиль, через который выпускается масло, подводят трубопроводы, устанавливают мановакуумметр и испытывают воздухом под давлением 1,8 МПа.

МОНТАЖ ОТДЕЛИТЕЛЕЙ ЖИДКОСТИ

Отделители жидкого аммиака (рис. IX—3) предназначены для улавливания капель жидкого аммиака, уносимых парами из испарительной системы, и служат для защиты компрессора от попадания жидких частиц в цилиндры, т. е. обеспечивают работу компрессора «сухим ходом». Вследствие резкого изменения скорости (до 0,5 м/с) и направления движения капли хладагента падают на дно отделителя жидкости.

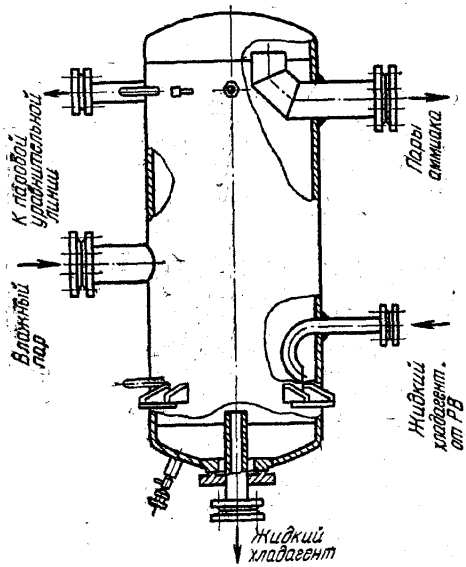


Рис. IX—3. Отделитель жидкого аммиака

Отделитель жидкости представляет собой вертикальный стальной сварной сосуд со штуцерами для подачи аммиака от регулирующей станции, направления его в батареи холодильных камер, поступления влажных паров из испарительной системы и отсасывания сухих паров компрессором, а также подключения указателей уровня. В нижней части отделителя имеется отстойник для масла и маслоспускной вентиль. Отделитель жидкости имеет лапы для установки на опоры.

В нижней части отделителей жидкости типа ОЖ^{м} в отличие от отделителей типа ОЖ^{г} имеется змеевик с двумя патрубками, выведенными наружу для подвода горячих аммиачных паров, необходимых для лучшего удаления масла из аппарата.

Техническая характеристика аммиачных отделителей жидкости типов ОЖ^{г} и ОЖ^{м} приведена в табл. IX—7.

Отделители жидкости устанавливают на всасывающей линии компрессора в зависимости от принятой схемы: либо в самой верх-

Таблица IX—7

Показатели	Отделитель жидкости						
	700ЖГ	1000ЖГ	1250ЖГ	1500ЖГ	2000ЖГ	2500ЖМ	3000ЖМ
Диаметр сосуда, мм	426	500	600	800	1000	1000	1200
Толщина стенки, мм	10	8	8	8	10	10	12
Высота, мм	1730	2040	2080	2690	2795	2850	2955
Диаметр парового штуцера, мм	70	100	125	150	200	250	300
Масса, кг	201	244	313	543	946	962	1373

ней точке здания, либо в машинном отделении. При монтаже отделителя жидкости между опорными лапами и строительными конструкциями устанавливают деревянные антисептированные прокладки толщиной 50 мм. Тщательно проверяют высотные отметки установки отделителя. Допускаемые отклонения по высоте ±2 мм. Отделители жидкости подлежат тепловой изоляции, а поэтому расстояния в свету между ограждениями, трубопроводами и аппаратом должны быть не менее 250 мм. Аппараты испытывают на плотность давлением 1,2 МПа.

МОНТАЖ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ СОСУДОВ

Промежуточные сосуды применяют в двухступенчатых холодильных машинах для охлаждения перегретых паров хладагента, нагнетаемых компрессором низкого давления. Одновременно в аппарате переохлаждается жидкость перед регулирующим вентилем и отделяется масло, уносимое парами из компрессора низкого давления.

Наиболее распространены промежуточные сосуды: горизонтальные без змеевика и вертикальные со змеевиком. В промежуточном сосуде без змеевика пар охлаждается в результате контакта с жидким хладагентом, подаваемым во входную паровую трубу, и прохождения пара через слой жидкости в сосуде. При этом отделяется масло. Чтобы предотвратить унос капель жидкости паром, к центральной трубе, по которой подводится пар, приваривают конусные перфорированные колпаки.

В промежуточных сосудах со змеевиком только небольшая часть жидкости поступает в корпус аппарата, а основная часть проходит через змеевик, переохлаждается и незагрязненная направляется через регулирующий вентиль в испаритель. Промежуточный сосуд со

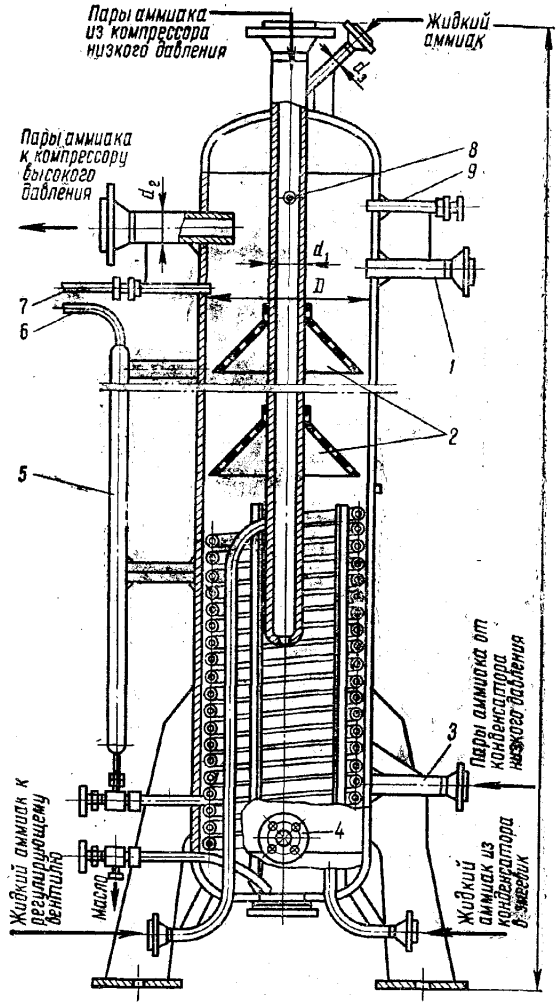


Рис. IX—4. Промежуточный сосуд со змеевиком:

1 — паровая уравнительная линия к ПРВ; *2* — каплеотбойники; *3* — жидкостная уравнительная линия к ПРВ; *4* — штуцер для выхода жидкого аммиака; *5* — указатель уровня; *6—7* — штуцеры для подключения дистанционного указателя уровня; *8* — уравнительное отверстие; *9* — трубка к манометру

змеевиком (рис. IX—4) представляет собой вертикальный сварной цилиндр с несколькими штуцерами.

Техническая характеристика вертикальных и горизонтальных аммиачных промежуточных сосудов приведена в табл. IX—8, IX—9.

Таблица IX—8

Промежуточные сосуды	Площадь поверхности змеевика, м²	Условный диаметр труб змеевика, мм	Диаметр корпуса×толщина стенки, мм	Высота, мм	Условные диаметры штуцеров, мм			Масса, кг
					d_1	d_2	d_3	
40ПС$_3$	1,75	20	426×10	2390	70	70	20	330
60ПС$_3$	4,3	32	600×8	2800	150	125	32	570
80ПС$_3$	6,3	32	800×8	2920	150	150	32	800
100ПС$_3$	8,6	50	1000×10	2940	200	200	40	1230
120ПС$_3$	10	50	1200×12	3640	300	300	40	1973

Таблица IX—9

Показатели	Промежуточные сосуды	
	ПСГ-90	ПСГ-250
Площадь поверхности теплообмена, м²	117	250
Количество труб	384	996
Объем пространства, м³		
межтрубного	1,4	4,6
трубного	0,8	2,3
Число ходов	2,4 и 8	8
Масса сосуда, кг		
двухходового	5130	—
четырехходового	5190	—
восьмиходового	5290	15 700

Промежуточные сосуды монтируют в машинном отделении на бетонном фундаменте. Положение аппарата регулируют, устанавливая металлические подкладки под опорные плоскости. Правильность установки проверяют отвесом и уровнем. Последний укладывают на верхний фланец аппарата. Промежуточный сосуд изолируют, поэтому при монтаже его соблюдают правила, аналогичные правилам при монтаже отделителей жидкости. Аппарат испытывают на плотность давлением 1,8 МПа.

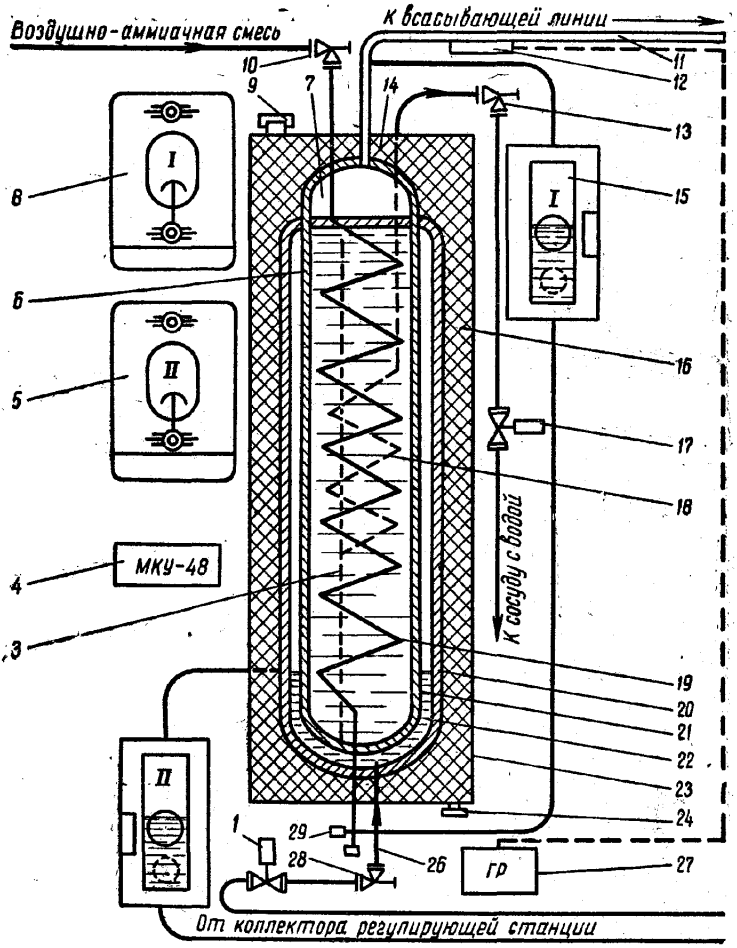


Рис. IX—5. Схема автоматического воздухоотделителя АВ:

1, 17 — соленоидные вентили; *2, 15* — датчики уровня; *3, 11* — трубки; *4* — реле МКУ-48; *5, 8* — усилители; *6* — внутренняя труба; *7* — корпус; *9, 24* — пробки; *10, 28* — запорные вентили; *12* — термопатрон; *13, 14, 21* и *22* — донышки; *16* — изоляция; *18, 19* — змеевики; *20* — наружная труба; *23* — кожух; *25, 26* — патрубки; *27* — реле температуры; *29* — угловой клапан

МОНТАЖ ВОЗДУХООТДЕЛИТЕЛЕЙ

Воздухоотделители предназначены для удаления воздуха из системы, являющегося вредной примесью. Наиболее распространенный воздухоотделитель системы Ш. Н. Кобулашвили, представляет собой четырехтрубную конструкцию типа труба в трубе. Первая (наибольшая) труба имеет диаметр 108×4 мм, а четвертая (наименьшая) — 38×3 мм. Длина воздухоотделителя 1530 мм.

Смесь паров хладагента и воздуха из ресивера или конденсатора проходит в кольцевом пространстве между первой и второй и между третьей и четвертой трубами, а хладагент кипит в четвертой трубе и в сообщающемся с ней пространстве между второй и третьей трубами. Сконденсировавшийся хладагент собирается в первой трубе, откуда его периодически перепускают по перепускной трубке в четвертую трубу; воздух выпускают из пространства между третьей и четвертой трубами.

Пространство между второй и третьей трубами соединяется трубопроводом с испарительной системой, и через эту систему из воздухоотделителя отсасывается пар.

На таком же принципе основано действие автоматических воздухоотделителей конструкции Ш. Н. Кобулашвили (рис. IX—5), которые включают в схемы всех аммиачных холодильных установок.

Корпус воздухоотделителя состоит из двух концентрично расположенных сосудов. Во внутреннем сосуде находятся два змеевика, погруженные в жидкий аммиак. Внешний сосуд заключен в кожух, заполненный теплоизоляционным материалом. Воздушно-аммиачная смесь проходит последовательно первый змеевик, между стенками сосудов, по трубке во второй змеевик и по выводной трубе к бачку с водой. На всех участках этого пути из смеси конденсируется аммиак, накапливающийся в нижней части внешнего сосуда. При этом в смеси остается почти чистый воздух.

Для предотвращения выхода аммиака в бачок с водой процесс выпуска предусмотрен периодическим и управляется автоматически с помощью приборов — поплавкового реле уровня и соленоидного вентиля. По мере накопления воздуха в пространстве между сосудами, уровень жидкости в нем и реле опускаются и в определенный момент реле подает напряжение на катушку соленоидного вентиля, через который начинается выпуск воздуха.

Воздухоотделители монтируют в машинном отделении в вертикальном положении и крепят четырьмя болтами к предварительно заделанным в стену кронштейнам из угловой или полосовой стали.

Воздухоотделители устанавливают так, чтобы горизонтальная труба с вентилем находилась выше столба жидкости в линейном ресивере на 150—200 мм. Жидкостные трубки, идущие от коллектора регулирующей станции к воздухоотделителю, должны быть с минимальным количеством изгибов. К всасывающему трубопроводу воздухоотделитель подключают до отделителя жидкости, работающего на самую низкую температуру кипения хладагента. По окончании монтажа воздухоотделителя все три места подключения его к системе проверяют на плотность сжатым воздухом под давлением 1,2 МПа.

ГЛАВА X

ИЗГОТОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ ОХЛАЖДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

ИЗГОТОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ ОХЛАЖДАЮЩИХ БАТАРЕЙ

На холодильных установках применяют батареи из стальных оребренных и гладких труб, из стеклянных труб, а также панельные батареи из листовой стали.

Охлаждающие батареи холодильных установок из стальных оребренных труб собирают из унифицированных секций, изготовленных по ГОСТ 17645—72. Секции охлаждающих батарей изготовляют шести типов (рис. X—1): СК — стальные оребренные одноколлекторные; СЗГ — змеевиковые головные; СЗХ — змеевиковые хвостовые; СС — средние; СЗ — змеевиковые; С2К — двухколлекторные.

Конструкция и размеры секций приведены на рис. X—1, X—2 и в табл. X—1.

Пример условного обозначения секции типа С2К с шагом t, равным 160 мм, и поверхностью охлаждения 39,1 м^2: секция стальная оребренная С2К-160-39,1 ГОСТ 17645—72.

Схемы компоновки (сборки) охлаждающих батарей из стандартных секций показаны на рис. X—2.

Охлаждающие батареи собирают и сваривают из секций заводского изготовления (ГОСТ 17645—72) * на площадках для укрупнительной сборки оборудования и конструкций либо непосредственно в холодильных камерах. Во втором случае кантователь-вращатель устанавливают в непосредственной близости от места монтажа батарей с учетом удобного размещения грузоподъемных средств. Для более надежной и точной центровки труб и уголков каркаса во время сварки прерывистым швом применяют специальные центрирующие приспособления. Половину стыков по длине окружности сваривают в нижнем положении, после чего батарею поворачивают на 3,141 рад и продолжают сварку другой половины стыков. Применяют полуавтоматическую сварку в среде углекислого газа, а также ручную электродуговую. Ручную электродуговую сварку производят при силе тока 100—130А электродами типов Э-42, Э-42а или Э-46 диаметром 3 мм.

Сварные стыки аммиачных батарей подвергают физическим методам контроля в соответствии со СНиП III—Г.9—62. Для проверки качества сварных стыков используют переносной рентгеновский аппарат «РИНА-1Д». Места сварных стыков оцинкованных секций после испытания батареи на прочность и плотность защищают антикоррозионным покрытием (органосиликатным лаком ВН-30 или металлизируют цинком с помощью электрометаллизационного аппарата ЭМ-14).

Секции и готовые батареи изготовляют также в ММЗ на поточной линии (рис. X—3).

Детали секций изготовляют из стальных (сталь марки Ст. 20

---

* Гальперин Д. М. Стандартные секции охлаждающих оребренных батарей. «Холодильная техника», № 11; 1973, с. 10—12.

Таблица X—1

Тип секций	L	L_1	l	H	n	n_1	t	Площадь поверхности охлаждения, м²		Масса, кг	
								t_1=20	t_1=30	t_1=20	t_1=30
СК		2600		640	3	—	160	16,85	11,7	94,4	74,2
				960	5			25,1	17,5	136,2	110,6
				1280	3		320	16,85	11,7	102,7	82,6
СЗГ	2750	2548	750	640	3	—	160	16,85	11,7	90,4	70,7
				960	5	—		25,1	17,5	136,3	105,5
СЗХ				640	3	—	160	16,85	11,7	91,0	70,8
				960	5	—		25,1	17,5	136,4	105,6
СС	3000	2900	—	640	3	1	160	18,4	12,75	98,2	76,1
	4250	4150	—	960	5	2		39,0	27,0	209,0	162,0
	6000	5900	—	1280	3	3	320	36,9	25,3	212,0	167,0
СЗ	2000	1696	250	640	3	1	160	9,15	6,4	68,0	52,6
	4250	4046	625	960	5	2		39,1	27,1	212,0	162,0
С2К	2000	1850	250	640	3	1	160	9,15	6,4	74,8	60,0
	4250	4100	625	960	5	2		39,1	27,1	219,0	173,0

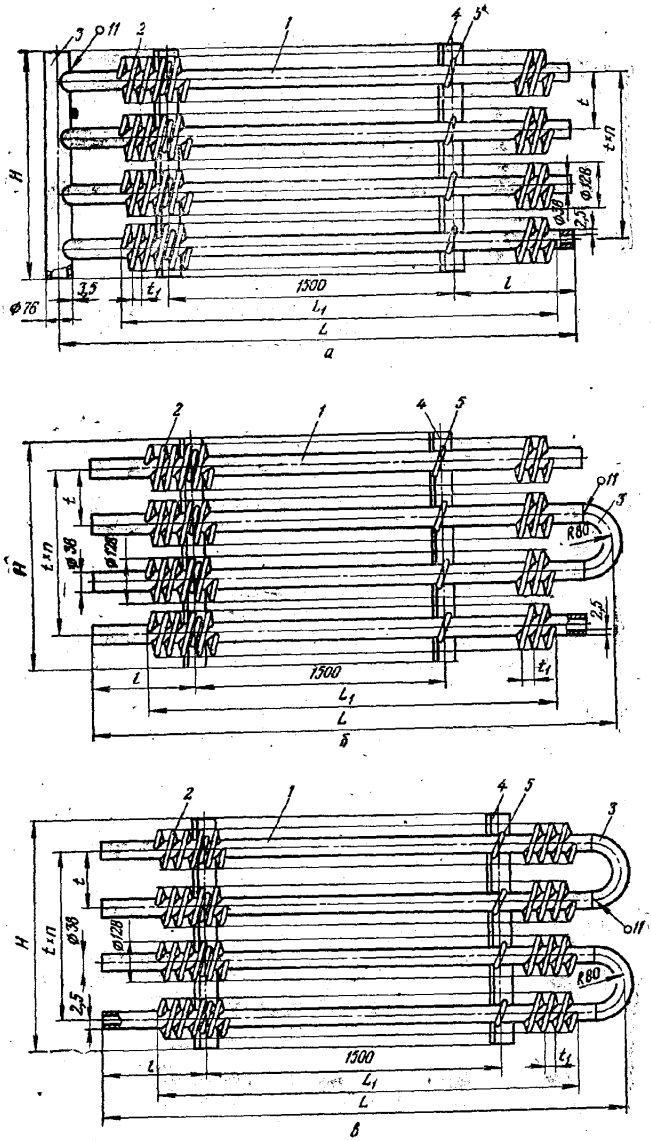
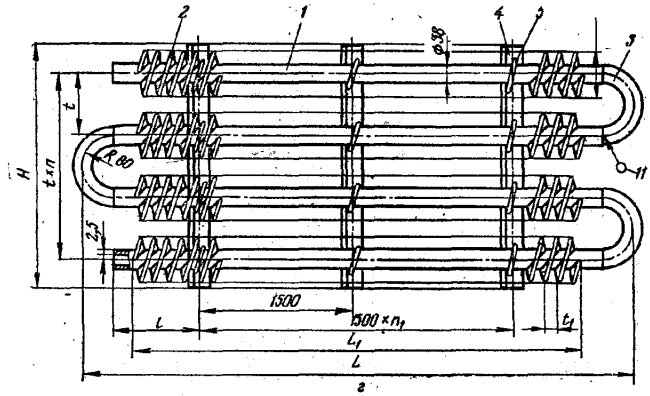
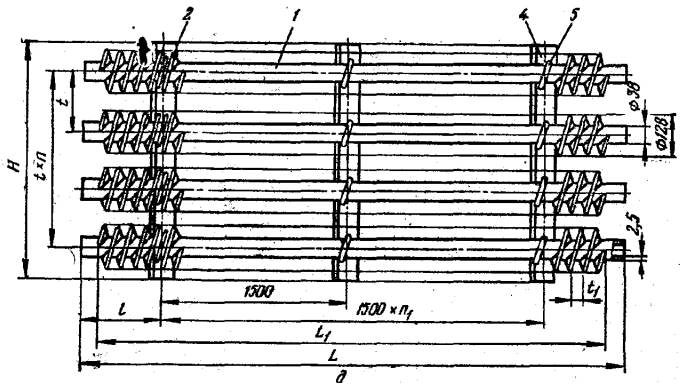


Рис. X—1. Стальные оребренные секции охлаждающих батарей:

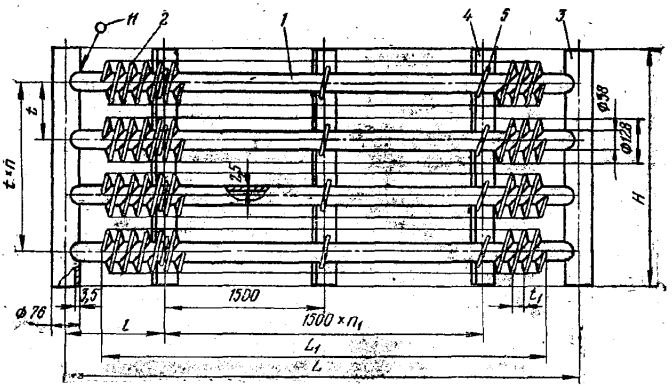
а — типа СК; *б* — типа СЗГ; *в* — типа СЗХ; *г* — типа СЗ; *д* — типа СС; *е* — типа С2К; *1* — труба; *2* — лента; *3* — калач; *4* — уголок; *5* — хомутик


2
1
4
5
3
11
ϕ38
t
H
t·n
R 80
2,5
1500
1500×n1
l
L1
L
t1

г


2
1
4
5
H
t
t·n
ϕ38
ϕ128
2,5
1500
1500×n1
l
L1
L
t1

д


11
2
1
4
5
3
t
t·n
ϕ38
ϕ128
H
2,5
1500
ϕ76
l
1500×n1
L1
L
t1

в

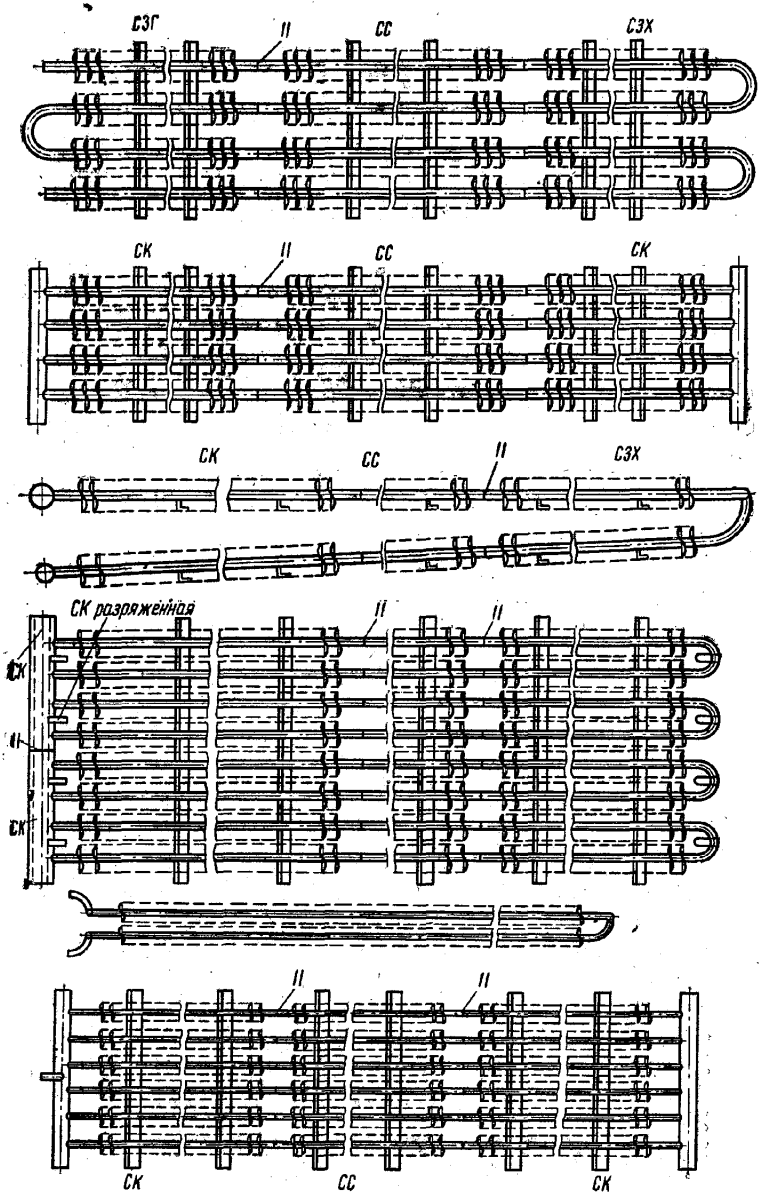


Рис. X—2. Схемы компоновки (сборки) охлаждающих батарей из стандартных секций. Обозначения секций см. рис. X—1.

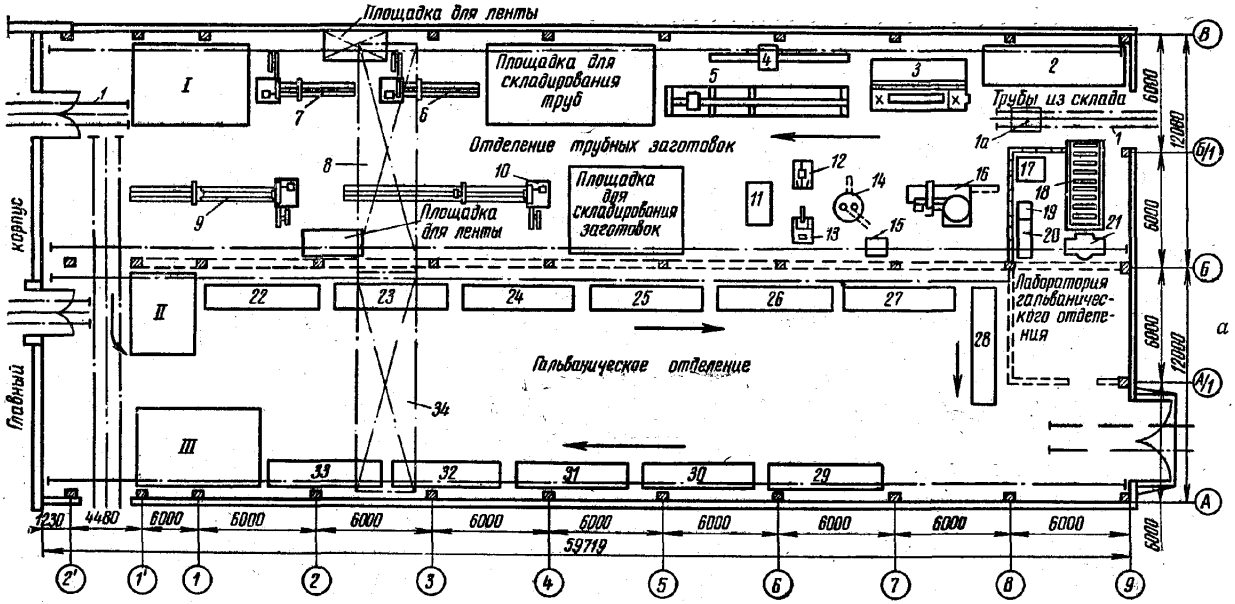
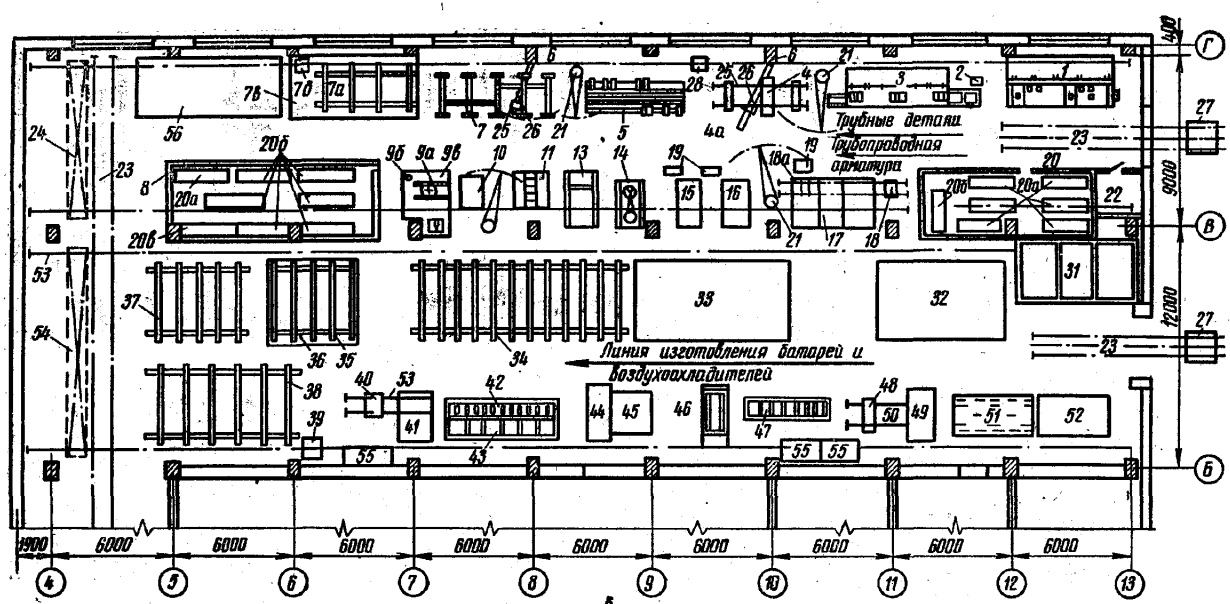


Рис. X—3. План поточной линии для изготовления охлаждающих устройств и узлов трубопроводов:

а — участки линии для изготовления трубных заготовок и нанесения гальванопокрытий; *1* — рельсовые пути — рельс Р-18; *1а* — тележка рельсовая грузоподъемностью 7 кН; *2* — металлический стеллаж-накопитель для труб; *3* — стеллаж для труб с пневмосбрасывателем и транспортером; *4* — станок ВНС-3С для резки труб; *5* — станок для газопламенной резки труб с транспортером; *6, 7, 9, 10* — станок для оребрения труб диаметром 25—57 мм; *8* — кран-балка электрическая грузоподъемностью 50 кН; *11* — фрезерно-отрезной станок 88—66; *12* — механическая ножовка Н-1; *13* — маятниковая термическая пила; *14* — трубогибочный станок ВНС-23; *15* — заточный станок на 2 круга диаметром 350 мм; *16* — трубогибочный станок ТГС-38/159; *17* — контейнер для фланцев; *18* — рольганг для листа; *19* — станок для баллонов с пропан-бутаном; *20* — стенд для кислородных баллонов;



б

21 — машина для резки со столом АСШ-2; *22* — ванна электролитического обезжиривания; *23* — ванна горячей промывки с паровым обогревом; *24* — ванна холодной промывки; *25* — ванна травления кислотой с бортовым отсосом; *26* — ванна холодной промывки с футеровкой; *28* — ванна электрического цинкования в аммиачном растворе; *29* — ванна холодной промывки с футеровкой; *30* — ванна с футеровкой; *31* —ванна холодной промывки с футеровкой; *32* — ванна пассивации с футеровкой; *33* — ванна холодной промывки с футеровкой; *34* — кран-балка электрическая грузоподъемностью 50 кН;

Рис. X—3. План поточной линии для изготовления охлаждающих устройств и узлов трубопроводов:

б — участки линии для изготовления батарей воздухоохладителей, деталей трубопроводов и ревизии трубопроводной арматуры: *1* — металлический стеллаж для трубных заготовок; *2* — переносная машина для вырезки отверстий АСШ-2; *3* — стенд для сборки узлов с приспособлениями для труб; *4* — фрикционный вращатель для сварки труб диаметром до 529 мм; *4а* — тележка поддерживающая для труб диаметром 500 мм; *5* — стенд для сборки грубных элементов из труб диаметром до 350 мм с приспособлениями; *6* — поворотный кран-укосина для сварочных автоматов и полуавтоматов; *7* — стенд для ручной сварки узлов трубопроводов; *7а* — козлы из профилированной стали для укладки узлов при гидроиспытаниях; *7б* — гидравлический пресс приводной ВМС-45; *7в* — поддон металлический из листовой стали; *8* — площадки для хранения укомплектованной арматуры; *9а* — стенд для гидравлического и пневматического испытания труб и укомплектованной арматуры; *9б* — насос гидравлический приводной p=10 МПа; *9в* — поддон металлический для сбора воды; *10* — стол для укомплектования арматуры, металлический переносной; *11* — металлический стол со стульями для работы с гайковертом; *13* — металлический трехъярусный стеллаж для патрубков и фланцев; *14* — манипулятор для сварочных работ М-0,5; *15* — вертикально-сверлильный станок 2А-150; *16* — радиально-сверлильный станок с наибольшим диаметром сверления 25 мм; *17* — радиально-сверлильный станок 2А-55; *18* — поддерживающая тележка к радиально-сверлильному станку; *18а* — телескопическая роликоопора переносная; *19*—контейнер для фланцев и металлических деталей; *20* — площадка для складирования арматуры — хранение неукомплектованной арматуры; *20а, б* — стеллажи для хранения арматуры; *21* — консольно-поворотный кран грузоподъемностью 400 Н, вылет — 3000 мм; *22* — сварочный преобразователь ПСО-1000; *23* — рельсовые пути для тележки (база 800 мм; рельс — Р-18); *24* — кран-балка электрическая грузоподъемностью 5 кН, пролет — 7500 мм; *25* — сварочный полуавтомат ПШ-54; *26* — сварочная головка ТСГ-7 для сварки в среде CO_2; *27* — тележка рельсовая грузоподъемностью 50 кН; *28* — наждачное точило на 2 камня диаметром 350 мм; *29* — рельсовые пути под тележку; *31* — стеллаж-накопитель для складирования оребренных труб; *32, 33* — стенды для сборки и сварки батарей; *34* — площадка для сборки и сварки змеевиков воздухоохладителей; *35* — площадка для гидравлических испытаний воздухоохладителей; *36* — поддон из стали; *37* — площадка для окончательной сборки воздухоохладителя; *38* — козлы для сборки корпусов воздухоохладителей; *39* — наждачное точило; *40* — тележка поддерживающая; *41* — гидравлический пресс усилием 400 кН; *42* — рольганг; *43, 52* — столы-накопители; *44* — гибочный станок ЛС-6; *45, 51* — столы; *46* — листогибочные вальцы ЛГВ-6х-1800; *47* — рольганг; *48* — откаточная тележка; *49* — ножницы гильотинные Н-475; *50, 53* — рельсовые пути; *54* — мостовой электрический кран грузоподъемностью 50 кН; *55* — стол-верстак; *56* — стеллаж для складирования готовой продукции; *I, II* — площадка для складирования оребренных труб; *III* — площадка для складирования оцинкованных труб

по ГОСТ 1050—60) бесшовных горячекатаных труб (группа поставки А); стальной ленты Ш-НП-М-Н-О-1×45 по ГОСТ 503—71; уголка равнобокого 50×50×5 по ГОСТ 8509—57 из стали марки Ст. 3 по ГОСТ 535—58; из стали марки Ст. 3 по ГОСТ 535—58 (хомутики).

По соглашению с заказчиком допускается изменение толщины стенки труб секции: для сред со слабой коррозионной активностью — до 2,25 мм, для сред со средней коррозионной активностью — до 3 мм. Трубы оребряют путем поперечно-спиральной навивки на трубы стальной ленты (толщина ленты — 0,8; 0,9; 1,0 мм). Гофрированная часть ленты, навитой на трубу, не должна превышать $^2/_3$ ширины ленты. Отклонение от перпендикулярности плоскости ребра к трубе — не более 5°.

Секции сваривают любым способом, обеспечивающим стабильное качество соединения и плотность (герметичность) сварных швов. Прочность швов сварных соединений должна быть не ниже прочности основного материала свариваемых деталей (по ГОСТ 5264—69). Оребренные трубы оцинковывают горячим способом (цинковое покрытие по ГОСТ 9791—68). По соглашению с заказчиком допускается изготавливать секции с шагом крепления 1200 мм вместо 1500 мм.

Шаг оребрения принимают: 20 мм — для холодильных камер с упакованными продуктами; 30 мм — для холодильных камер с неупакованными продуктами. Предельные отклонения шага оребрения труб должны быть: ±2 мм — для шага 20 мм; ±3 мм — для шага 30 мм. Свободные от оребрения концы труб имеют неоцинкованные участки длиной 25—30 мм. Не указанные предельные отклонения размеров: охватывающих по A_9, охватываемых по B_9, остальных по CM_9.

Каждую секцию испытывают на прочность, герметичность и плотность прилегания ленты к трубе. Плотность прилегания ленты к трубе проверяют (выборочно до оцинкования труб) по сдвигу участка ребра от усилия 200 Н.

Каждую секцию испытывают до нанесения покрытия. Испытываемую на прочность, герметичность секцию выдерживают под давлением воздуха 1,6 МПа в течение 5 мин. Секция считается выдержавшей испытания, если она не пропускает воздух (проверяется обмыливанием) и в ней отсутствуют остаточные деформации.

Охлаждающие панельные батареи поступают на монтажную площадку в зависимости от габаритных размеров в собранном виде либо в виде максимально укрупненных транспортабельных секций. Последние изготовляют централизованно в мастерских монтажных заготовок с максимальным использованием заводских деталей трубопроводов, входящих в номенклатуру ВСН120-74.

Для резки листовой стали применяют гильотинные ножницы, для резки труб — станок ПДМ-75. Отверстия в газовых и жидкостных коллекторах сверлят на одношпиндельных или радиально-сверлильных станках (с наибольшим диаметром сверления 55 мм) с помощью кондуктора для безразметочного сверления конструкций ЦПКБ Главлегпродмонтажа.

Прихватку (сварку прерывистым швом) и сварку панелей из листовой стали выполняют с помощью сварочных полуавтоматов А-547 или А-825 сварочной проволокой марки Св-08Г2С диаметром 1,0—1,2 мм в среде углекислого газа. Режим сварки: зазор — 0,8—1 мм; сварочный ток — 70—100 А; напряжение дуги — 18—20 В; ско-

рость сварки — 18—24 м/ч. Прихватку производят с шагом 100—150 мм с обратной стороны шва.

Сваривают трубы с коллектором и приваривают соединительные гильзы также в среде углекислого газа в нижнем положении. При сборке обращают внимание на то, чтобы труба диаметром 38×3 мм входила в гильзу диаметром 45×3 мм на длину, равную 50 мм. Режим сварки: диаметр электродной проволоки — 1,6 мм; вылет электрода — 16—18 мм; катет шва — 3,0—4 мм; сварочный ток — 150—180 А; напряжение дуги — 28—30 В; скорость сварки — 20—22 м/ч.

При сборке секции укладывают панель на трубный элемент, совмещая продольную ось панели с осью пятой трубы и выдерживая размер 137 мм от торца листа до оси коллектора. Устанавливают на лист сначала направляющие сварочного автомата и закрепляют их на концах сборочного стола, а затем подвижную раму с прижимными роликами таким образом, чтобы при передвижении рамы ролики двигались вдоль листа по осям труб. Автомат марки ТС-17 устанавливают на направляющие и закрепляют к прижимной раме. Сварку выполняют способом «проплавления» под слоем флюса марки АН-348-А или ОСЦ-45 сварочной проволокой марки Св-08 или Св-08А. Прожоги в трубах не допускаются. Режим сварки: диаметр электродной проволоки — 1,2—1,6 мм, сварочный ток — 180—200 А, напряжение дуги — 26—28 В, скорость сварки — 48—52 м/ч. Отклонение габаритных размеров панели от проектных не должно превышать по длине ±10 мм, по ширине ±5 мм. Швы и основной металл в зоне сварки не должны иметь трещин, наплывов, надрезов и прожогов. Переход от наплавленного металла к основному должен быть плавным.

Испытывают секции на прочность и плотность сжатым воздухом, подаваемым воздушным компрессором ВК-25Э. При этом применяют инвентарные заглушки конструкции ВНИИмонтажспецстроя. Выдерживают секцию под давлением 1,2 МПа в течение 5 мин, а затем снижают давление до 1,0 МПа. Осматривают и обмазывают мыльной эмульсией сварные швы, места установки заглушек и фланцевые соединения временного воздухопровода. Секция считается выдержавшей испытание на плотность, если в течение 10—15 мин не наблюдалось утечек воздуха и падения давления по манометру.

Укрупнительную сборку и сварку панельных батарей производят с помощью кантователя с ручным приводом конструкции ПИ «Промстальконструкция» и концевого упора с вращающимся приспособлением конструкции ЦПКБ Главлегпродмонтажа по схеме, изображенной на рис. X—4.

Перед установкой в проектное положение охлаждающие батареи испытывают на прочность и плотность по нормам генерального испытания для всасывающей стороны холодильной установки.

Рассольные пристенные батареи из стеклянных труб с гладкими концами изготовляют из труб диаметром 68×5 мм. Расстояние между опорными стойками не должно превышать 2500 мм, а общая протяженность труб в батарее — 120—150 мм. Трубы крепят к стойкам хомутами только на прямых участках (калачи не крепят). Шланги батарей собирают в змеевики при помощи стандартных калачей на фланцевых соединениях. Используют фланцы чугунные по ГОСТ 19694—74 и ГОСТ 15911—70. Опорные металлоконструкции батарей крепят к стенам или подвешивают к перекрытиям. На высоту 1,5 м от пола пристенные батареи защищают сетчатыми ограждениями.

Смонтированные рассольные батареи подвергают гидравлическому испытанию давлением, равным 1,25 максимального рабочего давления.

Пристенные стальные батареи монтируют с помощью стрелового грузоподъемного механизма (до монтажа плит перекрытий), автомобильного крана, электропогрузчиков, оборудованных стрелой, как показано на рис. X—5, либо приспособления конструкции новатора треста «Продмонтаж» А. И. Лебедева.

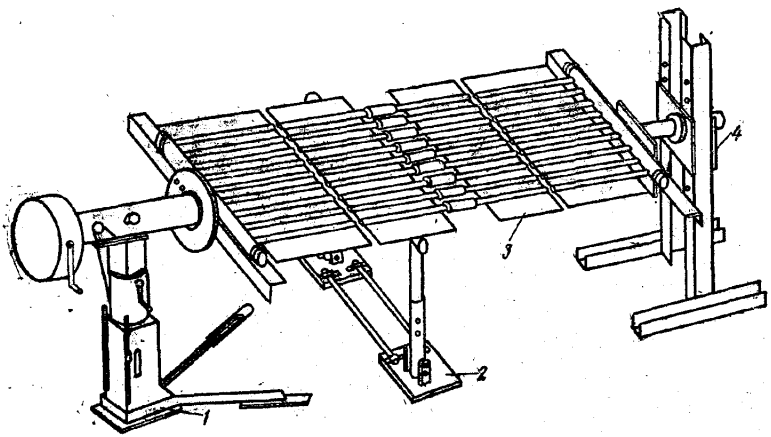


Рис. X—4. Схема сборки панельных батарей:

1 — кантователь с ручным приводом; *2* — козелок раздвижной складной; *3* — батарея; *4* — упор концевой с вращающимся устройством для крепления

Для сокращения объемов работ, выполняемых на высоте, целесообразно до монтажа стеновых панелей и плит перекрытия устанавливать либо средства крепления, либо пристенные батареи, габариты которых не превышают размеров стеновых железобетонных панелей. В первом случае батареи монтируют с помощью стрелового крана до монтажа плит перекрытия верхнего этажа. При монтаже пристенных батарей выдерживают наименьшее расстояние нижней трубы батареи от пола 250 мм. Расстояние от стены до оси батареи 150—200 мм.

Правильность установки пристенных батарей проверяют отвесом и уровнем. Отклонения от вертикальности не должны превышать 1 мм на 1 м высоты батареи, а по высоте — ±10 мм проектного.

Потолочные батареи монтируют с помощью погрузчиков (на первых этажах зданий), одностоечных подъемников либо ручных рычажных лебедок через блоки, прикрепленные к закладным деталям. Схема крепления блока к закладным деталям показана на рис. X—6.

Перед монтажом потолочных батарей тщательно проверяют соответствие проекту, правильность установки и качество заделки за-

кладных деталей. При подъеме батареи с помощью ручных рычажных лебедок следят за тем, чтобы тросы лебедок выбирались одинаково, и батарея находилась все время в горизонтальном положении, а отдельные ее участки не прогибались. После окончания подъема проверяют горизонтальность установки батареи и окончательно затягивают гайки болтов. Съемные приспособления с блоками демонтируют.

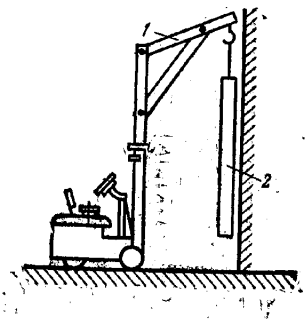


Рис. X—5. Схема монтажа пристенных батарей при помощи электропогрузчика, оборудованного стрелой:

1 — стрела; *2* — батарея.

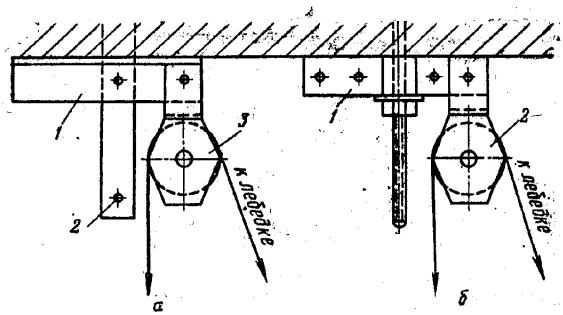


Рис. X—6. Схема крепления блока к закладным деталям для подъема потолочных батарей:

а — закладная деталь из полосовой стали: *1* — деталь из угловой стали 75×75×8; *2* — отверстие для крепления батарей; *3* — блок; *б* — закладная деталь из круглой стали; *1* — деталь из полосовой стали 80×8; *2* — блок

ИЗГОТОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕЙ

Воздухоохладители, применяемые на холодильных установках, могут быть с ленточным поперечно-спиральным оребрением, а также с пластинчатым оребрением.

Воздухоохладители с ленточным поперечно-спиральным оребрением типов НВОЛ-I (навесные для камер хранения охлажденной или замороженной продукции), НВОЛII (навесные для камер

охлаждения или замораживания продукции) и ПВОЛ (постаментные для камер хранения охлажденной или замороженной продукции) изготовляют по ГОСТ 18983—73. Конструкция и размеры воздухоохладителей приведены соответственно на рис. X—7 и в табл. X—2.

Охлаждающие устройства изготовляют не только в заводских условиях, но и в условиях мастерских монтажных заготовок мон-

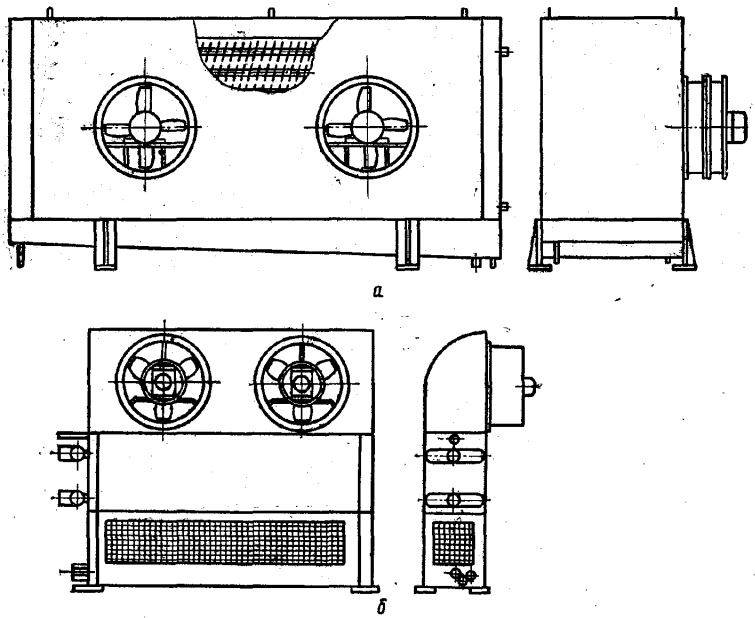


Рис. X—7. Воздухоохладители с ленточным поперечно-спиральным оребрением:

а — навесной типа НВОЛ; *б* — постаментный типа ПВОЛ

тажных управлений. Технология изготовления охлаждающих устройств предусматривает линейную поточность операций и механизацию трудоемких процессов с использованием набора универсального оборудования. Процесс изготовления воздухоохладителей на линии складывается из следующих основных операций: подача труб, холоднокатаной ленты, листовой и профильной стали в цех, разметка и резка труб и проката, оребрение труб стальной лентой, оцинкование оребренных труб, гнутье или штамповка калачей, изготовление коллекторов и щитов корпуса воздухоохладителей, сборка, сварка и ис-

* Гальперин Д. М. Государственный стандарт на воздухоохладители с поперечно-спиральным оребрением. — «Холодильная техника», № 7, 1974, с. 42—45.

Таблица X—2

Показатели	Воздухоохладители							
	НВОЛ-50	НВОЛП-50	НВОЛ-80	НВОЛП-80	НВОЛ-100	НВОЛП-100	НВОЛ-125	НВОЛП-125
Площадь теплообменной поверхности, м^2	52,7	35,6	84	52,5	105	65,6	123	83
Шаг оребрения, мм	10	16	10	16	10	16	10	16
Число рядов труб, шт.								
по ходу воздуха	8	8	8	8	8	8	7	7
по высоте	10	10	8	8	10	10	10	10
Размер, мм								
труб	25×2,5	25×2,5	25×2,5	25×2,5	25×2,5	25×2,5	25×2,5	25×2,5
ленты	20×0,6	20×0,6	20×0,6	20×0,6	20×0,6	20×0,6	20×0,6	20×0,6
Теплосъем (нетто) с поверхности, Вт	5800	5800	9280	9280	11 600	11 600	14 500	14 500
Габаритные размеры, мм								
длина	1210	1210	2110	2110	2110	2110	2720	2720
ширина	1205	1205	1205	1205	1205	1205	1455	1455
высота	1143	1143	998	998	1148	1148	1148	1148
Масса, кг	443	403	701	621	871	770	955	840

Продолжение табл. X—2

Показатели	Воздухоохладители								
	НВОЛ-160	НВОЛП-160	НВОЛ-200	НВОЛП-200	НВОЛ-250	НВОЛП-250	ПВОЛ-100	ПВОЛ-160	ПВОЛ-250
Площадь теплообменной поверхности, м²	158	98,75	210	131	251	157	107	168,5	254
Шаг оребрения, мм	10	16	10	16	10	16	13,3	13,3	13,3
Число рядов труб, шт.									
по ходу воздуха	9	9	10	10	12	12	4	4	6
по высоте	10	10	12	12	12	12	14	14	14
Размер, мм									
труб	25×2,5	25×2,5	25×2,5	25×2,5	25×2,5	25×2,5	38×3	38×3	38×3
ленты	20×0,6	20×0,6	20×0,6	20×0,6	20×0,6	20×0,6	30×1	30×1	30×1
Теплосъем (нетто) с поверхности, Вт	18 560	18 560	23 200	23 200	29 000	29 000	11 600	18 560	29 000
Габаритные размеры, мм									
длина	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2210	3210	3210
ширина	1330	1330	1374	1374	1597	1597	1045	1045	1260
высота	1133	1133	1298	1298	1283	1283	2983	2983	2983
Масса, кг	1146,5	1002,5	1410	1220	1343	1161	1418	2135	2800

пытание охлаждающих змеевиков, сборка щитов корпуса и установка вентиляторов, окраска корпуса, маркировка и контроль ОТК.

Поперечно-спиральное оребрение труб низкоуглеродистой холоднокатаной лентой производят на специальных станках, изготовляемых Саратовским заводом соединительных и крепежных деталей треста «Союзстекломонтаж» Минмонтажспецстроя СССР с помощью универсального поводка конструкции Д. М. Гальперина.

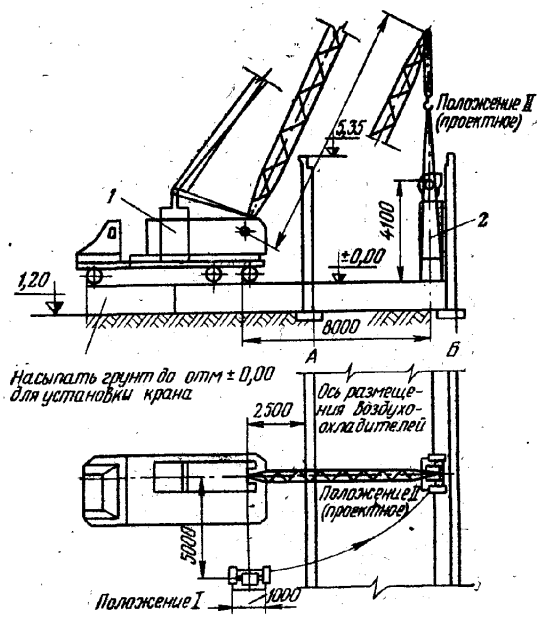


Рис. X—8. Схема монтажа постаментных воздухоохладителей поточно-совмещенным способом:

1 — автокран К-104; *2* — постаментный воздухоохладитель

Трубы, подлежащие обработке, предварительно укладывают на складе с помощью башенного крана на рельсовую тележку и подают вначале на стеллаж-накопитель, а затем на стеллаж с пневмосбрасывателем к станкам для резки труб. Заготовленные по размерам трубы поступают на станки для оребрения. Предельные отклонения шага оребрения труб: 0,5 мм для ленты шириной 20 мм; и 1 мм для ленты шириной 30 мм. Оребренные трубы при помощи кран-балки направляют на оцинкование, откуда трубы поступают в главный корпус, где с помощью мостового крана их укладывают на стеллаж-накопитель. Оребренные трубы направляют на площадку для сборки и сварки охлаждающих змеевиков воздухоохладителей. Параллельно с этой линией смонтировано оборудование для изготовления элементов корпусов воздухоохладителей. Готовую продукцию с по-

мощью мостового крана грузят на автотранспорт либо направляют на площадку готовой продукции.

Отверстия в коллекторах змеевиков воздухоохладителей вырезают с помощью фрезы-шаровки или спирального сверла, а также кондуктора для безразметочного сверления. Калачи из труб изготовляют на приводных станках в холодном состоянии или методом штамповки на прессах.

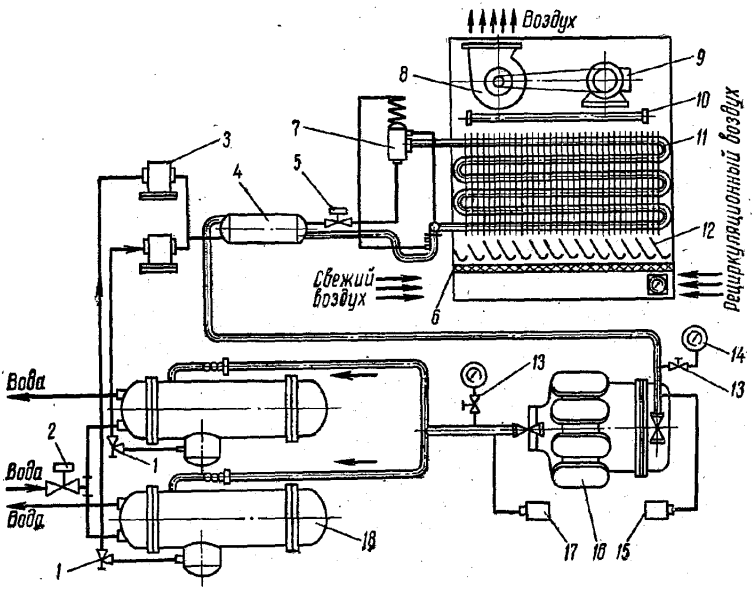


Рис. X—9. Принципиальная холодильная и воздушная схема кондиционера КС-50:

1 — вентили запорные угловые Dy15; *2* — соленоидный вентиль СВМ-10; *3* — фильтр фреоновый; *4* — теплообменник; *5* — соленоидный вентиль СВМ-15; *6* — фильтр воздушный; *7* — терморегулирующий вентиль ТРВ-40; *8* — вентилятор центробежный малошумный; *9* — электродвигатель вентилятора; *10* — электроподогреватель; *11* — воздухоохладитель; *12* — влагосборник; *13* — вентили запорные проходные Dy6; *14* — мановакуумметр; *15* — реле давления РД-1-01; *16* — компрессор ФУУ-25; *17* — реле давления РД-2-03; *18* — конденсатор

Сборку змеевика производят в специальных кондукторах-кантователях, позволяющих выполнять сварку в нижнем положении и применять механизированный способ сварки в среде углекислого газа. Для перемещения охлаждающих змеевиков вдоль поточной линии применяют консольные кран-балки и электротельферы.

Изготовленные охлаждающие змеевики аммиачных воздухоохладителей испытывают на прочность и герметичность сжатым воздухом под давлением 1,6 МПа в течение 10 мин. Охлаждающие змеевики рассольных воздухоохладителей испытывают водой под давлением

0,6 МПа, после чего для удаления воды продувают сжатым воздухом под давлением 0,3 МПа.

Перед монтажом постаментных воздухоохладителей производят приемку основания для них. Особо обращают внимание на наличие отверстия для прокладки дренажного трубопровода и армобетонной стяжки по изоляции.

Монтаж постаментных воздухоохладителей выполняют поточно-совмещенным способом (рис. X—8) с помощью стрелового крана. Дренажный трубопровод прокладывают с уклоном не менее 0,01 в сторону слива в канализационную сеть.

Навесные воздухоохладители типов НВОЛ, а также ВОП и ВОГ с пластинчатым оребрением подвешивают к перекрытию с помощью погрузчика грузоподъемностью до 50 кН. Автопогрузчик оснащают специальной площадкой, закрепленной на его захватках. Правильность установки воздухоохладителей проверяют по уровню и отвесу.

Рассольные постаментные воздухоохладители из стеклянных труб типа ПРВОС (рис. X—9) применяют в камерах хранения и предварительного охлаждения плодов и фруктов, холодильных камерах молочных заводов. Технологический процесс изготовления охлаждающих змеевиков из стеклянных труб состоит из следующих основных операций: подача труб, калачей, и профильной стали в цех, разметка и резка профильной стали, сборка и испытание охлаждающих змеевиков, маркировка и контроль ОТК.

Охлаждающие змеевики испытывают внутренним гидравлическим давлением, равным 1,25 максимального рабочего давления, но не менее 0,2 МПа.

При гидравлическом испытании давление p_y выдерживают в течение 20 мин (испытание на прочность), после чего его снижают до рабочего и при этом давлении производят визуальный осмотр трубопровода (испытание на плотность). Результаты гидравлического испытания считаются удовлетворительными, если во время испытания не наблюдают падения по манометру и не обнаруживают течи в соединениях.

Технология монтажа воздухоохладителей из стеклянных труб аналогична технологии монтажа постаментных воздухоохладителей типа ПРВО. Однако при производстве погрузочно-разгрузочных и такелажных работ требуется особая осторожность.

МОНТАЖ СКОРОМОРОЗИЛЬНЫХ АППАРАТОВ, КОНДИЦИОНЕРОВ И ХОЛОДИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СУБЛИМАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

Скороморозильный гравитационный конвейерный аппарат ГКА-4. Предназначен для замораживания мяса и субпродуктов в потоке холодного воздуха. Техническая характеристика аппарата приведена в табл. X—3.

Скороморозильный аппарат поставляют в виде отдельных узлов и деталей и доставляют к месту монтажа механизированным способом. Щиты камеры аппарата изготовляют на месте монтажа по чертежам завода-изготовителя с использованием поставляемой им изоляции, оцинкованной кровельной стали, лазов и люков.

До начала монтажа аппарата подготавливают площадку, т. е. устраивают термоизоляцию, защищенную от влаги битумом и слоем

Таблица X—3

Показатели	Модификации аппарата с количеством полок в сборке		
	12	10	8
Расчетная производительность по мясу или субпродуктам в блоках при температуре воздуха на входе в грузовой отсек —35° С, т/ч	21,5	18,2	14,6
Количество противней, шт.	186	156	126
Площадь поверхности охлаждающих батарей, м^2	1000	1000	1000
Пределы регулирования цикла конвейера, ч	0,9—6	0,8—5	0,7—5
Допустимая высота продукта, мм	90	120	160
Габаритные размеры камеры аппарата, мм			
длина	8200	8200	8200
ширина	3500	3500	3500
высота	3250	3250	3250
Масса аппарата, т	21,5	21	20,5

асфальта. На подготовленную площадку укладывают основание каркаса, строго выдерживая совпадение осей симметрии трех его частей, продольные расстояния между ними и совпадение по высоте уступов для торцов рам. Чтобы выполнить последнее требование, под продольные швеллеры основания каркаса укладывают прокладки. Вокруг основания укладывают полый облицовочный кирпич так, чтобы верхняя плоскость кладки совпадала с верхней плоскостью швеллеров основания. Стыки в основании каркаса заливают цементным раствором и битумом. К основанию каркаса с двух сторон приваривают листы поддона. Перед установкой секций охлаждающих змеевиков их испытывают на прочность и плотность сжатым воздухом под давлением 1,2 МПа.

Секции устанавливают в определенной последовательности. Сначала со стороны вентилятора размещают три секции с шагом оребрения 30 мм, затем пять секций с шагом 20 мм и 14 секций с шагом 13,5 мм. Установленные секции соединяют верхними и нижними коллекторами.

На поддоне размещают сборные рамы, строго выдерживая расстояние между стойками 1800 мм по всей высоте грузового отсека, строгую параллельность и вертикальность их. Косынки прихватывают с помощью электросварки к рамам. Затем надежно затягивают болтовые соединения, крепящие косынки и диагональные раскосы. Сборку каркаса заканчивают установкой полок (сперва верхней и нижней), выдерживая расстояние между ними 144 мм. После монтажа вентиляторной установки монтируют узел ввода кареток, укрепляют листы пола грузового отсека, отбойник воздуха и ограничительные

рамы. Затем монтируют агрегат привода, обеспечивая при этом вертикальность винтов, их одинаковое расстояние от первой рамы, параллельность направляющих стола с винтами. Стол должен входить с одинаковыми зазорами между приемными пластинами верхней полки, а каретка — плавно на первую полку. При установке передних и задних гребенок следят, чтобы они свободно ходили по направляющим на шарикоподшипниках, а зазор между нижними подшипниками и направляющей полкой составлял 1 мм.

При установке горизонтальных приводов обеспечивают положение вала, горизонтальное и параллельное каркасу, регулируя высоту прокладок, укладываемых под угольники гребенок. Узел ввода противней устанавливают так, чтобы ось рычага ввода противней и труба с лапами были параллельны стоящей на столе каретке, а при регулировании планок на продольных толкателях и ограничителей лапы полностью должны вводить противни в каретку и не входить в нее при подъеме пустой каретки. После установки ограждения узла ввода монтируют аммиачную систему в соответствии с монтажно-технологической схемой и устанавливают щиты камеры. Тщательно заделывают просвет между первой рамой и передними щитами, а также все уплотнения. Все подшипники кареток смазывают смазкой ЦИАТИМ-201. Опробывают конвейер вхолостую в течение двух циклов его работы.

Конвейер с загруженными противнями (в противни загружают по 6 шт. кирпичей в каждый) испытывают в течение одного цикла работы конвейера. Аммиачную систему испытывают на прочность и плотность в соответствии с нормами генерального испытания для аппаратов и трубопроводов стороны всасывания.

Роторные морозильные агрегаты типа МАР и АРСА. Предназначены для замораживания пищевых продуктов в блоках: остывшего и охлажденного мяса; мякотных субпродуктов в парном, остывшем или охлажденном состоянии; промысловых рыб, рыбных филе и фарша; творога в блоках и брикетах в мелкой расфасовке (250—500 г); овощей и фруктов.

Роторный агрегат состоит из ротора с морозильными секциями, загрузочного и разгрузочного, взвешивающего и дозирующего устройств, транспортера для выгрузки блоков, насосной станции, гидро- и электроаппаратуры. Основным узлом агрегата является морозильная секция, которая служит для замораживания и подпрессовки продукта. Секция состоит из двух морозильных плит, в которых расположены каналы для циркуляции хладагента (аммиака, фреона) или хладоносителя (рассола, этиленгликоля). Техническая характеристика агрегатов приведена в табл. X—4.

Агрегаты поставляют в собранном виде и при монтаже их устанавливают на фундаменты. Установив агрегат на фундамент одним из механизированных способов и выверив его положение в горизонтальной и вертикальной плоскостях, к нему прикрепляют передний изоляционный щит со стороны разгрузочного устройства. К щиту устанавливают на фундаменте загрузочное устройство так, чтобы его подвижной лоток находился против загрузочной щели в щите на уровне верхней плоскости нижней морозильной плиты блок-формы с зазором 3—5 мм. Зазоры между боковыми стенками лотка и коллекторами морозильных секций должны быть одинаковыми. Проверив правильность установки загрузочного стола в положении загрузки, а также расположение морозильных секций относительно раз-

Таблица X—4

Показатели	Агрегаты	
	МАР-8АМ	АРСА-10
Производительность, кг/ч	460	500
Количество секций, шт	23	27
Единовременная емкость, кг	1012	1080
Начальная температура продукта, °С	20	4
Средняя конечная температура замораживания, °С	—18	—12
Расход холода, кДж/кг	375	375
Габаритные размеры, мм		
длина	4345	4300
ширина	4000	4000
высота	2360	2340
Масса (нетто), кг	7500	8000

грузочного стола в положении выгрузки, загрузочное устройство закрепляют на фундаменте, затем с правой стороны ротора устанавливают перегружатель так, чтобы нижняя плоскость бункера была на уровне или несколько ниже плоскости наклонного лотка, по которому блоки перемещаются в бункер. С одной стороны перегружатель крепят болтами к раме аппарата, а с другой — к изоляционному щиту.

В соответствии с гидравлической схемой агрегата трубопроводы гидросистемы соединяют с гидроцилиндром и гидродвигателем транспортера. Гидропроводы предварительно промывают керосином и продувают сжатым воздухом. В соответствии с холодильной схемой агрегат присоединяют к холодильной установке. Все трущиеся части механизмов поворота ротора, срыва блоков, загрузки, отсекателя, кантователя и транспортера смазывают смазкой ЦИАТИМ-221С, а механическую часть конечных выключателей — ЦИАТИМ-203. Вхолостую агрегат проверяют на ручном режиме, установив регулировочный винт предохранительного клапана на минимальное давление и повернув на 1,5—2 оборота рукоятку масляного фильтра.

Кондиционеры. Их применяют в системах кондиционирования воздуха для создания и поддержания в помещениях искусственного климата, необходимого по технологическим или санитарно-гигиеническим (комфортным) условиям. Наиболее употребительными являются автономные и центральные секционные кондиционеры.

Автономный кондиционер в летний период охлаждает воздух и работает на смеси рециркуляционного воздуха (из кондиционируемого помещения) и свежего воздуха, а также очищает воздух от пыли и в случае большой влажности частично осушает его. В зимний период кондиционер подогревает воздух путем просасывания его через электрокалорифер. Техническая характеристика автономных кондиционеров типа КС приведена в табл. X—5.

Все оборудование кондиционера размещено в закрытом корпусе, в нижней части которого размещено компрессорно-конденсаторное

Таблица X—5

Показатели	Кондиционер	
	КС-25	КС-50
Холодопроизводительность при температуре испарения 4° С и температуре конденсации 35° С, 1,16 Вт	25 000	50 000
Производительность по воздуху, $м^3/ч$	5 000	10 000
Количество цилиндров компрессора поршневого непрямоточного бессальникового одноступенчатого	4	8
Хладагент	фреон-12	фреон-12
Количество веществ в системе, кг		
фреона-12	200	300
масла ХФ-12	80	130
Мощность, Вт		
электродвигателя, встроенного в компрессор	10 000	20 000
электрокалорифера	10 000	15 000
Расход воды, охлаждающей конденсатор, $м^3/ч$	4	9,3
Температура, °С		
воды на входе в конденсатор	25	25
воздуха на входе в кондиционер при относительной влажности 47±2%	27	27
Подогрев воздуха (разность температур воздуха на входе и выходе), °С	6	6
Габаритные размеры по выступающим частям, мм		
длина	930	1224
ширина	1270	2000
высота	1885	1832
Масса, кг	1100	2000

отделение, а в верхней — воздухоохладительное и воздухоподогревательное отделения.

Верхняя и нижняя части разделены камерой смешения, в которую с противоположных сторон поступает свежий и рециркуляционный воздух. Принципиальная холодильная и воздушная схема кондиционера КС-50 показана на рис. X—9. Кондиционер доставляют к месту монтажа механизированным способом и устанавливают в проектное положение, проверяя правильность установки по уровню и отвесу. К кондиционеру подключают трубопроводы подачи воды, охлаждающей конденсатор, и отвода воды после охлаждения конденсатора. Подготавливают кондиционер к пуску в эксплуатацию следующим образом. Осматривают снаружи кондиционер и в случае обнаружения повреждений (пробоин, вмятин) проверяют целостность компрессора, конденсатора, воздухоохладителя и т. п. Провер-

ке подлежат степень натяжения клинового ремня привода вентилятора, герметичность фреонового трубопровода и оборудования (по отсутствию в местах соединений маслоподтеков и пятен), степень открытия жалюзей на входных окнах. Перед пуском кондиционера открывают вентиль на конденсаторе, всасывающий и нагнетательный вентили компрессора.

Центральный секционный кондиционер помимо операций по обработке воздуха, выполняемых автономным кондиционером, увлажняет, смешивает и распределяет воздух. Центральные секционные кондиционеры типа КТ поставляют в виде отдельного унифицированного оборудования, составляющего кондиционер. Последовательность установки унифицированного оборудования при монтаже кондиционера определяется проектом системы кондиционирования воздуха. Унифицированное оборудование поставляют в правом или левом исполнениях. Правым считается оборудование, в котором воздух перемещается вправо, левым — в котором воздух перемещается влево, если смотреть на кондиционер со стороны приборов управления. По требованию заказчика наружную поверхность оборудования, входящего в состав кондиционера, завод-изготовитель поставляет с шипами для устройства на месте установки кондиционера накладной теплоизоляции. Для придания жесткости при транспортировке и захвате подъемными средствами оборудование имеет временные косынки, которые при монтаже снимают. В состав центрального кондиционера входят камера орошения, поверхностные воздухоохладители, воздухонагреватели, воздушные фильтры и клапаны, вентиляторный агрегат, камеры обслуживания и выравнивания.

Камера орошения предназначена для изменения тепло- и влагосодержания воздуха путем контактной обработки его водой. В зависимости от температуры воды и относительного количества воды и воздуха в камере осуществляются следующие процессы тепловлажностной обработки воздуха: охлаждение и осушение, охлаждение без изменения влагосодержания; одновременное охлаждение и увлажнение без повышения теплосодержания и с повышением последнего;

Кондиционеры	Плотность расположения форсунок, шт/м²	Количество рядов	Оросительная часть					
			Количество стояков		Количество форсунок при плотности расположения, шт/м²			
					18		24	
			в одном ряду	всего	в одном стояке	всего	в одном стояке	всего
Кт60	18/24*	2	13	26	9	234	12	312
Кт80	18/24*	2	13	26	12	312	16	416

* Приведены данные о двух вариантах исполнения.

адиабатическое охлаждение и увлажнение; изотермическое увлажнение; подогрев и увлажнение воздуха.

Камера орошения состоит из бака, в котором установлены пластины двухповоротные воздухораспределителя и шестиповоротные каплеуловителя, фильтр для очистки рециркуляционной воды, два коллектора со стояками, на которых расположены тангенциальные полиэтиленовые форсунки. Техническая характеристика камер орошения кондиционеров КТ60 и КТ80 приведена в табл. X—6, а присоединительные размеры — в табл. X—7.

Монтаж камеры орошения выполняют в следующей последовательности. Бак устанавливают на заранее подготовленный фундамент. В баке закрепляют болтами фланцы переливного устройства и фильтра, устанавливают зонт, фильтрующие панели, шаровой клапан, уголки ходовых решеток и ходовые решетки.

К баку подсоединяют четыре раскоса, к которым прикрепляют установленные на боковые стенки бака опорные листы. Для предотвращения выноса влаги между поддонами воздухораспределителя и каплеуловителя в желоб устанавливают прокладку, к передней и задней стенкам бака прикрепляют две передние стенки. На опорных листах монтируют поддоны воздухораспределителя и каплеуловителя сливными отверстиями внутрь камеры, присоединяя их к передним стенкам бака и устанавливая прокладки. В патрубки коллекторов вставляют уплотнительные кольца и устанавливают коллекторы, прикрепляя их к коллекторным стенкам. При установке внутренних гребенок для воздухораспределителя и каплеуловителя их соединяют между собой последовательно и закрепляют с одной стороны к стойке, а с другой — к передней и задней стенкам коллектора. Гребенки закрепляют так, чтобы болты на одной и той же гребенке были несоосны. Пластины воздухораспределителя размещают вдоль поддона партиями по 15 шт. в каждой. Затем их разворачивают на 1,571 рад вокруг вертикальной оси и вставляют в пазы прямыми участками во внутрь камеры. Затем, разворачивая пластины на 1,571 рад вокруг вертикальной оси, устанавливают их на свои места,

Таблица X—6

Степень орошения, кг/кг	Максимальный объем трубопровода внешней обвязки, м³	Сопротивление камеры, Па	H	H_1	H_2	H_3	H_4	n	Масса, кг
0,6—2,5	1,6	110	2003	1875	2051	2645	2475	15	2545*/2559
0,6—2,5	1,6	123	2503	2375	2551	3145	2975	19	2836*/2854

Таблица X—7

Назначение	Фланцы		Болты		
	Количество	Проход условный D_y	Диаметр окружности	Диаметр отверстий	Количество
Подвод воды к форсункам	2	125	178	18	8
Перелив	1	250	314	18	8
Слив	1	80	3″	—	—
Подвод воды к шаровому клапану	1	25	1″	—	—
Отвод воды из бака к насосу	1	250	314	18	8

а последние 16 шт. вставляют попарно в последующие пазы поддона. После этого, передвигая пластины одну за другой к стенке камеры, устанавливают их в свои пазы.

Перед монтажом стояков (свободными концами в патрубки коллекторов) устанавливают форсунки и пробки. Концы стояков предварительно смазывают консистентной смазкой. Стояки распределяют так, чтобы водяной факел в первом ряду был направлен по потоку воздуха, во втором — против потока воздуха.

Для придания жесткости в камере орошения устанавливают верхние и нижние стяжки . Затем к стенкам коллектора с помощью болтов закрепляют потолок камеры.

Поверхностный воздухоохладитель предназначен для охлаждения и осушения воздуха, а также для изменения тепло- и влагосодержания воздуха путем контактной его обработки в теплообменниках. Хладоносителем служит холодная вода. Воздух, проходя через теплообменники, в зависимости от температуры и количества хладоносителя, циркулирующего в теплообменниках, приобретает определенные параметры. Затем обрабатываемый воздух, проходя через пластины каплеуловителя, освобождается от капель воды, взвешенных в воздухе.

Поверхностный воздухоохладитель (рис. X—10) состоит из бака, в котором установлены теплообменники и каплеуловитель. Теплообменник сварной конструкции служит для охлаждения и осушения воздуха и имеет по глубине два или три ряда труб с поперечно-спиральным оребрением, внутри которых циркулирует хладоноситель (давление не должно превышать 0,6 МПа). Пластины каплеуловителя шестиповоротные и установлены за теплообменниками по ходу воздуха. Техническая характеристика и присоединительные размеры воздухоохладителей приведены в табл. X—8, X—9.

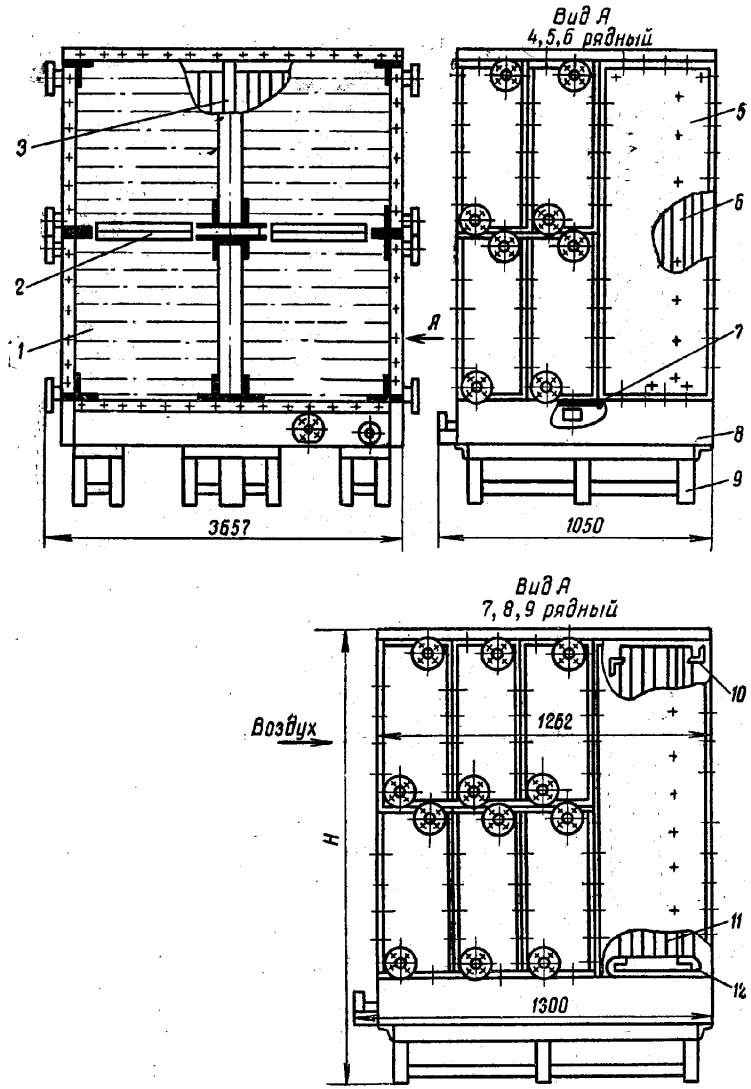


Рис. X—10. Поверхностный воздухоохладитель кондиционера КТ:

1 — теплообменник; *2* — перегородка; *3* — стойка; *4* — потолок; *5* — стенка; *6* — каплеуловитель; *7* — поддон; *8* — бак; *9* — подставка; *10* — гребенка; *11* — отбойник; *12* — поддон каплеуловителя

Таблица X—8

Кондиционеры	Количество рядов труб	Количество теплообменников				Площадь холодоотдающей поверхности, м²	Живое сечение для прохода воздуха, м²	Масса, кг
		1-метровых		1,5-метровых				
		2-рядных	3-рядных	2-рядных	3-рядных			
Кт60	4	8	—	—	—	439,1	2,88	2931
	5	4	4	—	—	546,9		3341
	6	—	8	—	—	654,7		3706
	7	8	4	—	—	766,5		4111
	8	4	8	—	—	874,3		4611
	9	—	12	—	—	982,1		5641
Кт80	4	4	—	4	—	553,4	3,66	3641
	5	2	2	2	2	689,4		4106
	6	—	4	—	4	825,3		5551
	7	4	2	4	2	966,0		5331
	8	2	4	2	4	1102,0		5746
	9	—	6	—	6	1237,9		6246

Таблица X—9

Кондиционеры	Размеры, мм					
	A_1	A_2	H	H_1	h	n
Кт60	1875	2051	2645	2003	888	15
Кт80	2375	2551	3145	2503	1392	19

Монтаж воздухоохладителя выполняют в следующей последовательности: размещают на фундамент подставки и закрепляют на них бак; устанавливают на баке поддоны и стенки; внутри воздухоохладителя монтируют гребенки и пластины каплеуловителя; прикрепляют к стенкам бака теплообменники и закрепляют потолок. При монтаже воздухоохладителя следят за тем, чтобы сливной патрубок бака находился со стороны теплообменников.

Воздухонагреватель служит для подогрева обрабатываемого воздуха горячей или перегретой водой с температурой до 150° С. Воздухонагреватели собирают из базовых теплообменников сварной конструкции, состоящих из трубных решеток, крышек, перегородок и горизонтально расположенных нагревательных элементов (оцинкованные трубки с ленточным поперечно-спиральным оребрением). Техническая характеристика воздухонагревателей приведена в табл. X—10.

При монтаже воздухонагревателя к каждому теплообменнику прикрепляют болтами специальные фланцы, а затем на прокладках устанавливают теплообменники. Для установки следующих теплообменников на фланцы укладывают прокладки, а в пазы фланцев устанавливают перегородки. Во избежание образования водяной пробки и размораживания трубок теплообменники устанавливают тщательно (отклонение трубки по горизонтали допускается не более 2 мм на длину живого сечения теплообменника). На теплообменники устанавливают обводной канал или клапан, который собирают отдельно и закрепляют болтами к трубным решеткам теплообменников.

Воздушный фильтр предназначен для очистки воздуха от средне- и мелкодисперсной пыли. Фильтр состоит из левой и правой стенок в сборе, головки фильтра, двух фильтрующих сеток, ограничителей, привода и емкости для шлама. Монтаж фильтра производят в последовательности: устанавливают бак (колодец бака должен находиться со стороны обслуживания) и проворачивают от руки элеваторное устройство; устанавливают на бак на прокладках левую и правую стенки, среднюю стойку, которые с головкой фильтра скрепляют раскосами; устанавливают натяжные устройства (допускаемое отклонение от параллельности натяжных валов и валов головки фильтра 1 мм на длине натяжного вала), внутренние и средние ограничители, маслосъемники, а также сетку; устанавливают и закрепляют крышку головки фильтра. Смонтированный фильтр с помощью фланцев и уплотнительных прокладок присоединяют к соседним секциям кондиционера.

Вентиляторный агрегат кондиционера с центробежным вентилятором одностороннего всасывания типа Ц4-76 № 16 состоит из спирального кожуха разъемной конструкции, рабочего колеса, входного патрубка, привода, ограждения привода, виброизолирующего основания, стойки и узла вала. Монтаж агрегата выполняют в таком порядке: собирают раму и устанавливают ее на виброизоляторы; устанавливают нижнюю часть кожуха с клиньями на раму, рабочее колесо на вал и закрепляют его, верхнюю часть кожуха с клиньями на раму, рабочее колесо на вал и закрепляют его, верхнюю часть кожуха на прокладках, а также входной патрубок; устанавливают на прокладках направляющий аппарат к фланцу входного патрубка так, чтобы широкая часть лопаток в открытом положении была направлена внутрь входного патрубка.

Виброизоляторы выставляют на раме так, чтобы они были равномерно нагружены. Добиваются правильного положения оси ротора (допускаемое отклонение от горизонтали не более 0,5 мм на один метр длины) при помощи регулировочных гаек и контргаек виброизоляторов.

Одноблочный воздушный клапан устанавливают на прокладке на воздушной камере, воздушный клапан для отводного канала возду-

Кондиционеры	Число рядов	Количество теплообменников длиной, м		Показа				
				по воздуху				
				теплоотдающая поверхность, м²			живое сечение для прохода воздуха, м²	сопротивление по воздуху, МПа
				одного теплообменника длиной, м		всего воздухонагревателя		
		1	1,5	1	1,5			
Кт60	1	4	—	27,8		112,9		3,14
	2	4		54,5		219,6	2,88	5,0
	3	4		81,4		327,4		6,0
	1	2	2	27,8	41,8	141,42		3,56
Кт80	2	2	2	54,5	82,8	276,7	3,66	5,7
	3	2	2	81,4	123,8	412,6		6,7

хонагревателя — на воздухонагреватель с присоединением на прокладках к соседней секции.

Камера обслуживания предназначена для осмотра, наладки, ремонта и эксплуатации рабочих секций центрального секционного кондиционера. Камера воздушная односторонняя служит для аналогичных целей, а также для смешения различных воздушных потоков; камера выравнивания — для выравнивания потока воздуха перед рабочими секциями кондиционера. Монтаж камеры начинают с установки под кондиционером дна на трех опорах. Затем дно подводят к соседней секции кондиционера и закрепляют, установив уплотнительную прокладку. Монтируют на прокладках переднюю и заднюю стенки, патрубок (в камере выравнивания — стенки и потолок). Эксплуатирующие козырьки устанавливают выпуклостью навстречу движению воздуха (в камере обслуживания и воздушной камере).

Сублимационная установка фирмы «Атлас» (Дания). Она состоит из сублиматора, вакуумной системы, холодильной и теплонагревающей систем, системы циркуляции хладо- и теплоносителя. Производительность установки — 270 кг единовременно загруженного продукта; продолжительность цикла (замораживание и тепловая обработка) зависит от продукта и составляет в среднем 8—9 ч. Холодильная система включает аммиачный вертикальный V-образный компрессор двухступенчатого сжатия марки AVT-1604 (число цилиндров — 4, диаметр цилиндров — 160 мм; ход поршня — 125 мм; частота вращения коленчатого вала — 720 мин$^{-1}$; холодопроизводительность 178 640 кВт, масса компрессора без махового колеса —

Таблица X—10

тели

по теплоносителю						
Число ходов в теплообменнике длиной, м		число трубок в ходе	живое сечение одного хода, м²	общее число трубок		
				одного теплообменника длиной, м		всего воздухонагревателя
1	1,5			1	1,5	
		5—6	0,00127 0,00152	23		92
4	6	10—12	0,00254 0,00305	46		184
		15—18	0,00381 0,00457	69		276
		5—6	0,00127 0,00152	23	35	116
4	6	10—12	0,00254 0,00305	46	70	232
		15—18	0,00381 0,00457	69	105	348

1900 кг), промежуточный сосуд, воздухоотделитель, линейный ресивер емкостью 0,6 м³ два маслоотделителя, конденсатор, охлаждаемый аммиаком, с сепаратором, и рефрижератор.

Конденсатор, охлаждаемый аммиаком, представляет собой горизонтальный сосуд, в котором смонтированы шесть блоков труб (по три с каждой стороны). В трубах находится аммиак, а межтрубное пространство заполнено воздухом с парами.

В качестве хладоносителя в установке используется 50%-ный раствор этиленгликоля (плотность при температуре —22° С — 1,085 кг/л). Рефрижератор (испаритель) представляет собой горизонтальный сосуд, в котором раствор этиленгликоля охлаждается до температуры от —22° до —25° С. испаряющимся аммиаком. Раствор этиленгликоля протекает по трубам, а аммиак находится в межтрубном пространстве. Площадь поверхности рефрижератора 10 м².

Циркуляция хладоносителя осуществляется с помощью циркуляционного насоса (центробежного, консольного) производительностью 33 м³/ч. Хладоноситель насосом подают в нагревательные пластинки из нержавеющей стали сублиматора, в которых вмонтированы змеевики из труб. Продукт, подвергающийся сублимационной сушке, находится в сублиматоре между нагревательными пластинками.

Монтаж аммиачного вертикального V-образного компрессора, аммиачных теплообменных аппаратов, вспомогательной холодильной аппаратуры и технологических трубопроводов описан в соответствующих главах справочника.

ГЛАВА XI

ИЗГОТОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРУБОПРОВОДЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

К основным технологическим трубопроводам холодильных установок относятся трубопроводы, по которым транспортируют холодильные агенты, хладоносители и воду, предназначенную для охлаж-

Группа	Среда	Категория I: рабочее давление, МПа	Категория I: температура, °С от	Категория I: температура, °С до
А	Аммиак	Независимо от давления	—70	+150
Б	Фреон-12 и фреон-22	—	—	—
Д	Хладоноситель	—	—	—

дения паров хладагента и охлаждения компрессоров; к вспомогательным трубопроводам — воздухо- и маслоспускные, манометровые, оттаивательные дренажные и предохранительные трубопроводы, соединяющие предохранительные клапаны с атмосферой.

В соответствии со строительными нормами и правилами (СНиП III-Г.9—62) холодильные трубопроводы подразделяют на группы и категории (табл. XI—1).

Условные проходы труб, арматуры, соединительных частей холодильного оборудования и приборов, к которым присоединяются трубы или арматура, установлены ГОСТ 355—67 и указаны в табл. XI—2.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА ТРУБОПРОВОДЫ

Техническая документация на технологические трубопроводы позволяет изготовлять и монтировать трубопроводы индустриальным и прогрессивным методами, а также оперативно и точно управлять технологическим процессом и быстро ремонтировать трубопроводы при их эксплуатации.

Техническая документация на внутрицеховые трубопроводы включает монтажно-технологические схемы, монтажные чертежи, нетиповые чертежи креплений трубопроводов, спецификации труб, запорно-регулирующей арматуры, фасонных деталей, прокладок, опор и подвесок, фланцев и метизов и др.

В состав технической документации на межцеховые трубопроводы входят объединенная схема межцеховых трубопроводов, план расположения объектов, эстакад, каналов, траншей с нанесенными трубопроводами, рабочие чертежи поперечных сечений в местах ответвлений от линии, в местах изменения количества линий и их диаметров, расположения компенсаторов, а также спецификации материалов в объеме, аналогичном для внутрицеховых трубопроводов.

В состав технической документации на технологические трубопроводы входят деталировочные чертежи отдельных линий и узлов, разрабатываемые на основании рабочих чертежей отраслевой проектной организации.

Таблица XI—1

трубопровода						
III			V			
рабочее давление, МПа	температура, °С		рабочее давление, МПа	температура, °С		
	от	до		от	до	
—	—	—	—	—	—	
До 1,5	—70	+150	—	—	—	
—	—	—	До 1,6	0	—27	

Таблица XI—2

Условный проход D_y, мм	Соответствующая трубная резьба, дюймы	Условный проход D_y, мм	Соответствующая трубная резьба дюймы	Условный проход D_y, мм	Соответствующая трубная резьба, дюймы	Условный проход D_y, мм	Соответствующая трубная резьба, дюймы
5	—	32	1 1/4	150	6	350	14
6	—	40	1 1/2	175	7	375	15
8	1/4	50	2	200	8		
10	3/8	60	—	225	9	400	16
13	—	70	2 1/2	250	10	450	18
15	1/2	80	3	275	11	500	20
20	3/4	100	4	300	12		
25	1	125	5	325	13		

Примечания: 1. Резьба трубная по ГОСТ 6357—52.

2. На резьбу труб и соединительных деталей к ним с D_y более 30 мм ГОСТ 355—67 не распространяется.

Монтажно-технологические схемы (рис. XI—1) выполняют в одноплоскостном изображении, все трубопроводы изображают в одну линию, арматуру и детали трубопроводов — условными обозначениями. Графические условные обозначения трубопроводной арматуры должны соответствовать ГОСТ 2.785—70.

Монтажно-технологическую схему обычно совмещают со схемой автоматического контроля и управления. При раздельном изображении на монтажно технологической схеме указывают места подключения линий контроля и автоматики. На схеме показывают высотные отметки расположения трубопроводов, направление движения транспортируемой среды (или направление слива), необходимые уклоны, размеры и материалы труб, тип и размеры трубопроводной арматуры. Все трубопроводы, показанные на монтажно-технологической схеме, маркируют по транспортируемым средам и линиям.

Монтажные чертежи (рис. XI—2) технологических трубопроводов состоят из планов, продольных и поперечных разрезов компрес-

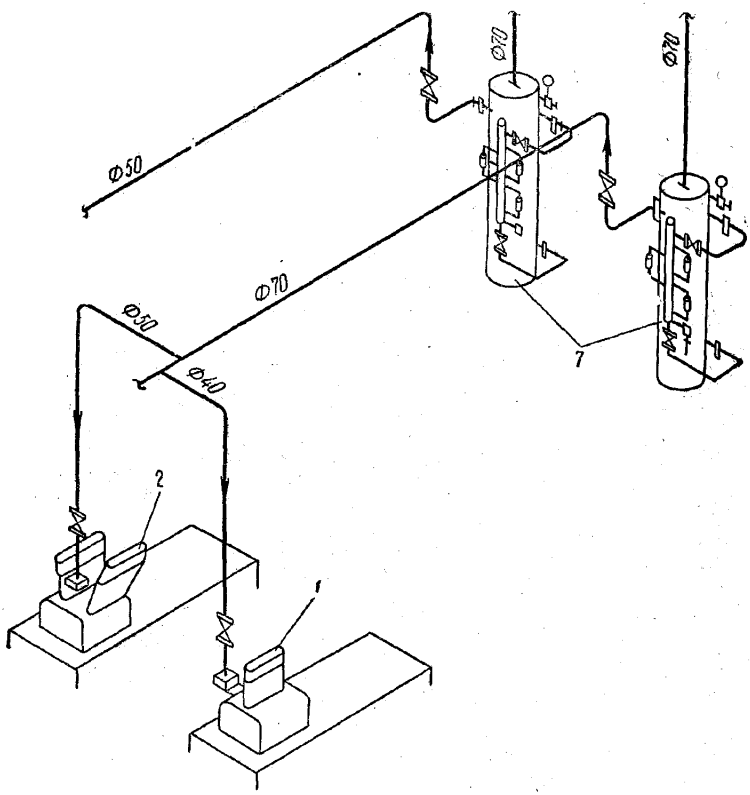


Рис. XI—1. Монтажно-технологическая схема трубопроводов компрессорного цеха (обозначения см. рис. XI—3).

сорного цеха, холодного склада и т. п. с изображением на них трубопроводов.

Объем и содержание монтажных чертежей позволяют определить положение любой точки трубопровода в пространстве и характеристику примененных материалов и трубопроводных деталей.

На монтажных чертежах показывают контуры строительных конструкций с нанесением проемов, площадок и т. п., холодильное оборудование, горизонтальные оси и вертикальные отметки, а в необходимых случаях — места расположения и сечения вентиляционных воздуховодов, кабельных разводок и других элементов, влияющих на размещение трубопроводов.

В монтажных чертежах показывают: крепления трубопроводов, места установки и врезки бобышек для установки приборов автома-

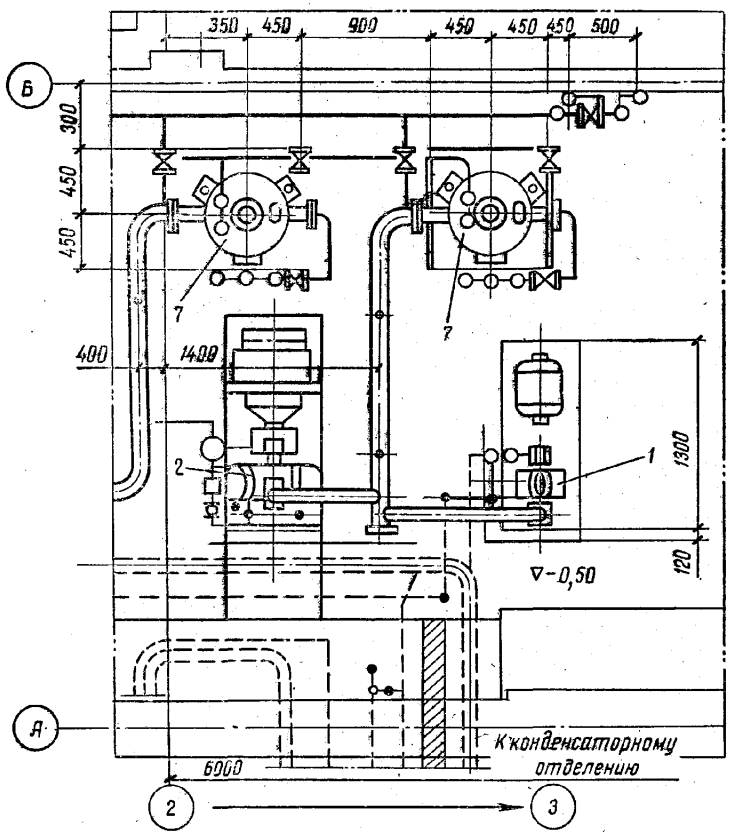


Рис. XI—2. Монтажный чертеж компрессорного цеха — план (обозначения см. рис. XI—3).

тического контроля и управления, привязочные размеры и высотные отметки, уклоны трубопроводов, места расположения сварных стыков и фланцевых соединений.

В состав монтажных чертежей включаются ведомости трубопроводов по компрессорному цеху (холодильным камерам) с показом границ линий, с указанием назначения и категории трубопровода, параметров его работы, требований к испытаниям и т. п.

Сводная спецификация на трубы, детали трубопроводов, запорно-регулирующую арматуру, прокладки, метизы, опоры и подвески составляется по компрессорному цеху (холодильным камерам, этажам).

Деталировочные чертежи (рис. XI—3) предназначены для централизованного индустриального изготовления узлов трубопроводов в мастерских монтажных заготовок. Их разрабатывают на основании монтажно-технологических схем и монтажных чертежей на каждую линию трубопровода. В деталировочных чертежах приводят общий вид линии в аксонометрическом изображении без масштаба. Они должны иметь достаточно размеров для того, чтобы изготовлять узлы трубопроводов. На чертеже общего вида линии показывают габаритные размеры линии, привязки к строительным конструкциям, номера узлов и их границы, направление транспортируемой среды,

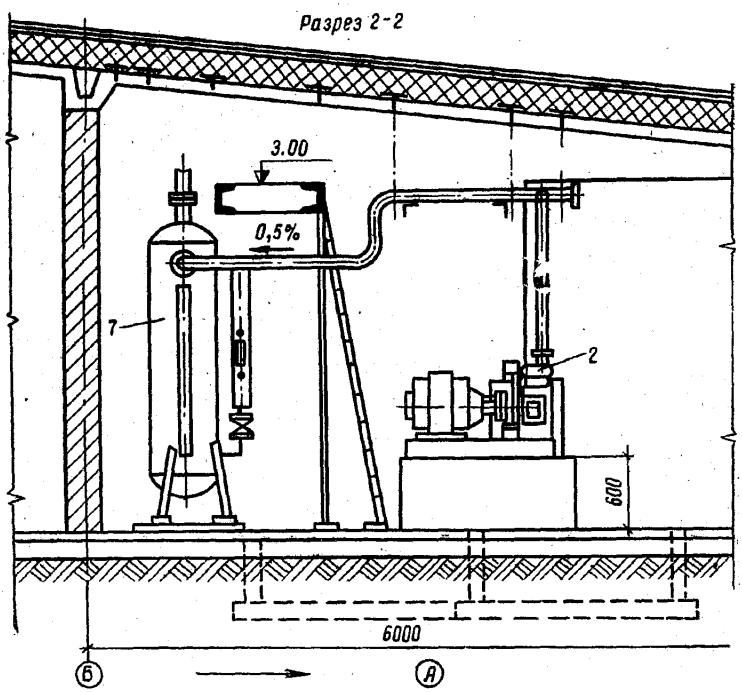


Рис. XI—2. Монтажный чертеж компрессорного цеха — продольный разрез (обозначения см. рис. XI—3)

к каким линиям или аппаратам подключается данная линия, схематично опоры и подвески трубопроводов, высотные отметки.

На деталировочных чертежах указывают номер (назначение) холодильной камеры, номер блока, номер линии, наименование транспортируемой среды, категория трубопровода по СНиП III-Г.9—62, рабочие параметры ($p_{раб}$ и $T_{раб}$) и номера рабочих монтажных чертежей, по которым разрабатывалась данная линия.

На чертежах приводят таблицу элементов, в которой указывают характеристику элементов, расположение деталей в элементе, размеры патрубков, указания о диаметре отверстия или подготовке конца труб для врезки.

Условные обозначения, применяемые на деталировочных чертежах КТД, приведены в табл. XI—3.

При разработке деталировочных чертежей стальных технологических трубопроводов $p_у \leqslant 10$ МПа руководствуются эталоном детали-

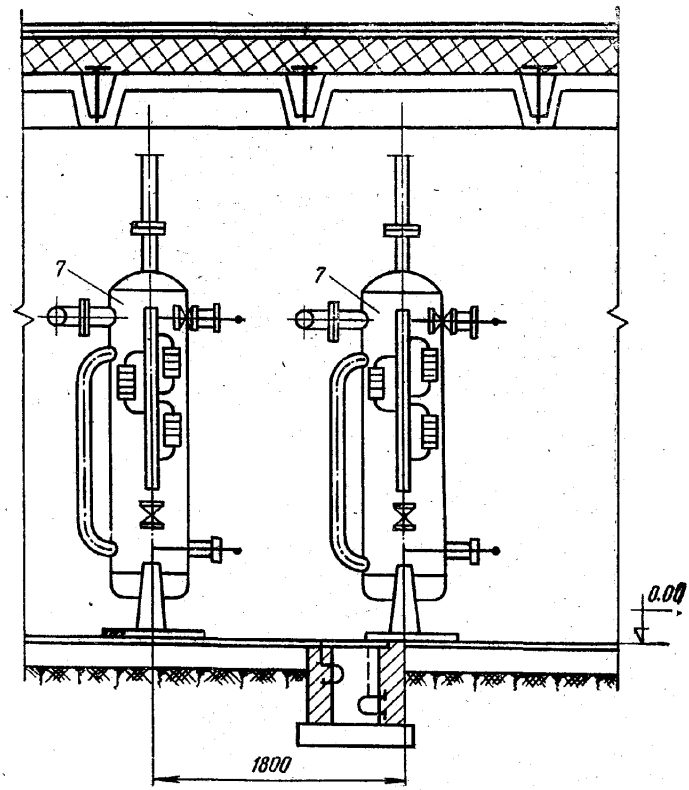


Рис. XI—2. Монтажный чертеж компрессорного цеха — поперечный разрез (обозначения см. рис. XI—3)

ровочных чертежей, разработанным ВНИИмонтажспецстроем, Гипрохиммонтажом и Гипронефтеспецмонтажом Минмонтажспецстроя СССР (МСН-183—68).

При разработке деталировочных чертежей с учетом имеющихся в наличии труб приходится производить замены против предусмотренных монтажными чертежами, обеспечивая при этом надлежащую прочность трубопровода и его пропускную способность. Соответствующие расчеты в этих случаях производят по формулам, приведенным ниже.

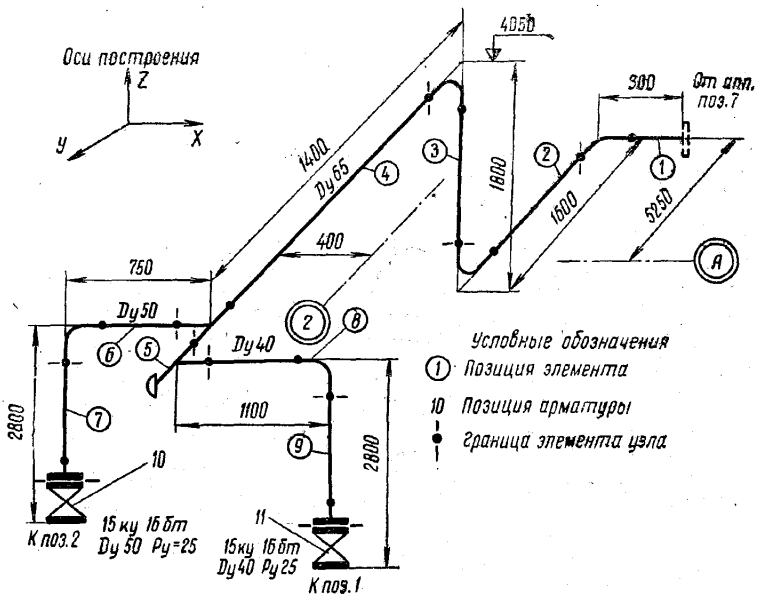


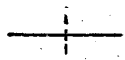
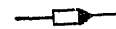
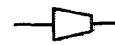
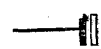
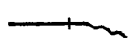
Рис. XI—3. Деталировочный чертеж технологических трубопроводов

Внутренний (расчетный) диаметр трубопровода $D_{вн}$ при заданном расходе жидкости и скорости ее протекания в трубопроводе

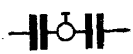
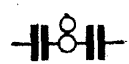
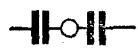
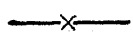
$$D_{вн} = \sqrt{\frac{4Q}{3600v\rho}}, \qquad \text{(XI-1)}$$

где $D_{вн}$ — внутренний диаметр трубопровода, м;
Q — расход жидкости, м³/ч;
v — скорость движения продукта в трубопроводе, м/с;
ρ — плотность транспортируемой среды при заданных параметрах, кг/м³.

Таблица XI—3

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Труба		Вентиль запорный фланцевый с электромагнитным приводом	
Граница узлов (монтажный стык)		Труба обжатая	
Соединение труб на плоских фланцах		Переход концентрический	
Соединение труб на фланцах, приваренных встык		Переход эксцентрический	
Отвод гнутый		Заглушка плоская приварная	
Отвод сварной		Заглушка сферическая	
Угольник крутоизогнутый 90°		Заглушка фланцевая	
Воронка сливная открытая		Компенсатор П-образный	
Шланг гибкий		Вентиль регулирующий фланцевый	
Кран фланцевый		Вентиль запорный угловой фланцевый	
Вентиль запорный фланцевый		Вентиль сильфонный фланцевый	

Продолжение

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Вентиль фланцевый с электроприводом		Клапан предохранительный пружинный угловой (равнопроходный)	
Задвижка запорная фланцевая		Клапан регулирующий с пневматическим исполнительным механизмом	
Задвижка запорная фланцевая с электроприводом		Грязевик — фильтр	
Клапан обратный фланцевый подъемный		Диафрагма измерительная	
Клапан обратный поворотный		Опора подвижная	
Клапан предохранительный пружинный угловой (разнопроходный)		Опора неподвижная	

Скорость движения среды принимают для воды и рассолов 0,8—1,5 м/с; для сжатого воздуха и газов хладагентов 10—30 м/с; для жидких хладагентов 0,1—1 м/с.

Внутренний диаметр трубопровода при заданной потере давления (напора) в трубопроводе определяют по упрощенной формуле

$$D_{вн} = \xi \frac{L}{\Delta p} \frac{\gamma v}{2g}, \qquad (XI\text{-}2)$$

где L — длина трубопровода, м;

ξ — коэффициент гидравлического сопротивления для труб, принимаемый 0,02—0,04;

$\Delta p = p_1 - p_2$ — допускаемая или заданная потеря давления между начальными и конечными участками трубопровода;

g — ускорение силы тяжести, равное 9,81 м/с.

Расчетную толщину стенок стальных труб, работающих под действием внутреннего избыточного давления, определяют по формуле

$$S_р = \frac{pD_н}{230\sigma_{доп}\varphi + p}, \qquad (XI\text{-}3)$$

где $S_р$ — расчетная толщина стенок, мм;
p — внутреннее избыточное давление в трубопроводе, p = =0,1 МПа;
$D_н$ — наружный диаметр трубы, мм;
$\sigma_{доп}$ — допускаемое напряжение на разрыв; $\sigma_{доп}$ = 10 МПа;
φ — коэффициент прочности шва (для бесшовных труб φ = 1, для электросварных и водогазопроводных φ = 0,6—0,8).

Укорачивание холодильного трубопровода Δl в зависимости от его длины и температуры определяют по формуле

$$\Delta l = \frac{\alpha t L}{100}, \qquad (XI\text{-}4)$$

где Δl — укорачивание трубопровода, мм;
α — коэффициент линейного расширения 1 м трубы при охлаждении ее на 100° С; для труб из углеродистых сталей α = 1,2—1,25 мм;
t — температура охлаждения трубопровода, °С (разница между температурой, при которой трубопровод смонтирован и температурой хладагента в нем);
L — длина трубопровода, м.

По этой же формуле определяют удлинение трубопровода при его нагревании.

Определение допустимого среднего пролета трубопровода при укладке труб изолируемых трубопроводов на опоры без изоляции и с изоляцией, проверку на устойчивость укладываемых труб на опоры, а также расчет трубопровода на самокомпенсацию (расчет прочности прямолинейного участка, гнутых и сварных отводов) производят в соответствии с указаниями по расчету стальных трубопроводов различного назначения (СН-373—67).

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ТРУБОПРОВОДОВ

Трубопроводы холодильных установок на $p_у \leqslant 10$ МПа изготовляют из труб углеродистой стали и стали марки 10Г2. Рекомендации по выбору труб приведены в сортаменте труб технологических трубопроводов на $p_у \leqslant 10$ МПа из углеродистой стали и стали марки 10Г2 $\left(\frac{\text{ВСН-186—174}}{\text{ММСС СССР}}\right)$, а также в табл. II—9. При необходимости замены марок стали бесшовных труб руководствуются данными, приведенными в табл. XI—4.

Детали трубопроводов из углеродистой стали выбирают в зависимости от условного давления в соответствии с рекомендациями, разработанными ВНИИмонтажспецстроем (применительно к ВСН 120—74).

Отводы из стальных труб диаметром от 50—600 мм изготовляют методом штамповки или горячей протяжки через рогообразный сер-

Таблица XI—4

Группа трубопровода	Марки сталей трубопроводов при температуре стенки трубы, °С		
	от—70 до—40	от—40 до—15	от—15 до+300
А	10Г2	20,10	20,10
Б, В	10Г2	20,10	20,10
Г, Д	10Г2	20,10	20,10, ВСт2сп, ВСт3сп, ВСт4сп

дечник (крутоизогнутые отводы с радиусом изгиба менее 2,5 D). Отводы с бо́льшим радиусом изгиба изготовляют методом холодной или горячей гибки на трубогибочных стенках. Сварные отводы изго-

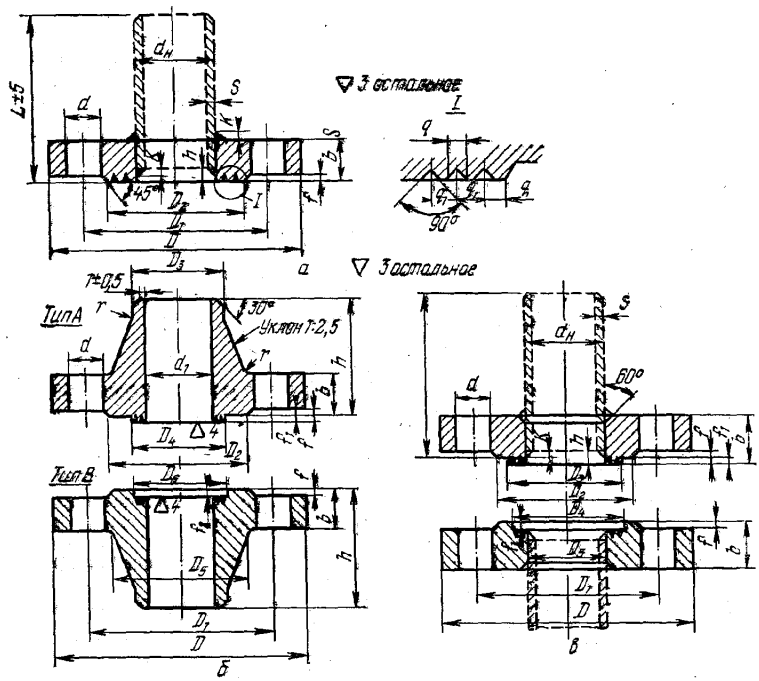


Рис. XI—4. Фланцы:

а — стальной плоский приварной; *б* — стальные приварные встык (с выступом и впадиной); *в* — аммиачные (с выступом и впадиной)

товляют из отдельных сегментов, вырезанных из труб больших размеров, с минимальным радиусом 1,5 $D_н$.

Тройники из углеродистой стали марок Ст. 10 и Ст. 20 изготовляют методом горячей штамповки или торцовой осадки.

При изготовлении сварных тройников больших диаметров основные размеры определяют по формулам

$$l = d_у + 100; \qquad (XI\text{-}5)$$

$$h = \frac{D_у + d_у}{2} + 100. \qquad (XI\text{-}6)$$

где l — половина длины тройника, мм;
$d_у$ — диаметр ответвления в тройнике, мм;
$D_у$ — диаметр основной трубы тройника, мм;
h — расстояние от центра тройника до конца штуцера ответвления, мм.

Концентрические (оси присоединительных концов совпадают) и эксцентрические (оси смещены) переходы по способу изготовления подразделяют на штампованные, обсадные, вальцованные и сварные. Наиболее экономичные штампованные переходы изготавливают из стали марок 20 и 10Г2А.

Заглушки подразделяют на фланцевые (отъемные) и сферические отбортованные (приварные). Наиболее распространены отъемные фланцевые заглушки для $p_у$ до 20 МПа и температуры до 530° С по ГОСТ 12836—67 и для $p_у$ до 4 МПа и температуры до 405° С по ГОСТ 12837—67, изготовляемые из стали марки ВСт3сп. Сферические заглушки изготовляют из стали марок БСт3сп, 20 и 10Г2 методом штамповки.

Фланцы различают по конструкции уплотнительных поверхностей, по форме и способу присоединения к трубам.

Типы фланцев, их присоединительные размеры и области применения установлены в зависимости от величины условных проходов и давлений по ГОСТ 1233—67, ГОСТ 1234—67 и ГОСТ 6972—67. Плоские фланцы на $p_у$ до 2,5 МПа (рис. XI—4, *а*) применяют для рассольных и водяных трубопроводов и изготовляют по ГОСТ 1255—67 из стали марки ВСт3сп по ГОСТ 380—71. Сварной шов у фланцев приваренных встык с воротниками (ГОСТ 12829—62) работает на растяжение и сжатие в наиболее нормальных условиях.

Свободные (накидные) фланцы на отбортованной трубе по ГОСТ 1272—67, рассчитанные на работу при давлении до 0,6 МПа, применяют для водяных трубопроводов и изготовляют из стали марок ВСт4сп и ВСт5сп по ГОСТ 380—71.

Для аммиачных и фреоновых трубопроводов применяют фланцы, приваренные встык по ГОСТ 12828—67 (рис. XI—4, *б*) и рассчитанные на условное давление 4 МПа, из стали марок 20 и сталь 10Г2 с уплотнительными поверхностями выступ — впадина и щип — паз, а также аммиачные фланцы по ГОСТ 1234—67 (рис. XI—4, *в*).

При выборе типа уплотнительных поверхностей фланцев руководствуются данными, приведенными в табл. XI—5.

Для соединения фланцев применяют болты с шестигранной головкой и шестигранные гайки (черные — для рассольных и водяных трубопроводов, получистые — для аммиачных и фреоновых). При выборе материалов для изготовления фланцев, болтов и гаек холо-

Таблица XI—5

Уплотнительные поверхности	Среда					
	аммиак		фреон		хладоноситель	
	$p_{раб}$, МПа	тип уплотнения	$p_{раб}$, МПа	тип уплотнения	$p_{раб}$, МПа	тип уплотнения
Фланцев	1,6; 2,5; 4,0	Выступ—впадина	1,6; 2,5; 4,0	Выступ—впадина	0,6; 1,0	Плотное
Арматуры запорной (кроме вентиля 15с29бт)	1,6; 2,5	Впадина	1,6; 2,5	Впадина	0,6; 1,0	Плоское
Арматуры регулирующей и вентилей 15с29бт	1,6; 2,5	Выступ	1,6; 2,5	Выступ	—	—

дильных трубопроводов руководствуются данными, приведенными в табл. XI—6.

Фланцы выпускает промышленность, однако в отдельных случаях приходится их изготовлять в условиях монтажной организации. К фланцам приваривают патрубки из труб, длина которых зависит от условного диаметра фланца. В табл. XI—7 приведены размеры плоских приварных фланцев (см. рис. XI—4, *а*), в табл. XI—8 — приварных встык (см. рис. XI—4, *б*), в табл. XI—9 — аммиачных (см. рис. XI—4, *в*).

Для присоединения холодильных трубопроводов к цапковой арматуре применяют накидные гайки с ниппелями (рис. XI—5), размеры которых приведены в табл. XI—10, XI—11.

Таблица XI—6

Рабочая среда	Температура, °С		Марка стали		
	от	до	фланцев	болтов, шпилек	гаек
Аммиак	—30	150	20	20	20
	—40	300	20	25	20
	—70	—40	10Г2	10Г2	10Г2
Фреон-12 и Фреон-22	—30	150	20,	20	20
	—40	300	20	25	20
	—70	—40	10Г2	10Г2	10Г2
Хладоносители	—30	300	ВМСт3сп	25	20

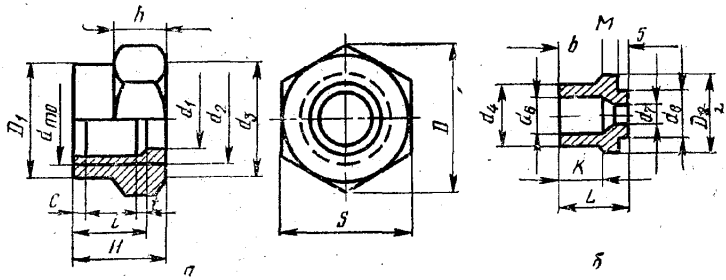


Рис. XI—5. Накидная гайка с ниппелем:
а — гайка; *б* — ниппель

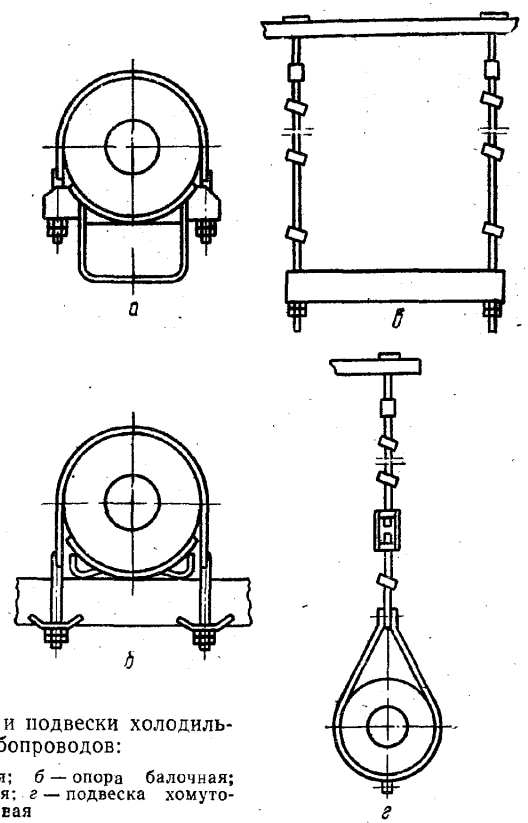


Рис. XI—6. Опоры и подвески холодильных трубопроводов:
а — опора подвижная; *б* — опора балочная; *в* — подвеска балочная; *г* — подвеска хомутовая

Размеры, мм						
$D_у$	D	D_1	D_2	f	b	d
40	145	110	88	3	18	18
50	160	125	102	3	18	18
70	180	145	122	3	20	18
80	195	160	138	3	20	18
100	215	180	158	3	22	18
125	245	210	188	3	24	18
150	280	240	212	3	24	23
200	335	295	268	3	24	23
250	390	350	320	3	26	23
300	440	400	370	4	28	23

Примечание. В графе $d_н \times s$ указаны размеры расточки отговления патрубков из электросварных или газовых труб размеры метр расточки во фланце.

									Разме-
$D_у$	D_3	d_1	D	D_1	D_2	f	D_4	D_6	$f_1=f_2$
10	15	8	90	60	40	2	34	35	4
15	19	12	95	65	45	2	39	40	4
20	26	18	105	75	58	2	50	51	4
25	33	25	115	85	68	2	57	58	4
32	39	31	135	100	78	2	65	66	4
40	46	38	145	110	88	3	75	76	4
50	58	48	160	125	102	3	87	88	4
70	77	66	180	145	122	3	109	110	4
80	90	78	195	160	138	3	120	121	4
100	110	96	230	190	162	3	149	150	4,5
125	135	120	270	220	188	3	175	176	4,5
150	161	145	300	250	218	3	203	204	4,5
200	222	200	375	320	285	3	259	260	4,5
250	278	252	445	385	345	3	312	313	4,5
300	300	301	510	450	410	4	363	364	4,5

Прокладочный материал, применяемый при сборке фланцевых соединений холодильных трубопроводов, выбирают в зависимости от транспортируемой среды, ее температуры и давления (табл. XI—12).

Паронитовые прокладки изготовляют из паронита толщиной 1,0—3,0 мм. Для аммиачных трубопроводов паронитовые прокладки

Таблица XI—7

Болты						Масса фланца, кг
$d_н \times S$	L	h	k	размер, мм	количество	
45×4	105	5	4	М16×55	4	1,71
57×3,5	105	5	4	М16×55	4	2,09
76×3,5	126	6	5	М16×60	4	2,84
89×3,5	126	6	5	М16×60	4	3,24
108×4	146	6	5	М16×65	8	4,01
133×4	146	6	5	М16×70	8	5,40
159×4,5	207	6	5	М20×75	8	6,12
219×7	210	8	7	М20×75	8	8,24
273×7	210	10	9	М20×75	12	10,7
325×9	211	10	9	М20×80	12	12,9

верстий во фланцах под стальные бесшовные трубы. В случае изгоих принимают по сортаменту этих труб, соответственно изменяя диа-

Таблица XI—8

ры, мм					Болты		Масса фланца, кг	
b	h	$D_б$	r	d	размер, мм	количество	тип А	тип Б
16	35	26	4	14	М12×50	4	0,722	0,667
16	35	30	4	14	М12×50	4	0,807	0,739
16	36	38	4	14	М12×50	4	1,02	0,919
16	38	45	4	14	М12×50	4	1,24	1,11
18	45	56	4	18	М16×55	4	1,92	1,76
18	48	64	4	18	М16×55	4	2,21	2,00
20	48	76	5	18	М16×60	4	2,92	2,68
22	52	96	6	18	М16×65	8	3,94	3,59
24	58	112	6	18	М16×70	8	5,02	4,64
26	68	138	6	23	М20×75	8	7,56	6,97
28	68	160	8	25	М22×80	8	10,3	9,48
30	72	186	8	25	М22×85	8	13,5	12,6
38	88	250	10	30	М27×105	12	25,0	23,6
42	102	310	10	34	М30×115	12	36,7	35,0
46	116	368	12	34	М30×130	16	52,3	50,0

пропитывают в течение 30 мин графитом, разведенным в компрессорном масле, для фреоновых трубопроводов — в течение 2 ч в техническом глицерине. Для хладоносителей прокладки изготовляют из резины (технической пластины) толщиной не более 3 мм.

Для уплотнения резьбовых соединений применяют лен трепаль-

Разме

$D_у$	D	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	d	e	f
20	105	75	58	50	51	25,5	14	20	2
25	115	85	68	57	58	32,6	14	20	2
32	135	100	78	65	66	38,6	18	20	2
40	145	110	88	75	76	45,6	18	23	3
50	160	125	102	87	88	57,7	18	25	3
70	180	145	122	109	110	76,7	18	25	3
80	195	160	138	120	121	89,9	18	27	3
100	230	190	162	149	150	108,9	23	28	3
125	270	220	188	175	176	134,5	23	30	3
150	300	250	218	203	204	161	23	30	3
200	375	320	285	259	260	221	30	32	3
250	445	385	345	212	313	275	30	34	3
300	510	450	410	363	364	327	34	36	4

Таблица XI—10

Условный проход, мм	Размеры накидных гаек, мм											
	$D_{тр}$	d_1	d_2	d_3	D	D_1	H	h	l	b	C	S
6	12,7	15,5	21,5	25,5	31,2	26	20	12	15	4	1	27
10	19,0	20	27	34	41,6	34	25	16	20	4	1	36
15	25,4	25,5	34	39	47,3	35	27	18	21	6	1	41

Таблица XI—11

Условный проход, мм	Размеры ниппелей, мм								
	d_4	d_6	d_8	d_7	D_2	L	b	M	K
6	15	10	10,5	6	18	34	25	4	26
10	19,5	14	14,5	10	23,5	36	26	5	28
15	25	20	20,5	15	29	36	26	5	28

ный по ГОСТ 10330—63, смазанный свинцовым суриком по ГОСТ 1787—50 на натуральной олифе (ГОСТ 7931—56).

Основные средства крепления трубопроводов состоят из опор, подвесок, кронштейнов и скоб. Опоры и подвески (рис. XI—6) трубопроводов, транспортирующих хладагенты и хладоносители с температурой от 10 до —70° С, изготовляют по ОСТ 36-8-75, ОСТ 36-9-75; ОСТ 36-11-75; ОСТ 36-12-75, скорлупы теплоизоляционные деревянные — по ОСТ 36-10-75 (стандарты Минмонтажспецстроя СССР).

Таблица XI—9

ры, мм					Болты		Масса фланца, кг
f_1	$d_н \times S$	L	h	k	размер, мм	количество	
4	25×3	104	4	3	М12×55	4	0,9
4	32×3,5	105	5	4	М12×55	4	1,05
4	38×4	105	5	4	М16×55	4	1,85
4	45×4	105	5	4	М16×65	4	2,25
4	57×3,5	105	5	4	М16×65	4	3,05
4	76×3,5	126	6	5	М16×65	8	4,0
4	89×3,5	126	6	5	М16×70	8	4,5
4,5	108×4	146	6	5	М20×75	8	6,05
4,5	133×4	146	6	5	М22×80	8	8,25
4,5	159×4,5	207	6	5	М22×80	8	10,4
4,5	219×7	210	8	7	М27×90	12	14,5
4,5	273×7	210	10	9	М30×95	12	18,9
4,5	325×9	211	10	9	М30×100	16	26,8

Таблица XI—12

Рабочая среда	Температура, °С	Прокладочный материал	Марка	ГОСТ
Аммиак	От—70 до 150	Паронит	УВ-10	481—58
Фреон-12	От—70 до 100	»	УВ-10	481—58
Фреон-22	От—70 до 150	Картон прокладочный		9347—60
Хладоносители	От—30 до 50	Паронит или резина техническая листовая	Кислощелочная и морозостойкая	7338—55
	От—45 до 50	То же	Морозостойкая	7338—55

Опоры для трубопровода каждого диаметра в зависимости от температуры транспортируемой среды отличаются толщиной теплоизоляционных скорлуп, рассчитанных на применение в двух интервалах температуры среды (от 10 до —30° С и от —30 до —70° С). Балочные опоры предназначены для установки на балках подвесок с двумя тягами.

Подвески изготовляют следующих типов:

подвеска с двумя тягами и опорной балкой с плавной регулировкой по длине гайками (ПБГ);

подвеска с двумя тягами и опорной балкой с плавной регулировкой по длине муфтой (ПБМ);

Таблица XI—13

Группа материалов	Температура окружающей среды, °С		Материал подвесок и опор		Материал крепежных деталей	
	ниже	до	марка стали	номер стандарта	марка стали	номер стандарта
А	30	—30	ВСт3пс5 СтТ	ГОСТ 380—71 ГОСТ 14637—69	Вст3кп3 Вст3сп3	ГОСТ 380—71
Б	—20	—40	СтТпс Вст3пс6 Вст3Гпс5	ГОСТ 14637—69 ГОСТ 380—71	35	
В	—40	—50	09Г2; 09Г2С СтТсп	ГОСТ 5058—65 ГОСТ 14637—69	35Х 40Х	ГОСТ 1050—60 ГОСТ 4543—61

подвеска хомутовая с одной тягой с плавной регулировкой по длине гайкой (ПХГ);

подвеска хомутовая с одной тягой с плавной регулировкой по длине муфтой (ПХМ).

В зависимости от способа крепления к несущим строительным конструкциям подвески типов ПБГ и ПБМ могут быть в трех исполнениях: I — крепление с помощью резьбовых втулок к закладным деталям с резьбовым концом; II — крепление с помощью сварки к несущей конструкции; III — крепление с помощью замкового соединения к подвескам ПБМ.

Подвески ПХМ в зависимости от способа крепления изготовляют в двух исполнениях: I — крепление с помощью резьбовой втулки к закладной детали; II — крепление с помощью сварки к несущей конструкции. Для изготовления стальных деталей опор и подвесок применяют материалы, приведенные в табл. XI—13.

Детали опор и подвесок сваривают при температуре не ниже плюс 10° С автоматическим или полуавтоматическим способами. Сварные швы деталей подвесок отжигают. Металлические детали опор окрашивают (покрытие класса IV, группы Х по ГОСТ 9894—61), резьбовые детали оцинковывают (покрытие толщиной 9 мкм—Ц9хр). В подвесках ПХГ и ПХМ, а также в опорах применяются теплоизоляционные скорлупы (рис. XI—7) из дерева (СД).

Для изготовления деревянных деталей скорлуп типа СД применяют древесину хвойных (ГОСТ 9463—60) или лиственных (ГОСТ 9462—60) пород не ниже второго сорта. Деревянные детали не должны иметь трещин, гнили или червоточины. Волокна в них должны быть параллельны оси цилиндрической поверхности (допускаемое отклонение до 10°). Детали антисептируют антисептиком, в качестве которого используют каменно-угольное (ГОСТ 2770—59) или сланцевое (ГОСТ 10835—67) масло. На рис. XI—8 показаны подвижные

опоры (рис. XI—8), на рис. XI—9 — балочные опоры, рис. XI—10— подвески типов ПБГ и ПБМ на рис. XI—11 — подвески типов ПХГ и ПХМ, на рис. XI—12 — хомут подвесок ПХГ и ПХМ.

Кроме опор и подвесок трубопроводов, транспортирующих хладагенты и хладоносители, изготовляют опоры и подвески трубопроводов холодной и горячей воды, пара, конденсата и др.

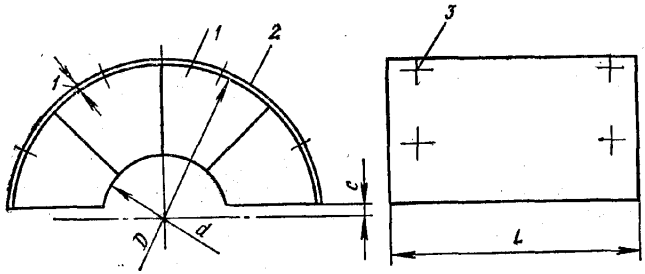


Рис. XI—7. Теплоизоляционные скорлупы опор и подвесок типа СД:

1 — наполнитель (дерево); *2* — кожух из листа алюминиевого сплава; *3* — гвоздь

Опоры разделяют на подвижные и неподвижные (мертвые) и изготовляют по ГОСТ 14119—69. Подвески подразделяют на нерегулируемые и регулируемые и выполняют по ГОСТ 16127—70.

Узлы трубопроводов (совокупность труб и деталей), охлаждающих батарей и змеевиков воздухоохладителей изготовляют с помощью оборудования, располагаемого в определенной последовательности, обеспечивающей поточность технологических операций.

Технологический процесс изготовления трубного узла состоит из следующих основных операций: подача труб, трубных деталей и трубопроводной арматуры в цех, разметка и резка труб на патрубки, сборка элементов трубных узлов, сварка элементов, разметка и производство врезок на элементах, подготовка и испытание арматуры, сборка плоских узлов, сварка стыков, сборка узлов с арматурой и без арматуры, маркировка и контроль ОТК.

Узлы трубопроводов изготовляют на поточно-механизированных линиях производительностью 1000, 2000, 3000, 4000 и 5000 т в год. План поточной линии для изготовления плоских и пространственных узлов технологических трубопроводов представлен на рис. XI—13.

При подготовке труб к разметке и резке проверяют их прямолинейность, отклонение от которой допускается не более 1,5 мм на 1 м трубы. Кроме того, проверяют наружные диаметры труб и толщину их стенок, отклонения которых не должны превышать величин, приведенных в табл. XI—14.

При разметке труб учитывают допускаемые отклонения линейных размеров при уменьшении длины заготовок для гнутья и в местах резов. При огневой резке припуски для крайних заготовок составляют 2—3 мм, для средних — 4—5 мм. Отверстия под штуцера

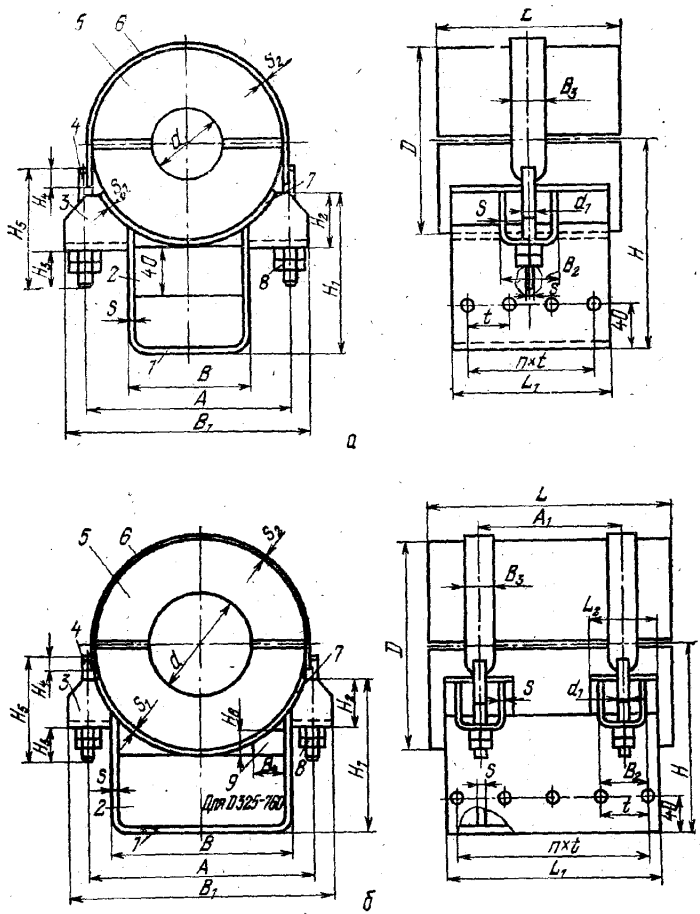


Рис. XI—8. Подвижная опора холодильного трубопровода:

а — для диаметров труб 133—159 мм; *б* — для диаметров труб 194—760 мм; *1* — корпус; *2* — ребро; *3* — проушина; *4* — шпилька; *5* — скорлупа; *6* — хомут; *7* — подушка; *8* — гайка; *9* — ребро

должны быть равны наружному диаметру штуцера с припуском до 2 мм.

Резку труб выполняют механическим способом при помощи стационарных станков (С-346А, приводных маятниковых пил с абразивными армированными кругами и др.) и газопламенным способом с применением резаков и полуавтоматов (станки системы Кудрявцева и конструкции Лунина).

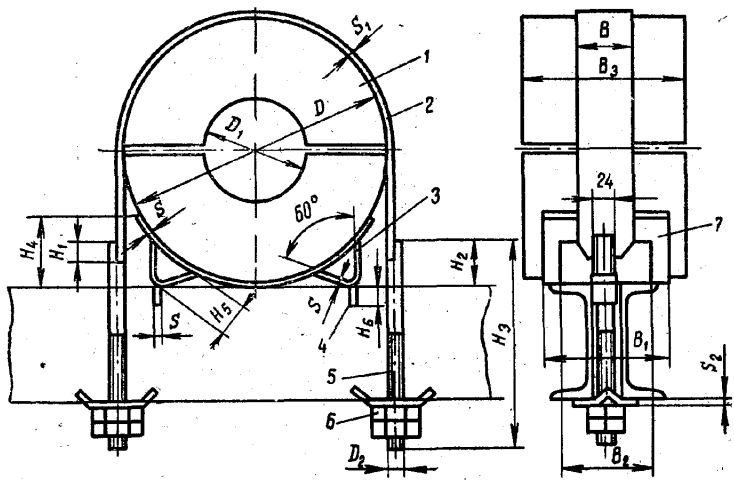


Рис. XI—9. Балочная опора холодильного трубопровода:

1 — скорлупа; *2* — хомут; *3* — скоба; *4* — планка; *5* — стержень; *6* — гайка ГОСТ 5915—70; *7* — обечайка

При резке труб отклонения от заданного угла должны быть не более: 0,5 мм для труб D_y 80 мм; 1 мм для D_y 100—150 мм; 2 мм для D_y 150 мм. Для образования фасок на концах труб и трубных деталей применяют фаскорезы ФР-57, ФР-108, ФР-219 и кромкорезы ЭМ-21 и ПМ-26. Резьбы нарезают на трубонарезных станках ВМС-2 и С-225.

Гнутье труб производят в холодном состоянии без набивки заготовок песком на трубогибочных бездорновых механических и гидравлических станках (ВМС-25, СТВ и ТГС), на дорновых трубогибочных станках (ТГМ-38-159 и С-288).

Высота гофров при гнутье труб не должна превышать величин, приведенных в табл. XI—15.

Отклонения радиуса изгиба при $R \leqslant 4\ D_y$ не должны превышать величин, приведенных в табл. XI—16.

Длину трубы L, необходимую для получения гнутого элемента, определяют по формуле

$$L = 0{,}01745R\alpha + l, \qquad (XI\text{-}7)$$

где R — радиус изгиба трубы, мм;

α — угол изгиба трубы, 0,0174 град;

l — прямой участок длиной не менее 100 мм.

Диаметр дорна трубогибочного станка должен быть меньше внутреннего диаметра трубы на величину, указанную в табл. XI—17.

Гнутье труб в горячем состоянии без набивки их песком при необходимости получения гнутых элементов с радиусами изгиба

Таблица XI—14

Трубы	Допускаемые отклонения			
	по наружному диаметру		по толщине стенки	
	наружный диаметр труб	допускаемое отклонение	толщина стенки	Допускаемое отклонение
Стальные бесшовные горячекатаные по ГОСТ 8732—70	До 50 мм включительно Свыше 50 до 219 мм Свыше 219 мм	±0,5% ±1% ±1,25%	Любая	+12,5% —15%
Стальные бесшовные холоднотянутые или холоднокатаные по ГОСТ 8734—70	До 10 мм включительно Свыше 10 до 30 мм	±0,15% ±0,3 мм	До 1 мм	±0,12 мм
	Свыше 30 до 50 мм Свыше 50 мм	±0,4 мм ±0,8%	От 1 до 5 мм	±10%
Стальные электросварные по ГОСТ 10704—68	До 20 мм включительно	±0,3%	Любая	±10%
	Свыше 20 до 51 мм Свыше 51 мм	±0,5% ±1%	От 0,75 До 5,5 мм	
Стальные водогазопроводные (газовые) по ГОСТ 3262—70	До 40 мм включительно Свыше 40 мм	±0,5% ±1%	Любая	—15% +12%

свыше 3,5 $D_н$ осуществляют на трубогибочных станках токами высокой частоты. Оптимальным считается зазор 5—7 мм между трубой и индикатором станка.

В отдельных случаях приходится изготовлять сварные отводы из сегментов, тройники проходные и переходные, переходы из труб больших диаметров[1].

При сборке и сварке фланцевых соединений перпендикулярность уплотнительной поверхности фланцев к оси трубы регламентирована допусками: для трубопроводов I и II категорий — 0,1 мм на каждые 100 мм $D_у$ трубопровода, III категории — 0,15 мм, IV и V категории — 0,2 мм.

Уплотнительная поверхность плоских фланцев должна выступать за торец трубы на расстояние: для труб $D_у$ 20 на 4 мм, $D_у$ 50 мм на 5 мм, $D_у$ 70—150 мм на 6 мм, $D_у$ 200 мм на 8 мм, $D_у$ 225 мм на 9 мм, $D_у$ 250 мм — на 10 мм. Внутренний диаметр фланца должен быть больше наружного диаметра трубы не менее чем на 1 мм.

Правильность установки фланцев проверяют с помощью контрольного приспособления.

При сборке и сварке элементов трубопроводов применяют различные типы центраторов, вращателей-манипуляторов и сборочных стендов. Некоторые из них, а также схемы сварки показаны на рис. XI—14.

Зазор между стыкуемыми трубами должен быть в пределах величин, приведенных в табл. XI—18.

Допускаемое смещение кромок стыкуемых труб и трубных деталей (в мм) в зависимости от толщины стенки трубы приведены ниже для случая ручной дуговой сварки.

Толщина стенки трубы, мм	Допускаемое смещение кромок, мм
5—6	0,5
7—8	1,0
9—10	1,5
11—14	2,0

Удельные нормы отходов труб (в м) и расхода деталей (в шт.) на изготовление 100 м технологических трубопроводов приведены в табл. XI—19 и XI—20.

Таблица XI—15

$Д_н$, м	До 57	57—133	133—194	194—219	219—325	325—426
Высота гофров, мм	3	4	5	6	7	8

[1] Подробно см. Л. Д. Рубинович, Я. К. Хайкин. Справочник по монтажу технологического оборудования предприятий молочной промышленности. М., «Пищевая промышленность», 1969, 340 с.

Таблица XI—16

$Д_у$, мм	До 80	80—100	125	150	200	250	300
Допуск на радиус в изгибе	±5	±8	±10	±12	±16	±18	±20

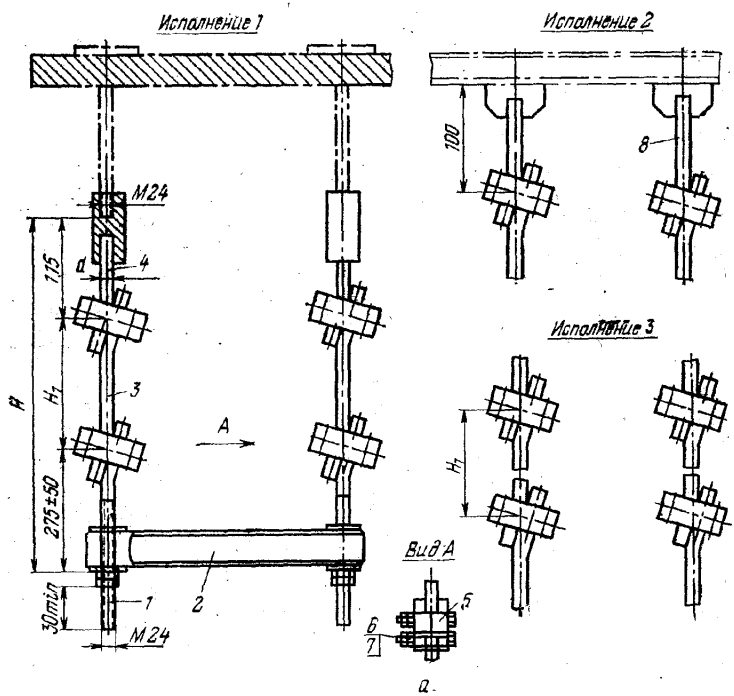
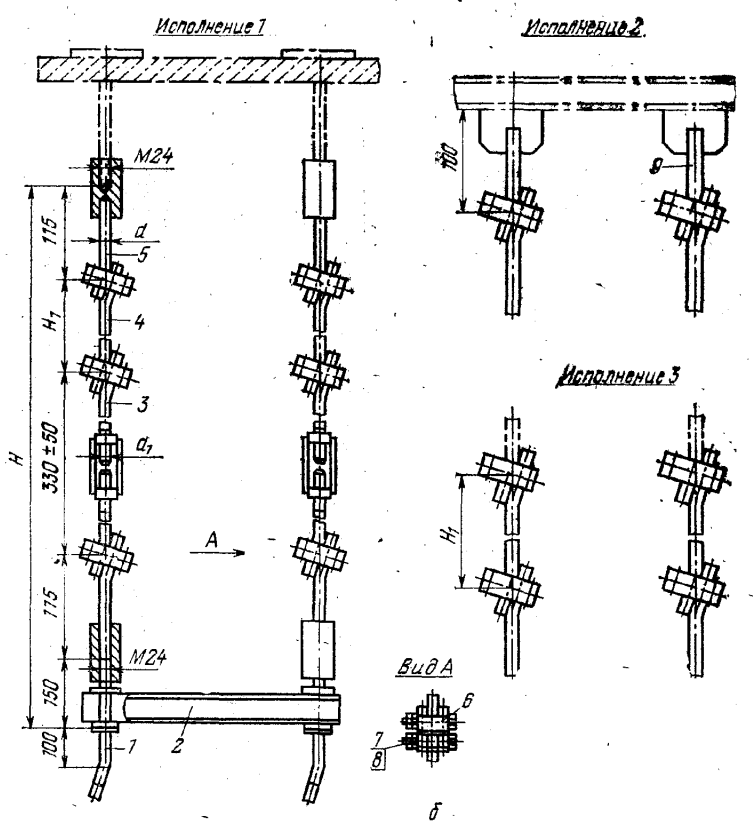


Рис. XI—10. Балочные подвески холодильного трубопровода:

а — типа ПБГ: *1* — тяга; *2* — балка *Ш* или *У*; *3* — тяга промежуточная; *4* — тяга *Р*; *5* — планка; *6* — болт; *7* — гайка; *8* — тяга *С*; *б* — типа ПБМ: *1* — тяга *Т*; *2* — балка *Ш* или *У*; *3* — муфта регулировочная; *4* — тяга промежуточная; *5* — тяга *Р*; *6* — планка; *7* — болт; *8* — гайка; *9* — тяга *С*

Таблица XI—17

Внутренний диаметр трубы $D_в$, мм	Дорн	
	Разность между внутренним диаметром трубы $D_в$ и наружным диаметром $d_к$ цилиндрического конца дорна, мм	Длина цилиндрической части l, мм
От 32 до 50	0,5—1	5
От 51 до 75	1—1,5	4,5
От 76 до 120	1—1,5	3,5
От 120 до 200	1—1,5	3
Свыше 200	1,5—3	3



На аммиачных трубопроводах устанавливают для температур до —30° С арматуру из ковкого чугуна и стали, для температур до —70° С — арматуру из стали. На водяных и рассольных трубопроводах монтируют задвижки параллельные с выдвижным шпинделем марки 30ч6бр, запорные муфтовые вентили марок 15ч8р и 15ч8к, обратные подъемные и поворотные фланцевые клапаны марок 16ч3р

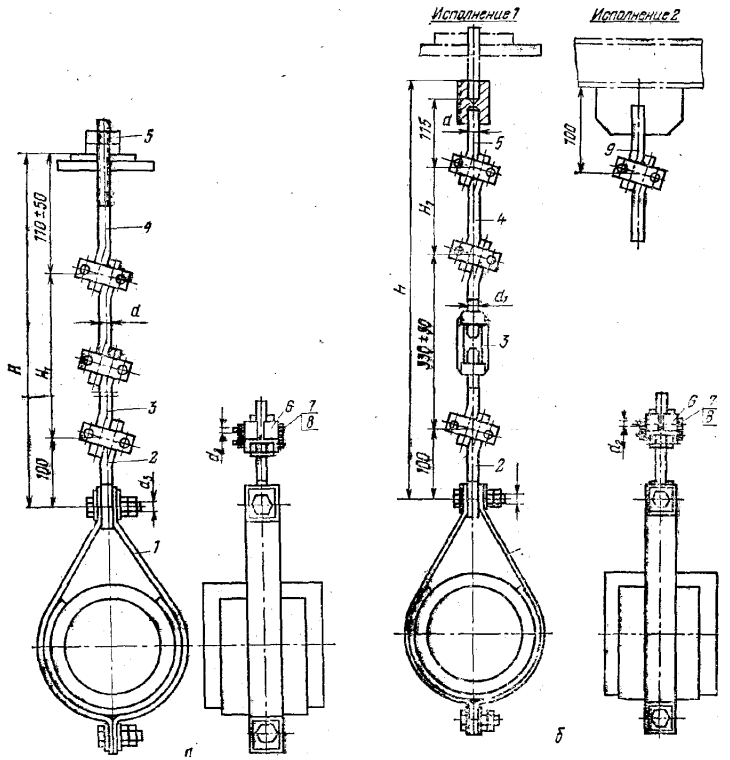


Рис. XI—11. Хомутовые подвески холодильного трубопровода:

а — типа ПХГ: *1* — хомут; *2* — тяга У; *3* — тяга промежуточная; *4* — тяга Г; *5* — гайка; *6* — планка; *7* — болт; *8* — гайка; *б* — типа ПХМ: *1* — хомут; *2* — тяга У; *3* — муфта регулировочная; *4* — тяга промежуточная; *5* — тяга *Р*; *6* — планка; *7* — болт; *8* — гайка; *9* — тяга

и 19ч16р, обратные приемные фланцевые клапаны с сеткой марки 16ч40р.

Ревизию и испытание трубопроводной арматуры производят в соответствии с ГОСТ 356—68 и ГОСТ 9544—60.

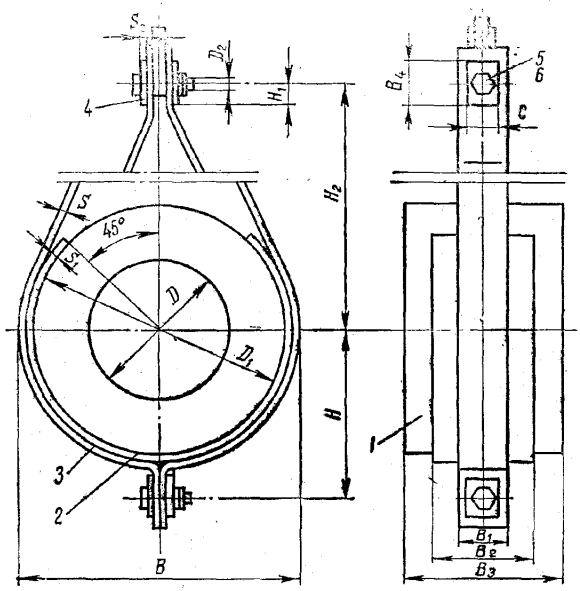


Рис. XI—12. Хомут подвески типов ПХГ и ПХМ:

1 — скорлупа; *2* — прокладка; *3* — полухомут; *4* — бобышка; *5* — болт; *6* — гайка

Таблица XI—18

Сварка	Зазор при толщине стенки трубы, мм			
	до 4	4—8	8—10	11 и выше
Ручная электродуговая	1,5—2	1,5—2	2—3	3—3,5
» газовая	0,5—2	—	—	—
Автоматическая и полуавтоматическая в среде защитных газов	0,8—1,2	0,8—1,5	1—1,5	1,5—2,5

Ревизия заключается в разборке арматуры, промывке ее очищенным керосином, протирке насухо хлопчатобумажными концами, осмотре деталей и последующей сборке арматуры с набивкой саль-

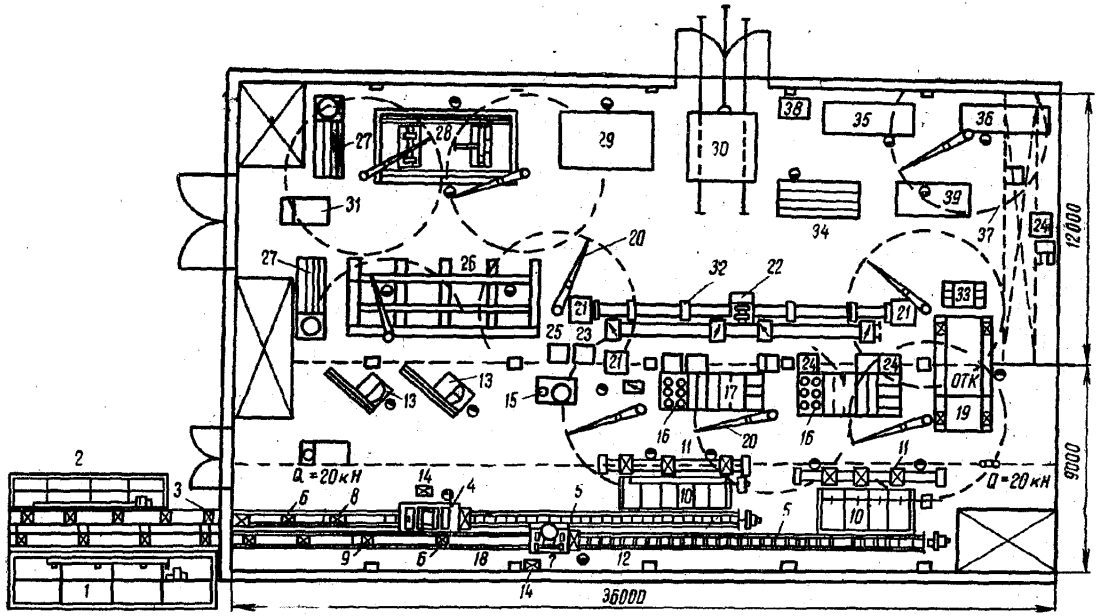


Рис. XI—13. План поточной линии изготовления узлов технологических трубопроводов:

1, 2 — стенды для приема и перемещения труб; *3* — опоры приводные и холостые; *4* — станок для механической резки труб диаметром 76—325 мм; *5* — приводной рольганг; *6* — подъемная приводная опора приема и перемещения труб; *7* — полуавтоматический станок для газопламенной резки труб; *8* — автоматический приводной люнет; *9* — холостая роликовая опора; *10* — стенд-накопитель трубных заготовок; *11* — стенд для сборки элементов узлов; *12* — приводная подъемная призма; *13* — трубогибочные станки; *14* — пульт управления; *15* — приспособление для надевания фланцев на отводы; *16* — стеллаж для фланцев; *17* — контейнеры для фасонных деталей; *18* — роликовая призма-опора; *19* — стеллаж ОТК и накопитель; *20* — поворотный кран-укосина; *21* — манипулятор-вращатель Т-25М; *22* — манипулятор фрикционный; *23* — путь к тележкам под сварочные опоры; *24* — трансформатор сварочный; *25* — преобразователь тока; *26* — стенд для сборки плоского узла; *27* — стеллаж для загрузки арматуры; *28* — стенд сборки пространственных узлов; *29* — стеллаж ОТК и маркировка; *30* — транспортная тележка; *31*—электрокар грузоподъемностью 20 кН; *32* — роликовая подъемная передвижная призма; *33* — вариаторно-фрикционный вращатель; *34* — стол ОТК; *35* — токарно-винторезный станок; *36* — станок для отбортовки труб с приспособлением; *37* — кран-балка грузоподъемностью 30 кН; *38* — обдирочно-шлифовальный станок; *39* — стол-стеллаж

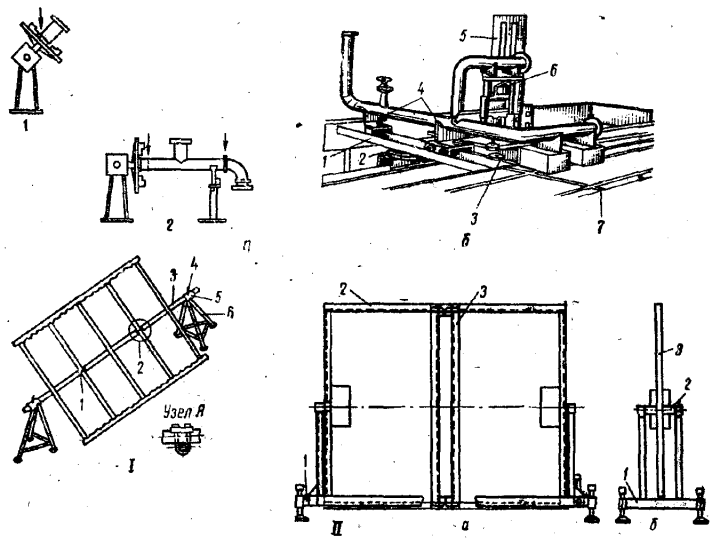


Рис. XI—14. Приспособления для сборки и сварки элементов и узлов технологических трубопроводов и охлаждающих батарей холодильных установок:

а — манипулятор: *1* — схема приварки фланца; *2* — схема узла с приваркой воротникового фланца и отвода; *б* — стенд для сборки плоскостных и пространственных узлов трубопроводов; *1* — траверса; *2* — поворотный круг с лимбом; *3* — грузовой винт; *4* — передвижные каретки с призмами; *5* — направляющая колонка; *6* — кронштейн; *7* — направляющие стола; *в* — кантователи-вращатели: *I* — для сборки и сварки охлаждающих батарей из готовых деталей: *1* — хомут; *2, 3* — опорные трубы; *4* — стопорный палец; *5* — опорная втулка; *6* — тренога; *II* — для сборки и сварки охлаждающих батарей из готовых секций конструкции ЦПКБ Главлегпродмонтажа: *а* — широкая подставка; *б* — узкая подставка: *1* — основание; *2* — поворотная рама; *3* — прижимная рамка

ников и сменой негодных прокладок. Особо тщательно проверяют состояние уплотнительных поверхностей и плотность прилегания их друг к другу. Для проверки плотности прилегания клапанов вентилей (не имеющих баббитовой заливки) к седлам, а также колец-задвижек на обеих уплотнительных поверхностях проводят мягким карандашом или мелом риски в радиальном направлении с расстоянием между ними 5—10 мм. Затем клапан два-три раза поворачивают в седле на $^1/_4$ оборота, а задвижку также два-три раза закрывают и открывают. Если поверхности хорошо притерты, то следов рисок на них не остается.

Разборку и ревизию арматуры выполняют на специально оборудованных столах или верстаках, на которых должны быть установлены тиски, зажимные устройства для поддержания арматуры при разборке ее в вертикальном положении, а также рамки и карма-

Таблица XI—19

Условный диаметр трубопроводов, мм	Удельные нормы отходов труб, м				
	Внутрицеховые трубопроводы		Межцеховые трубопроводы		Батареи охлаждающие аммиачные и рассольные всех типов из оребренных труб $D_у$ 38 и $D_у$ 57 мм
	на изготовление трубных узлов	при монтаже трубопроводов на монтажной площадке	на изготовление трубных узлов	при монтаже трубопроводов на монтажной площадке	
15—50	2,9	3,6	1,0	1,6	2,7
70—100	2,9	3,6	1,0	1,6	—
125—150	2,7	3,4	1,0	1,6	—
200—250	2,7	3,2	1,0	1,6	—
300—350	2,5	3,0	1,0	1,6	—
400—500	2,3	2,8	1,0	1,6	—

Таблица XI—20

Условный диаметр трубопроводов, мм	Удельные нормы расхода деталей, шт.							
	Внутрицеховые трубопроводы				Межцеховые трубопроводы			
	отводы	переходы	тройники	фланцы	отводы	переходы	тройники	фланцы
15—50	26	4	2,5	28	5	0,8	—	3
70—100	21	4	2,8	30	4	0,8	0,4	3
125—150	20	4,5	2,3	32	4	0,9	0,4	3
200—250	16	5	2,9	38	3	1,0	0,4	3,5
300—350	15	4,5	3,0	24	3	0,9	0,5	2
400—500	14	4	3,0	8	2,5	0,8	0,5	0,8

Примечание. Нормы расхода деталей применяют только при разработке ППР и составлении заявок.

ны для раскладывания узлов и деталей. Рядом со столом располагают ванну для промывки деталей, снабженную плотной крышкой, откидывающейся на петлях и местным вентиляционным отсосом. Для того чтобы отмываемая грязь не попадала опять на детали, на дне ванны устанавливают ложное перфорированное днище.

Обнаруживаемые при ревизии неисправности устраняют, а арматуру с дефектами, не поддающимися устранению, бракуют. Наи-

более распространенными дефектами являются: трещины и раковины в литых деталях, забоины, царапины и риски на уплотнительных поверхностях, раковины, глубокие риски и отслоения в баббитовой заливке аммиачных вентилей.

Дефекты уплотнительных поверхностей при глубине до 0,05 мм устраняют притиркой, до 0,5 мм — шлифовкой абразивным кругом. Более глубокие дефекты устраняют проточкой на токарном станке. После шлифовки или проточки уплотнительные поверхности притирают.

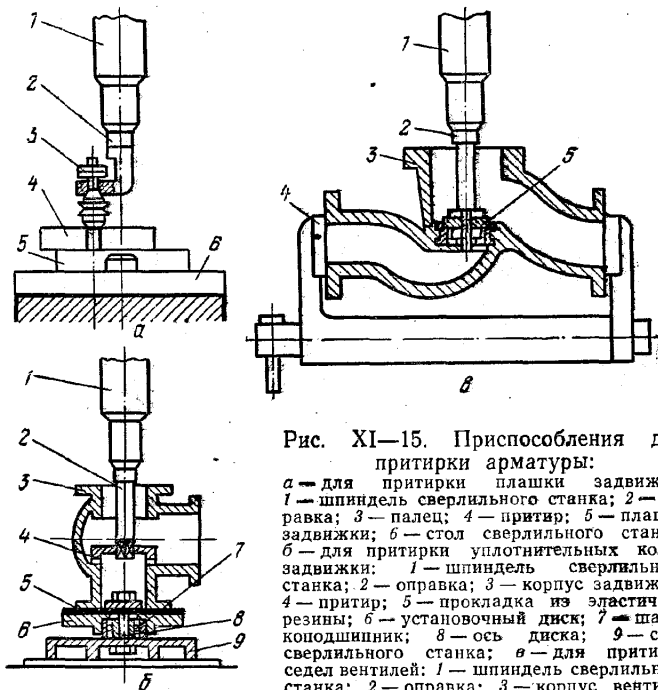


Рис. XI—15. Приспособления для притирки арматуры:
а — для притирки плашки задвижки; *1* — шпиндель сверлильного станка; *2* — оправка; *3* — палец; *4* — притир; *5* — плашка задвижки; *6* — стол сверлильного станка; *б* — для притирки уплотнительных колец задвижки: *1* — шпиндель сверлильного станка; *2* — оправка; *3* — корпус задвижки; *4* — притир; *5* — прокладка из эластичной резины; *6* — установочный диск; *7* — шарикоподшипник; *8* — ось диска; *9* — стол сверлильного станка; *в* — для притирки седел вентилей: *1* — шпиндель сверлильного станка; *2* — оправка; *3* — корпус вентиля; *4* — тиски; *5* — притир

При большом объеме работ клапаны и седла вентилей, плашки и кольца задвижек притирают на специальных станках. При небольшом объеме работ притирку выполняют с помощью приспособлений на сверлильных станках или электродрели, укрепленной в вертикальном положении на подвижных направляющих. Приспособления, применяемые для притирки, показаны на рис. XI—15.

Притираемые поверхности покрывают равномерным тонким слоем смазки, приготовляемой разведением микропорошков в керосине (для чугунных поверхностей) или в машинном масле (для стальных поверхностей).

Для грубой притирки используют микропорошки М20 и М28, для средней — М10 и М14, а для окончательной доводки — М7 или пасту ГОИ, разведенную керосином или бензином.

Уплотнительные поверхности клапанов в вентилях должны выступать над верхней кромкой конических гнезд: при D_y до 40 мм на 2 мм, при D_y от 50 до 125 мм на 3 мм и при D_y более 125 мм на 4 мм.

Площадь уплотнительных поверхностей дисков в задвижках не должна быть меньше нижнего предела площади уплотнительной поверхности корпуса.

По окончании ревизии и притирки уплотнительных поверхностей арматуру собирают, устанавливают новые прокладки вместо поврежденных и набивают сальники. На аммиачных вентилях устанавливают прокладки из паронита УВ-10 толщиной не более 2,5 мм, смазанного веретенным маслом № 2, смешанным с графитовым порошком, а на задвижках и вентилях, предназначенных для монтажа на рассольных и водяных трубопроводах, — прокладки из листовой резины толщиной 3—4 мм.

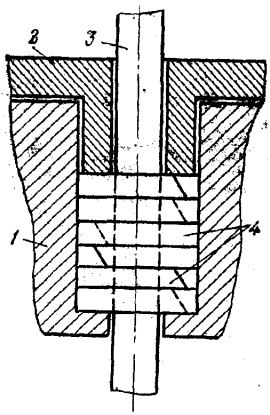


Рис. XI—16. Схема укладки набивки в сальниковую камеру аммиачной запорной арматуры:

1 — сальниковая камера; *2* — сальниковая втулка; *3* — шпиндель; *4* — шнур квадратного сечения

Для уплотнения сальников аммиачных вентилей применяют хлопчатобумажную или асбестовую прографиченную набивку.

Схема укладки набивки в сальниковую камеру вентиля приведена на рис. XI—16. Шнур квадратного сечения толщиной от 1,4 до 2 диаметров шпинделя разрезают на отдельные куски, концы которых срезают под углом 0,785 рад, чтобы при укладке их в сальниковую камеру косые срезы перекрывали друг друга. Кольца укладывают со смещением стыков соседних колец на 1,571 или 3,141 рад. После укладки каждых двух-трех колец шнура их поджимают сальниковой втулкой.

Трубопроводную арматуру в небольших количествах испытывают на одинарных стендах; при испытании больших количеств арматуры применяют групповые стенды.

При сборке плоскостных и пространственных узлов трубопроводов на стендах отклонения габаритных размеров от проектных не должны превышать +3 мм на каждый метр трубопровода и составлять не более 15 мм.

Изготовленные узлы трубопроводов подвергают гидравлическому испытанию с помощью приводных насосов по нормам генерального испытания систем, в состав которых входят трубопроводные узлы. В завершение изготовления узлов трубопроводов их окрашивают и маркируют.

МОНТАЖ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

Технические и организационные решения по монтажу технологических трубопроводов разрабатываются в проекте производства работ на монтаж холодильного оборудования. Монтаж технологических трубопроводов выполняют в соответствии с требованиями, изложенными в главе СНиП III—Г.9—62. При индустриальном способе сооружения технологических трубопроводов монтаж их сводится к следующим операциям:

укрупнительной сборке элементов в узлы и узлов в блоки, полностью подготовленные к установке на опорные конструкции;

установке укрупненных узлов и блоков на место, соединению их друг с другом, установке постоянных средств крепления и испытанию законченных монтажом линий трубопроводов.

Перед укрупнительной сборкой проверяют комплектность элементов и узлов и их соответствие требованиям чертежей и технических условий. Перед монтажом технологических трубопроводов проверяют правильность установки оборудования, наличие и правильность оставленных отверстий для прохода трубопроводов в стенах, перегородках и перекрытиях, а также гнезд для установки кронштейнов и установленных закладных деталей для крепления охлаждающих устройств и подвесок технологических трубопроводов.

Разбивку трассы трубопровода производят с помощью геодезических приборов, рулетки, отвеса и гидростатического уровня. Допускаются отклонения в осях от проектных размеров в плане: для внутрицеховых трубопроводов +5 мм, для внецеховых ±20 мм, по высотным отметкам до 10 мм и по уклону ±0,001. Для крепления опорных конструкций трубопроводов к железобетонным и другим конструкциям применяют строительно-монтажные пистолеты ПЦ-52-1.

При установке кронштейнов в гнездах стен и перегородок концы их заливают бетоном марки не ниже 150. Нагружать опоры трубопроводами разрешается не ранее чем через семь дней после их подливки. Места установки опорных конструкций указываются в проекте. При отсутствии таких указаний для определения расстояний между опорами холодильных трубопроводов можно руководствоваться данными, приведенными в табл. XI—21.

Монтаж трубопроводов начинают с присоединения к машинам и аппаратам. При этом присоединяемый узел (участок) трубопровода временно закрепляют, не допуская, чтобы масса его передавалась на машины и аппараты. При прокладке трубопроводов через стены, перегородки и перекрытия трубопровод заключают в гильзы. Гильзы обычно изготовляют из труб, внутренний диаметр которых на 10—20 мм больше наружного диаметра прокладываемой трубы. Гильзы должны выступать на 50—100 мм из обеих сторон строительной конструкции. Внутри гильз не должно быть сварных или фланцевых соединений. Концы гильз заполняют асбестом.

При проходе изолированных трубопроводов размер гильзы выбирают с учетом толщины изоляции. При прокладке нескольких трубопроводов параллельно расстояние в свету между стенками смежных труб, а также расстояние между наружными поверхностями изоляции должно быть для труб D_y 50—100 мм не менее 80—90 мм, D_y 125—350 мм — 100—120 мм. Минимальное расстояние между

Таблица XI—21

Диаметр трубопровода, мм	Максимальное расстояние между опорами трубопровода, мм				
	газовый	жидкостный	газовый	жидкостный	рассольный
10×1,6	1 200	1050	—	270	—
16×1,6	1 500	1350	—	450	—
18×1,6	1 750	1550	—	600	—
25×1,6	1 950	1850	—	750	—
32×2	2 600	2350	—	1000	—
38×2	2 850	2500	1200	1150	—
45×2,5	3 250	2800	1400	1400	—
57×3,5	3 800	3350	1900	1900	1900
76×3,5	4 600	3950	2600	2400	2400
89×3,5	5 150	4300	2750	2600	2600
108×4	5 750	4750	3100	2950	2950
133×4	6 800	5400	3800	3650	3600
159×4,5	7 650	6100	4550	4250	4250
219×7	9 400	7400	5900	5400	5400
273×7	10 900	8400	7350	—	6550
325×9	12 250	9400	8660	—	7550

стеной и трубой допускается для труб D_y до 100 мм — 100 мм, D_y 125 — 200 мм — 125 мм, D_y 200—450 мм — 150 мм.

Холодильные трубопроводы, подлежащие изоляции, указывают в проекте. Изоляцию выполняют после окончания монтажа и испытаний трубопроводов. Однако еще при прокладке трубопроводов, подлежащих изоляции, обеспечивают возможность создания непрерывности изолируемого слоя. Для этого трубопроводы крепят при

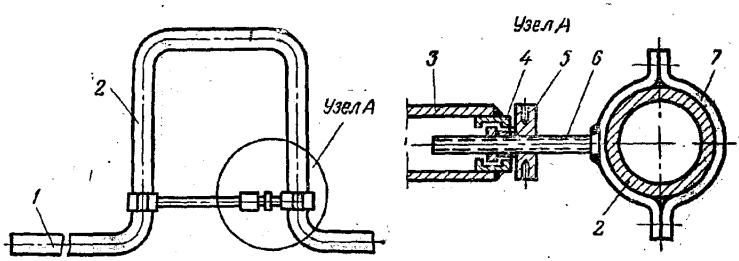


Рис. XI—17. Схема установки *П*-образного компенсатора и приспособления для его стягивания (растягивания):

1 — трубы, привариваемые к компенсатору; *2* — компенсатор; *3* — тяга стяжки; *4* — втулка; *5* — натяжная гайка; *6* — натяжной винт; *7* — хомут

помощи деревянных прокладок из дуба (бука) или перлитопластобетонных скорлуп.

При сборке холодильных трубопроводов применяют ручную и механизированную электросварку, а также ручную газовую сварку, которая допускается только для труб диаметром до 38 мм и толщиной стенки до 3 мм. При ручной электросварке применяют электроды Э42, Э42А и Э46, которые перед сваркой должны быть прокалены в течение 2 ч при температуре 200° С. Сварку аммиачных и фреоновых трубопроводов I и II категории должны выполнять дипломированные сварщики и регистрировать в журнале сварочных работ.

При сборке и сварке фланцевых соединений фланцы устанавливают таким образом, чтобы болтовые отверстия фланцев не совпадали с вертикальной осью, а располагались симметрично относительно ее. Уплотнительная поверхность плоских фланцев должна выступать за торец трубы на расстояние: для труб $D_у$ 20 на 4 мм, $D_у$ 20—50 на 5 мм, $D_у$ 70—150 на 6 мм, $D_у$ 200 на 8 мм. Внутренний диаметр фланца должен быть больше наружного диаметра трубы не менее чем на 1 мм. Правильность установки фланцев проверяют фланцевыми угольниками.

Мягкие уплотнительные прокладки во фланцах с выступом — впадиной подбирают таким образом, чтобы их внутренний диаметр был на 2—3 мм больше внутреннего диаметра фланца с $D_у$ до 125 мм и на 3—4 мм — фланца с $D_у$ более 125 мм, а наружный диаметр прокладки должен быть на 2 мм меньше диаметра впадины фланца $D_у$ до 125 мм и на 3—4 мм — фланца с $D_у$ более 125 мм. Фланцевые соединения собирают, соблюдая параллельность фланцев. При этом допускаемые отклонения на каждые 100 мм диаметра аммиачного и фреонового трубопровода не должны превышать 0,05 мм, а водяного и рассольного — 0,2 мм.

Холодильные трубопроводы монтируют с уклоном. Уклоны аммиачных трубопроводов должны составлять 2%: всасывающих в сторону испарительной системы, нагнетательных — в сторону конденсаторов, фреоновых: всасывающих 2% в сторону компрессора, нагнетательных 1% — в сторону компрессоров; хладоносителей (при открытых системах) до 2% в сторону слива.

При монтаже аммиачных и фреоновых трубопроводов недопустимы изломы и местные опуски. Обратные (всасывающие) водяные и рассольные трубопроводы монтируют таким образом, чтобы на горизонтальных участках не было мест, расположенных выше всасывающего патрубка насоса.

При монтаже прямых участков холодильных трубопроводов длиной более 100 м для защиты трубопровода от укорачивания в горизонтальной плоскости устанавливают П-образные компенсаторы.

Для уменьшения напряжения в холодильном трубопроводе П-образный компрессор перед установкой сжимают (стягивают) на величину, указанную в проекте. Компрессоры, устанавливаемые на «горячих» линиях трубопроводов, растягивают. Если в проекте не указана величина стягивания (растягивания) компенсатора, то ее принимают равной половине величины температурного укорачивания (удлинения) трубопровода между двумя ближайшими мертвыми опорами, определяемой по соответствующей формуле.

Компенсатор устанавливают в следующей последовательности. Сначала монтируют участки трубопровода по обе стороны от компенсатора, крепят их на опорах и оставляют между ними разрыв,

точно равный длине компенсатора в сжатом (растянутом) состоянии. Затем компенсатор укладывают рядом с разрывом трубопровода. На компенсатор устанавливают приспособление для стягивания (растягивания) и с его помощью укорачивают (удлиняют) компенсатор на требуемую величину, после чего подвигают компенсатор к месту установки и сваривают оба монтажных стыка. Схема установки П-образного компенсатора и приспособления для его стягивания (растягивания) показана на рис. XI—17. Приспособление снимают только после естественного охлаждения сварных стыков до температуры окружающего воздуха.

Трубопроводную арматуру устанавливают на горизонтальных и вертикальных участках трубопроводов в любом положении, за исключением положения маховиком вниз. Запорно-регулирующую арматуру устанавливают по ходу движения транспортируемой среды под клапан, за исключением соленоидных вентилей и аммиачного запорного вентиля диаметром 200 мм типа 15С29бт, которые устанавливают по ходу движения среды на клапан.

Аммиачные обратные клапаны устанавливают на нагнетательном трубопроводе по ходу движения аммиака между компрессором и маслоотделителем. Горизонтальные обратные клапаны монтируют на горизонтальном участке трубопровода (вертикальная ось клапана должна располагаться строго вертикально), вертикальные — на вертикальном участке трубопровода (отклонение участка трубы с клапаном от вертикали не должно превышать 0,087 рад).

Аммиачные газовые и жидкостные фильтры монтируют так, чтобы аммиак входил в сетку фильтра и выходил, пройдя через нее, в полость корпуса. При монтаже газовых фильтров добиваются горизонтального расположения их основной оси, жидкостных — расположения вниз крышкой корпуса.

Аммиачные предохранительные клапаны устанавливают на аппаратах и сосудах попарно с помощью трехходовых вентилей в строго вертикальном положении. Условный проход (в мм) предохранительного клапана определяется проектом и выбирается точно в зависимости от содержания аммиака (в кг) в аппарате (сосуде), на котором он смонтирован.

Содержание аммиака в аппарате, кг	Условный проход клапана, мм
До 1000	12
» 2000	20
» 3000	30
» 4000	40
Свыше 4000	50

Общий трубопровод от предохранительных клапанов выводят через перекрытие здания не менее чем на 1 м выше конька крыши самого высокого здания в радиусе 100 м и приваривают к нему противодождевой колпак. Обратные клапаны для воды и рассола монтируют аналогично аммиачным клапанам подобной конструкции.

Приемные клапаны для воды и рассола устанавливают на конце вертикального участка трубопровода. Отклонение участка трубы с клапаном от вертикали не должно превышать 0,087 рад. На аммиачных и рассольных трубопроводах в местах, указанных в проекте хо-

лодильной установки, устанавливают гильзы для термометров. Схема установки гильзы для термометра показана на рис. XI—18.

Размеры гильз (см. рис. XI—18) принимают в зависимости от диаметра трубопровода и толщины его изоляции в соответствии с данными, приведенными в табл. XI—22.

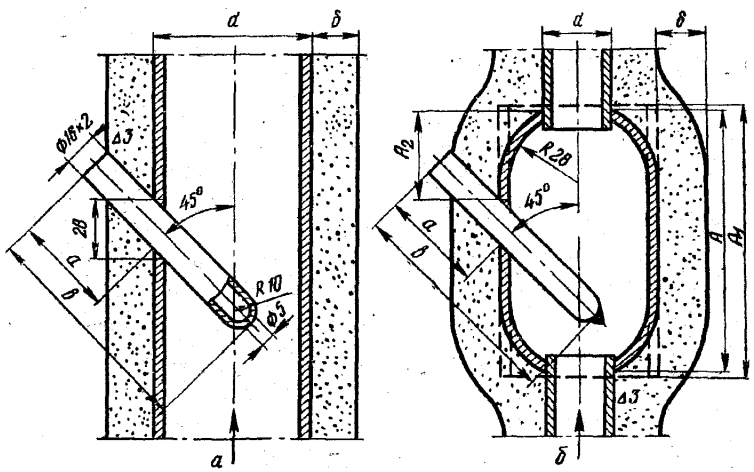


Рис. XI—18. Схема установки термометровой гильзы:
а — на трубопроводе; *б* — на расширителе

Таблица XI—22

Диаметр трубы × толщина, мм	Размеры гильз в зависимости от толщины изоляции, мм									
	δ=0		δ=30		δ=60		δ=90		δ=120	
	a	*b*	*a*	*b*	*a*	*b*	*a*	*b*	*a*	*b*
57×3,5	15	65	55	105	100	150	140	190	180	230
76×3,5	15	75	55	115	100	160	140	200	180	240
89×3,5	15	85	55	130	100	170	140	215	180	255
108×4	15	100	55	145	100	185	140	225	180	265
133×4	15	120	55	165	100	205	140	245	180	285

На трубопроводах условным диаметром менее 50 мм в месте установки гильзы вваривают расширители (см. рис. XI—18, *б*); диаметр расширителя 57×3,5 мм. Во всех верхних точках обратных рассольных трубопроводов устанавливают воздухоспускные краны диаметром 12 мм для выпуска воздуха при заполнении системы рассолом.

К монтажу трубопроводов из стеклянных труб, предназначенных для транспортирования рассолов и ледяной воды, приступают после окончания всех работ по монтажу холодильного оборудования, металлических трубопроводов и отделочных строительных работ.

Трубы и фасонные стеклянные части условным диаметром до 100 мм должны удовлетворять требованиям ГОСТ 8894—58 «Трубы стеклянные для надземных трубопроводов» и ГОСТ 11192—65 «Части фасонные стеклянные термостойкие», а трубы и фасонные части условным диаметром свыше 100 мм — требованиям специальных технических условий.

Наружный диаметр и толщину стенки труб и фасонных частей проверяют с помощью калибра и штангенциркуля. Для труб наружным диаметром до 68 мм включительно овальность (разность между максимальным и минимальным диаметрами) на концах труб не должна превышать 2 мм, для труб наружным диаметром от 68 до 122 мм — 3 мм, а для труб наружным диаметром свыше 122 мм — 5 мм. Размеры наружных диаметров, толщина стенки труб и фасонных частей, а также допускаемые по ним отклонения должны соответствовать указанным в табл. XI—23.

Таблица XI—23

Наружный диаметр труб и фасонных частей, мм	Толщина стенки, мм		Наружный диаметр труб и фасонных частей, мм	Толщина стенки, мм	
	труб	фасонных частей		труб	фасонных частей
45^{-2}	4 ± 1	3^{+2}	122^{-5}	7 ± 1	6^{+3}
68^{-3}	5 ± 1	4^{+2}	169^{-5}	$9{,}5\pm1{,}5$	8^{+3}
93^{-4}	6 ± 1	5^{+3}	221^{-5}	$11{,}5\pm1{,}5$	10^{+3}

Разнотолщинность (разность между максимальной и минимальной толщиной стенки одного и того же изделия) не должна превышать допускаемых отклонений номинальной толщины стенок, указанных в табл. XI—23.

Детали трубопроводов условным диаметром до 150 мм должны удовлетворять требованиям ГОСТ 19694—74; ГОСТ 19696—74; ГОСТ 15911—74; ГОСТ 15916—74; ГОСТ 15919—74; ГОСТ 15932—74. «Соединительные и крепежные детали надземных стеклянных трубопроводов. Конструкция, размеры и технические требования», а детали трубопроводов условным диаметром 200 мм — требованиям специальных технических условий.

Запорная арматура, подлежащая монтажу на линиях стеклянных трубопроводов, должна соответствовать МРТУ 26-07-02—66 «Арматура трубопроводная общего назначения. Поставка промышленной трубопроводной арматуры».

Стеклянные трубопроводы монтируют в следующей последовательности: разбивка трассы трубопровода, трубозаготовительные работы, монтаж опор и подвесок, монтаж трубопроводной арматуры, монтаж трубопровода из узлов и секций, рихтовка и окончательное

закрепление трубопровода, установка концевых деталей (в случае необходимости).

Правильность разбивки осей трубопроводов проверяют по чертежу, после чего приступают к установке кронштейнов, подвесок, опор.

Расстояние между опорами трубопроводов регламентируются длиной трубы; при этом минимальное расстояние между опорами — 500 мм и максимальное — 3000 мм. Каждую трубу диаметром 50 мм и менее крепят на одной опоре, диаметром более 50 мм — на двух опорах. Трубы длиной до 1500 мм во всех случаях крепят на одной опоре.

Опоры для крепления трубопроводов, как правило, располагают на расстоянии 250—300 мм от торца трубы и 60—75 мм от торца фасонной части. Отклонение опорных конструкций от проектного положения не должно превышать: в плане ±10 мм, по отметкам — 10 мм, по уклону +0,001.

Монтаж стеклянных трубопроводов включает следующие операции:

определение требуемого количества труб, фасонных частей и деталей трубопровода; осмотр и отбраковку труб, фасонных частей, соединительных, прокладочных и крепежных деталей трубопроводов; очистку, промывку труб и фасонных частей трубопровода; разметку и резку труб; протирку насухо концов труб и фасонных частей трубопровода; разметку и резку труб; протирку насухо концов труб и фасонных частей трубопровода; шлифовку торцов труб; запасовку фланцев и резиновых уплотнительных колец; комплектование соединений трубопровода прокладками и крепежными деталями; предварительную сборку узлов и секций трубопровода с установкой концевых деталей (в случае необходимости).

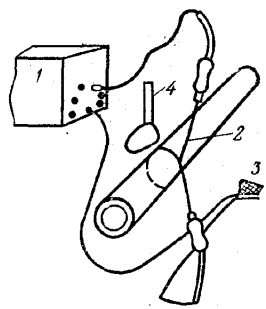


Рис. XI—19. Схема резки стеклянной трубы проволокой сопротивления:

1 — трансформатор; *2* — проволока сопротивления; *3* — ножной выключатель; *4*—губка

Резку труб и фасонных частей трубопровода выполняют с помощью нихромовой проволоки диаметром 0,8—1,2 мм, нагреваемой электрическим током от осветительной электросети через понижающий трансформатор 220/127/36 В с последующим быстрым охлаждением трубы или фасонной части по месту реза водой.

Как показано на рис. XI—19, голый провод кольцом огибает всю окружность стеклянной трубы. Проволоку натягивают и закрепляют так, чтобы оба конца ее в месте схода с трубы были удалены друг от друга не более чем на 1 мм. При включении электрического тока провод накаляется до светло-желтого накала и разогревает трубу; нагрев производится в течение 1—2 мин в зависимости от диаметра и толщины стенки трубы или фасонной части. После нагрева провода ток выключают, провод удаляют, а нагретое место охлаждают мокрой губкой.

Плоскость торца трубы или фасонной части трубопровода после резки и шлифовки должна составлять с образующей поверхностью угол 1,571 рад. Допустимые отклонения от прямого угла (в мм) в зависимости от условного диаметра трубы (в мм) приведены ниже.

Условный диаметр трубы	Допустимые отклонения от прямого угла
До 40 (включительно) . . .	0,7
От 40 до 50 .	1,5
75—100 . . .	2,0
150—200 . . .	2,0

Резиновые детали, хранимые или транспортируемые при температуре ниже 0° С, перед монтажом выдерживают в течение 24 ч при температуре не ниже +15° С. Торцы труб и натяжные кольца перед монтажом насухо протирают.

Стеклянные трубы и фасонные части трубопроводов соединяют на фланцах с тремя уплотнительными резиновыми кольцами с помощью специальных приспособлений (клещей).

При сборке соединений трубопроводов строго придерживаются размеров первоначальной установки натяжных колец (рис. XI—20), табл. XI—24.

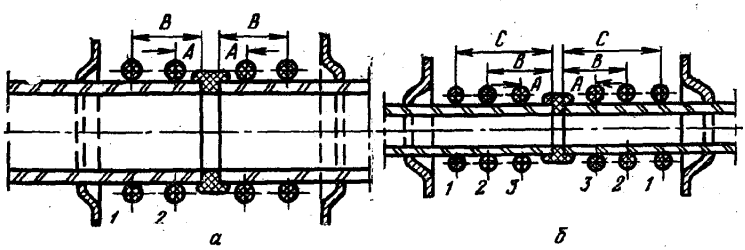


Рис. XI—20. Схема расстановки натяжных колец при монтаже фланцевых соединений:

а — с двумя кольцами; *б* — с тремя кольцами; *1, 2, 3* — натяжные кольца

Сборку соединений трубопроводов выполняют в следующем порядке:

стягивают фланцы с помощью стяжных клещей;

окончательно затягивают соединения гаечными ключами или гайковертами.

Соединение трубопроводов считается собранным, когда натяжные кольца на 2—3 мм перекрывают Т-образную прокладку. При этом расстояние между фланцами должно составить 4—6 мм.

Гайки болтовых соединений затягивают равномерно, поочередно, по диагонали при соблюдении параллельности перемещения фланцев.

При монтаже стеклянных трубопроводов расстояние в свету ме-

Таблица XI—24

Соединение	Условный диаметр труб, мм	Размеры, мм		
		A	*B*	*C*
На фланцах с двумя кольцами	40	15	40	
	50	15	45	—
	75	20	50	—
	100	15	45	—
	150—200	45	100	—
На фланцах с тремя кольцами	40	—	—	—
	50	15	40	65
	75	17	35	60
	100	15	45	65
	150—200	17	40	70

жду поверхностями труб и строительными конструкциями или оборудованием определяется проектом и должно быть (в мм) не менее:

Для труб диаметром до 50 мм 70
Для труб диаметром от 50 до 100 мм 110
Для труб диаметром от 100 до 200 мм 120

Стеклянные трубопроводы, проходящие через перекрытия или стены, заключают в гильзы, устанавливаемые в процессе выполнения общестроительных работ. Гильза должна выступать над поверхностью стен, перегородок, потолков на 5—10 мм, а над поверхностью чистого пола — на 10—20 мм. Стеклянный трубопровод крепят жестко к опорам, прокладывая предварительно между металлическими деталями и стеклянными трубами эластичные резиновые прокладки толщиной 4—5 мм.

ГЛАВА XII

ИЗГОТОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ И НЕСТАНДАРТИЗОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ И НЕСТАНДАРТИЗОВАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ И ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

К технологическим металлоконструкциям относят конструкции, непосредственно связанные с установкой или обслуживанием оборудования.

В производственных и распределительных холодильниках технологическими металлоконструкциями являются каркасы подвесных

путей и конвейеров, площадки с лестницами, опорные конструкции для установки теплообменных аппаратов и вспомогательной аппаратуры, средства крепления трубопроводов, баки для разведения рассола и др.

Удельный вес работ по изготовлению и монтажу технологических металлоконструкций на строительстве холодильников и холодильных установок составляет в среднем 8—12% в зависимости от принятых в проекте способов механизации перемещения грузов.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ И НЕСТАНДАРТИЗОВАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Техническую документацию на технологические металлоконструкции и нестандартизованное оборудование разрабатывают в две стадии: сначала проектное задание и рабочий проект КМ (конструкции металлические), затем КМД (конструкции металлические деталировочные).

Проектное задание, чертежи КМ и чертежи КМД на изготовление индивидуальных технологических металлоконструкций (ограждений приводов, решеток и т. п.) разрабатывают отраслевые технологические проектные организации, а чертежи КМД на технологические металлоконструкции — заводы металлоконструкций или проектно-конструкторские подразделения монтажных организаций.

Для стальных сварных конструкций, не подвергающихся непосредственному воздействию подвижных или вибрационных нагрузок (колонны, стойки, прогоны, опорные плиты; конструкции, поддерживающие технологическое оборудование и трубопроводы, сварные балки, бункеры) применяют классы и марки стали, приведенные в табл. XII—1.

Чертежи КМ должны содержать исчерпывающие данные для составления рабочих деталировочных чертежей КМД без пользования другими разделами рабочих строительных чертежей (КЖ, АР и др.).

В состав рабочих чертежей КМ входят: заглавный лист; список листов; пояснительная записка; техническая спецификация металла: общий вид технологических металлоконструкций или нестандартизованного оборудования с нанесением основных размеров; схема расположения элементов конструкций; поперечные и продольные разрезы; чертежи отдельных сложных элементов конструкций; основные узлы сопряжений конструкций; расчеты конструкций (к проекту не прикладывают, а хранят в составе проекта в техническом архиве организации, разрабатывавшей проект).

Чертежи КМ разрабатывают по «Инструкции по составу и оформлению рабочих чертежей КМ» ЦНИИпроектстальконструкции Госстроя СССР (вып. 5, ч. I, вторая редакция).

Рабочие деталировочные чертежи КМД разрабатывают на основании рабочих чертежей КМ с учетом указаний главы 5 строительных норм и правил «Металлические конструкции. Правила изготовления, монтажа и приемки» (СНиП III—В.5—62).

Все отклонения в чертежах КМД от чертежей КМ согласовывают с проектной организацией, разработавшей чертежи КМ.

При разработке чертежей КМД учитывают следующие факторы: прочность конструкций; экономный расход металлопроката и труб, использование возможностей технологического оборудования изготовителя и снижение трудоемкости при изготовлении металлоконструкций; требования к транспортировке отдельных элементов (марок); применение механизированных способов сварки.

В состав чертежей КМД входят: заглавный лист и список проектных материалов; пояснительная записка; монтажные схемы; деталировочные чертежи, включающие графическое изображение отправочных элементов в масштабе со всеми размерами и указаниями по сборке и сварке всех деталей, спецификацию металла и таблицу сварных швов или метизов; расчеты сварных, болтовых или заклепочных соединений (к проекту не прикладывают, а хранят в составе проекта в техническом архиве организации, разрабатывавшей проект).

Рабочие чертежи КМД разрабатывают по «Инструкции по составу и оформлению рабочих чертежей КМД» проектного института Укрпроектстальконструкция Госстроя СССР (вып. 5, ч. II, вторая редакция).

В чертежах КМ и КМД все размеры и отметки указывают в мм. Основные правила изображения металлических конструкций и условные обозначения на чертежах КМ и КМД приняты одинаковыми. Условные обозначения приведены в табл. XII—2.

В рабочих чертежах технологических металлоконструкций применяются только прямоугольные (ортогональные) проекции.

Поддерживающие металлоконструкции технологического оборудования (колонны, стойки, балки, кронштейны и т. п.) подлежат расчету.

Расчет производят методом предельных состояний по СНиП II-В.3—72 и СНиП II-А.10—62 или методом допускаемых напряжений в соответствии с «Инструкцией по проектированию, изготовлению и эксплуатации стальных конструкций грузоподъемных, грузозахватных и сборных монтажных приспособлений и подмостей» (МСН 42—64). Наиболее распространенным является метод расчета по предельным состояниям. При расчете методом предельных состояний расчетные сопротивления проектной стали сварных и болтовых соединений принимают по СНиП II-В.3—72.

Прочность элементов, подверженных центральному растяжению или сжатию силой N, проверяют по формуле

$$\frac{N}{F_{нт}} \leqslant R, \qquad (XII\text{-}1)$$

где R — расчетное сопротивление стали сжатию или растяжению;
$F_{нт}$ — площадь сечения элемента нетто.

Устойчивость центрально сжатых элементов проверяют по формуле

$$\frac{N}{\varphi F} \leqslant R, \qquad (XII\text{-}2)$$

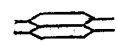
где φ — коэффициент продольного изгиба, принимаемый по табл. XII—3 по наибольшей гибкости;
F — площадь сечения элемента брутто.

Таблица XII—1

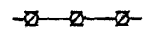
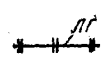
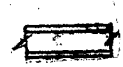
Расчетная температура, °С	Класс стали	Марка стали	Толщина листового, сортового и фасонного проката, мм	ГОСТ или ТУ на поставку	Требования по ударной вязкости в Дж/см² не менее			
					при температуре в °С			после механического старения
					—20	—40	—70	
$t \geqslant -30$	С38/23	ВСт3кп2	От 4 до 30	ГОСТ 380—71	—	—	—	—
			» 31 » 40	ГОСТ 380—71	—	—	—	—
			» 41 » 160	ГОСТ 380—71	—	—	—	—
	С44/29	СтТ	» 10 до 40	ГОСТ 14637—69	—	—	—	—
	С46/33	14Г2	» 4 » 10	ГОСТ 5058—65*	—	35	—	—
			» 11 » 32	ГОСТ 5058—65*	—	30	—	—
	С52/40	10Г2С1	» 10 до 40	ГОСТ 5058—65*	—	50	—	—
		14Г2АФ	» 4 » 50	ЧМТУ 1-349—68	—	40	—	—
		15Г2АФ Дпс	» 10 » 32	ТУ 14-1—91—71	—	40	—	—
		15Г2СФ	» 4 » 32	ТУ 14-1—64—71	—	30	—	—
	С60/45	16Г2АФ	» 4 до 50	ЧМТУ 1-349—68	—	40	—	—
		15Г2СФ	» 8 » 32	ТУ 14-1—64—71	—	50	—	—
		18Г2АФпс	» 8 » 32	ЧМТУ 1-741—69	—	40	—	—
	С70/60	12Г2СМФ	» 10 до 32	ЧМТУ 1-644—69	—	35	—	—
		14ГСМФР	» 4 » 40	ЧМТУ 1-45—67	—	30	—	—

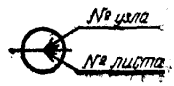
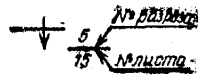
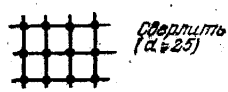
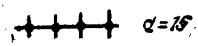
	С38/23	ВСт3пс6	От 5 до 9	ГОСТ 380—71	—	—	—	40
			» 10 » 25	ГОСТ 380—71	—	—	—	30
		ВСт3Гпс5	» 10 » 30	ГОСТ 380—71	30	—	—	30
		В18Гпс5	» 10 » 30	ЧМТУ 1-47—67	30	—	—	30
	С44/29	СтТпс	» 10 до 25	ГОСТ 14637—69	—	30	—	—
	С46/33	14Г2	» 4 до 10	ГОСТ 5058—65*	—	35	—	—
			» 11 » 32	ГОСТ 5058—65*	—	30	—	—
$-30 > t \geqslant -40$	С52/40	10Г2С1	» 10 до 40	ГОСТ 5058—65*	—	50	—	—
		14Г2АФ	» 4 » 50	ЧМТУ 1-349—68	—	40	—	—
		15Г2АФДпс	» 10 » 32	ТУ 14-1-91—71	—	40	—	—
		15Г2СФ	» 4 » 32	ТУ 14-1-64—71	—	30	—	—
	С60/45	16Г2АФ	» 4 до 50	ЧМТУ 1-349—68	—	40	—	—
		18Г2АФпс	» 4 » 32	ЧМТУ 1-741—69	—	40	—	—
		15Г2СФ	» 8 » 32	ТУ 14-1-64—71	—	50	—	—
	С70/60	12Г2СМФ	» 10 до 32	ЧМТУ 1-644—69	—	35	—	—
		14ГСМФР	» 4 » 40	ЧМТУ 1-45—67	—	30	—	—
	С38/23	09Г2С	» 61 до 160	ГОСТ 5058—65*	—	35	—	—
$-40 > t \geqslant -50$	С44/29	СтТсп	» 10 до 25	ГОСТ 14637—69	—	30	—	—
		09Г2	» 5 » 10	ГОСТ 5058—65*	—	40	—	—
			» 11 » 20	ГОСТ 5058—65*	—	30	—	—
			» 21 » 32	ГОСТ 5058—65*	—	40	—	—
		09Г2С	» 21 » 32	ГОСТ 5058—65*	—	35	—	—
			» 33 » 60	ГОСТ 5058—65*	—	—	30	—

Таблица XII—2

Наименование	Условное обозначение
Прокатные профили	
Уголок равнобокий ($b \times d$)	∟100×10
Уголок неравнобокий ($B \times b \times d$)	∟100×63×8
Швеллер (номер профиля)	[24
Швеллер облегченный (индекс профиля и номер)	0 [24
Балка двутавровая (номер профиля)	130
Балка двутавровая облегченная (индекс и номер профиля)	0130
Сталь квадратная (сторона квадрата)	□20×20
Сталь круглая (диаметр)	⌀20
Лист, полоса, универсал ($b \times \delta$)	—100×8
Сталь листовая рифленая ($b \times \delta$)	
ромбическая	—риф 800×6
чечевичная	 —риф 800×6 (чеч)
Сталь листовая просечно-вытяжная (марка листа × ширина листа)	 —ПВ 510×800
Сталь листовая волнистая (длина волны × высота × толщина листа × ширина листа)	*U*130×35×1,2×600
Труба (наружный диаметр × толщина)	Тр. 219×6 (или ⌀ 219×6)
Гнутые профили	
Уголок равнобокий ($b \times s$)	ГН ∟100×5
Уголок неравнобокий ($B \times b \times s$)	ГН ∟100×80×5
Швеллер равнобокий ($h \times b \times s$)	ГН [300×800×4
Швеллер неравнобокий ($h \times B \times b \times s$)	ГН [160×80×50×5
Замкнутый квадратный ($b \times s$)	ГН □ 160×3
Замкнутый прямоугольный ($h \times b \times s$)	ГН ▭ 220×160×4
С-образный профиль (высота × ширина × отбортовка × толщина)	ГН □250×125×40×4

Наименование	Условное обозначение
Отверстия	
Круглое (без зенковки)	
Круглое с резьбой	
Овальное (где a — расстояние между центрами)	
Болты	
Постоянный (нормальный и повышенной точности)	
Временный	
Постоянный высокопрочный	
Сварные соединения	
Швы тавровые, угловые, внахлестку	Заводские / Монтажные
видимые сплошные	
невидимые »	
видимые прерывистые	
невидимые »	

Наименование	Условное обозначение
Швы встык	
видимые	
невидимые	
Точечная сварка	
Электрозаклепки	
Прерывистый шов с катетом h, участками шва l и расстояниями между соседними участками a	$h\frac{l}{a}$ (например, $6\frac{100}{150}$)
Линия (ось симметрии)	
Отметка на плоскости (относительная)	
Место для марки	
на видимой стороне	
на невидимой стороне	
Линия гиба на развертке	
Линия обрыва конструкции на чертеже	

Наименование	Условное обозначение
Маркировка узлов (в знаменателе у места маркировки узла — номер листа, где узел изображен, у изображения — номер листа, где узел замаркирован)	
Обозначение разрезов, когда линии разреза и сам разрез располагаются на разных чертежах (в знаменателе: у места обозначения разреза — номер листа, где разрез изображен; у изображения разреза — номер листа, где показана линия разреза)	
Выделение из одинаковых изображений группы отличающихся от других (диаметром или видом технологической обработки)	
Группа отверстий на одной риске, отличающаяся по диаметру от остальных на данном чертеже	
Элементы из круглой стали (тяжи и т. п.) на схематических чертежах	
Проекции связей на схематических чертежах	

Гибкость элемента определяют по формуле

$$\lambda = \frac{l}{r}, \qquad \text{(XII-3)}$$

где l — расчетная длина элемента;
r — радиус инерции сечения.

Прочность при изгибе в одной из главных плоскостей (кроме разрезных балок) проверяют по формулам:

$$\frac{M}{W_{\text{пт}}} \leqslant R; \qquad \text{(XII-4)}$$

Таблица XII—3

Гибкость элементов	Коэффициенты φ для элементов из стали классов						
	С38/23	С44/29	С46/33	С52/40	С60/45	С70/60	С85/75
0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10	0,988	0,987	0,986	0,985	0,984	0,983	0,982
20	0,970	0,968	0,965	0,962	0,956	0,953	0,950
30	0,943	0,935	0,932	0,927	0,916	0,909	0,903
40	0,905	0,892	0,888	0,878	0,866	0,852	0,838
50	0,867	0,843	0,837	0,823	0,810	0,790	0,760
60	0,820	0,792	0,780	0,764	0,740	0,700	0,660
70	0,770	0,730	0,710	0,682	0,650	0,610	0,558
80	0,715	0,660	0,637	0,604	0,570	0,518	0,432
90	0,655	0,592	0,563	0,523	0,482	0,412	0,343
100	0,582	0,515	0,482	0,437	0,396	0,336	0,288
110	0,512	0,440	0,413	0,370	0,325	0,273	0,230
120	0,448	0,383	0,350	0,315	0,273	0,230	0,192
130	0,397	0,330	0,302	0,264	0,232	0,196	0,164
140	0,348	0,285	0,256	0,228	0,198	0,168	0,142
150	0,305	0,250	0,226	0,198	0,173	0,148	0,123
160	0,270	0,220	0,200	0,176	0,153	0,130	0,108
170	0,240	0,195	0,178	0,156	0,137	0,116	0,096
180	0,216	0,175	0,160	0,139	0,122	0,102	0,086
190	0,196	0,158	0,142	0,126	0,108	0,092	0,077
200	0,175	0,142	0,129	0,112	0,098	0,082	0,069
210	0,160	0,130	0,118	0,102	0,089	0,075	0,063
220	0,146	0,119	0,108	0,093	0,081	0,068	0,057

$$\frac{QS}{I\delta} \leqslant R_{ср}, \qquad (XII\text{-}5)$$

где Q — поперечная сила;

S — статический момент (брутто) сдвигаемой части сечения относительно нейтральной оси;

δ — толщина стенки;

R и $R_{ср}$ — расчетные сопротивления стали соответственно изгибу и срезу;

I — момент инерции.

Устойчивость балок при изгибе проверяют по формуле

$$\frac{M}{\varphi_б W} \leqslant R, \qquad (XII\text{-}6)$$

где M и W — изгибающий момент и момент сопротивления сечения в плоскости наибольшей жесткости (W вычисляют для сжатого пояса);

$\varphi_б$ — коэффициент, определяемый по формуле для балок двояко симметричного двутаврового сечения;

$$\varphi_б = \Psi \frac{I_у}{I_х}\left(\frac{h}{l}\right)^2 10^3. \qquad (XII\text{-}7)$$

Значения Ψ для двутавровых балок из стали класса С38/23 и для консолей двутаврового сечения из стали класса С38/23 при сосредоточенной нагрузке, приложенной к концу консоли, принимают по табл. XII—4 и XII—5 в функции от параметра α, определяемого для прокатных двутавров по формуле

$$\alpha = 1{,}54\,\frac{I_к}{I_у}\left(\frac{l}{h}\right)^2, \qquad (XII\text{-}8)$$

где $I_к$ — момент инерции при кручении ($I_к$ для прокатных двутавров по ГОСТ 8239—56 * приведен в табл. XII—6);

l — расчетная длина балки.

Таблица XII—4

α	Коэффициенты Ψ				
	для балок без закреплений в пролете				при наличии не менее двух промежуточных закреплений верхнего пояса, делящих пролет на равные части, независимо от места приложения нагрузки
	при сосредоточенной нагрузке, приложенной		при равномерно распределенной нагрузке, приложенной		
	к верхнему поясу	к нижнему поясу	к верхнему поясу	к нижнему поясу	
0,1	1,73	5,00	1,57	3,81	2,17
0,4	1,77	5,03	1,60	3,85	2,20
1	1,85	5,11	1,67	3,90	2,27
4	2,21	5,47	1,98	4,23	2,56
8	2,63	5,91	2,35	4,59	2,90
16	3,37	6,65	2,99	5,24	3,50
24	4,03	7,31	3,55	5,79	4,00
32	4,59	7,92	4,04	6,25	4,45
48	5,60	8,88	4,90	7,13	5,23
64	6,52	9,80	5,65	7,92	5,91
80	7,31	10,59	6,30	8,58	6,51
96	8,05	11,29	6,93	9,21	7,07
128	9,40	12,67	8,05	10,29	8,07
160	10,59	13,83	9,04	11,30	8,95
240	13,21	16,36	11,21	13,48	10,86
320	15,31	18,55	13,04	15,29	12,48
400	17,24	20,48	14,57	16,80	13,91

При одном закреплении в середине пролета различают следующие случаи:

сосредоточенная сила в середине пролета независимо от уровня приложения $\Psi = 1{,}75\ \Psi^*$;

сосредоточенная сила в четверти пролета или равномерно распределенная нагрузка, приложенные к верхнему поясу, $\Psi = 1{,}14\ \Psi^*$;

сосредоточенная сила в четверти пролета, приложенная к нижнему поясу $\Psi = 1{,}6\ \Psi^*$;

равномерно распределенная по нижнему поясу нагрузка $\Psi = 1{,}3\ \Psi^*$ (под Ψ^* понимают значение Ψ по первой графе справа табл. XII—4).

Таблица XII—5

α	Коэффициенты Ψ при нагрузке, приложенной		α	Коэффициенты Ψ при нагрузке, приложенной	
	к верхнему поясу	к нижнему поясу		к верхнему поясу	к нижнему поясу
4	1,57	6,52	16	3,60	7,50
6	1,98	6,70	24	4,5	8,1
8	2,32	6,87	32	5,3	8,6
10	2,67	7,03	40	5,9	9,0
12	3,00	7,19	100	9,0	12,0
14	3,30	7,35			

Примечания: 1. Для сталей классов С44/29—С85/75 значения Ψ умножают на отношение $2{,}1/R$, где R в т/см^2.

2. При равномерно распределенной нагрузке по верхнему поясу консоли $\Psi = 1{,}42\sqrt{\alpha}$.

Таблица XII—6

№ двутавра	$I_к$, см^4	№ двутавра	$I_к$, см^4
10	2,28	24а	12,8
12	2,88	27	13,6
14	3,59	27а	16,7
16	4,46	30	17,4
18	5,60	30а	20,3
18а	6,54	33	23,8
20	6,92	36	31,4
20а	7,94	40	40,6
22	8,60	45	54,7
22а	9,77	50	75,4
24	11,1		

Кронштейны (консоли) рассчитывают по допускаемому напряжению: определяют момент, действующий в кронштейне ($M = Pa$), и проверяют направление в выбранной конструкции кронштейна $\left(\sigma = \frac{M}{W} \leqslant \sigma_{доп}\right)$.

Сварные соединения встык рассчитывают на сжатие и растяжение, сварные угловые швы — на срез по формуле

$$\frac{N}{l_ш \delta} \leqslant R^{св}, \qquad (XII\text{-}9)$$

где N — расчетная продольная сила, действующая на соединение;
$l_ш$ — расчетная длина шва, равная его полной длине в случае вывода концов шва за пределы стыка; в ином случае расчетная длина принимается меньше полной длины на 10 мм;
δ — наименьшая толщина соединяемых элементов;
$R^{св}$ — расчетное сопротивление сварного стыкового соединения сжатию или растяжению, принимаемое по табл. XII—7 и по формуле

$$\frac{N}{(\beta h_ш) l_ш} \leqslant R^{св}_у, \qquad (XII\text{-}10)$$

где $h_ш$ — толщина углового шва, принимаемая равной катету вписанного равнобедренного треугольника;
β — коэффициент, принимаемый в зависимости от вида сварки: для однопроходной автоматической сварки $\beta=1$; для двух- и трехпроходной автоматической сварки $\beta=0{,}9$; для однопроходной полуавтоматической сварки $\beta=0{,}85$; для двух- и трехпроходной полуавтоматической сварки $\beta=0{,}8$; для ручной сварки, а также для многопроходной (более трех) автоматической и полуавтоматической сварки $\beta=0{,}7$;
$l_ш$ — расчетная длина шва, равная его полной длине за вычетом 10 мм;
$R^{св}_у$ — расчетное сопротивление углового шва, принимаемое по табл. XII—7.

Сварные соединения, работающие на изгиб, рассчитывают по формулам, установленным для целого сечения, с расчетными сопротивлениями, принимаемыми по табл. XII—7.

Сварные соединения всех видов подвергают визуальному контролю качества швов (наружный осмотр, измерение швов), а физический контроль качества швов (рентгено- и гаммаграфирование, ультразвуковая дефектоскопия, магнитографический способ) является дополнением к визуальному.

Для элементов из стали разных классов расчетное сопротивление сварного соединения встык принимают равным расчетному сопротивлению соединения встык из менее прочной стали.

Схемы сварных соединений и расчетные формулы для них приведены в табл. XII—8.

Обозначения к таблице: $l_ш$ — расчетная длина шва, равная полной длине шва при выводе его за пределы стыка на подкладках или полной длине за вычетом 10 мм в остальных случаях; δ — наименьшая из толщин соединяемых встык элементов; β — коэффициент формы углового шва, принимаемый при сварке (однопроходной автоматической $\beta=1$, однопроходной полуавтоматической и ручной $\beta=0{,}8$, многопроходной автоматической и полуавтоматической $\beta=0{,}7$); $h_ш$ — толщина углового шва (катет).

Допускаемые усилия на сварные швы встык и угловые швы приведены в табл. XII—9, XII—10.

Таблица XII—7

Сварные соединения	Напряженное состояние	Условное обозначение	Расчетные сопротивления (в МПа) сварных соединений в конструкциях из стали класса						
			С38/23	С44/29	С46/33	С52/40	С60/45	С70/60	С85/75
Встык	Сжатие	$R_c^{св}$	210	260	290	340	380	440	530
	Растяжение								
	а) автоматическая сварка; полуавтоматическая и ручная сварка с физическим контролем качества швов	$R_p^{св}$	210 (260)	260 (300)	290 (310)	340	380	440	530
	б) полуавтоматическая и ручная сварка	$R_p^{св}$	180	220	250	—	—	—	—
»	Срез	$R_{ср}^{св}$	130	150	170	200	230	260	310
Угловые швы	»	$R_y^{св}$	150	180	200	220	240	280	340

Примечания: 1. В скобках указаны расчетные сопротивления растяжению сварных соединений встык, эксплуатация которых возможна и после достижения металлом предела текучести.

2. Расчетные сопротивления сварных соединений встык установлены для швов, выполненных двусторонней сваркой или односторонней с подваркой корня шва.

Швы встык с полным проваром, испытывающие сжатие или срез (вне зависимости от способа сварки), а также растяжение и выполненные автоматической, полуавтоматической или ручной сваркой при повышенных способах контроля качества шва, равнопрочны (при использовании соответствующих типов электродов) свариваемому металлу и их не проверяют. Для односторонних швов встык без подварки корня приведенные значения допускаемых усилий снижаются на 30%.

Болтовые, соединения, воспринимающие продольные силы N, рассчитывают по формулам:

на срез

$$\frac{N}{n\,n_{ср}\,\frac{\pi d^2}{4}} \leqslant R_{ср}; \qquad (XII\text{-}20)$$

на смятие

$$\frac{N}{nd\Sigma\delta} \leqslant R_{см}. \qquad (XII\text{-}21)$$

Таблица XII—8

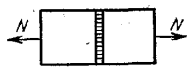
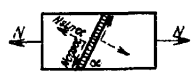
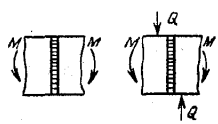
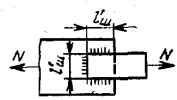
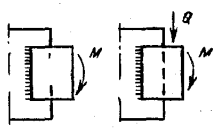
Тип шва и характер нагрузки	Схема	Расчетная формула
Растяжение прямого шва встык Сжатие прямого шва встык		$\frac{N}{\delta l_ш} \leqslant R_р^{св}$ (XII-11) $\frac{N}{\delta l_ш} \leqslant R_с^{св}$ (XII-12)
Растяжение косого шва встык Сжатие косого шва встык Срез косого шва встык		$\frac{N\sin\alpha}{\delta l_ш} \leqslant R_р^{св}$ (XII-13) $\frac{N\sin\alpha}{\delta l_ш} \leqslant R_с^{св}$ (XII-14) $\frac{N\cos\alpha}{\delta l_ш} \leqslant R_{ср}^{св}$ (XII-15)
Изгиб шва встык; изгиб и срез шва встык		По соответствующим формулам для целого сечения с заменой R на $R^{св}$
Срез углового шва		$\frac{N}{\beta h_ш l_ш} \leqslant R_у^{св}$ (XII-16) $l_ш = 2l'_ш + l''_ш - 30$ мм (XII-17)
Изгиб углового шва Изгиб и срез углового шва		$\frac{6M}{\beta h_ш l_ш^2} \leqslant R_у^{св}$ (XII-18) $\sqrt{\left(\frac{6M}{\beta h_ш l_ш^2}\right)^2 + \left(\frac{Q}{\beta h_ш l_ш}\right)^2} \leqslant R_у^{св}$ (XII-19)

Таблица XII—9

Толщина свариваемых деталей, мм	Допускаемые усилия (в кН/см) для растянутых швов (при обычных способах контроля качества шва), выполненных полуавтоматической и ручной сваркой электродами типов		
	Э42, Э42А	Э50А	
	Марки стали свариваемых конструкций		
	Ст. 3, Ст 4	14Г2	10Г2С1, 15ХСНД
4	7,2	10,0	10,0
6	10,8	15,0	15,0
8	14,4	20,0	20,0
10	18,0	25,0	25,0
12	21,6	30,0	30,0
14	25,2	35,0	35,0
16	28,8	40,0	40,0
18	32,4	45,0	45,0
20	36,0	50,0	50,0
22	39,6	52,8	55,0
25	45,0	60,0	62,5
28	50,4	67,2	70,0
30	54,0	72,0	75,0
32	57,6	76,7	80,0
34	61,2	81,5	85,0
36	64,8	86,5	90,0
38	68,4	91,2	95,0
40	72,0	93,0	100,0

на растяжение болтов

$$\frac{N}{n F_{нт}} \leqslant R^{б}_{р}, \qquad (XII\text{-}22)$$

где n — число болтов в соединении;

$n_{ср}$ — число рабочих срезов одного болта;

d — наружный диаметр стержня болта;

$\Sigma\delta$ — наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении;

$R_{ср}$, $R_{см}$, $R^{б}_{р}$ — расчетные сопротивления соответственно срезу болтов, смятию болтовых соединений и растяжению болтов, определяемые по табл. XII—11;

$F_{нт}$ — площадь сечения болта нетто.

Таблица XII—10

Толщина шва, мм	Допускаемые усилия (в кН/см) на угловые швы, выполненные						
	многопроходной автоматической и полуавтоматической, а также ручной сваркой электродами типов (β=0,7)			однопроходной полуавтоматической сваркой (β=0,8)		однопроходной автоматической сваркой (β=1)	
	Э42 Э42А		Э50А				
	Марки стали свариваемых конструкций						
	Ст. 3. Ст. 4		14Г2 10Г2С1 15ХСНД	Ст.3 Ст.4	14Г2 10Г2С1 15ХСНД	Ст. 3 Ст. 4	14Г2 10Г2С1 15ХСНД
4	4,2		5,6	4,8	6,4	6,0	8,0
6	6,3		8,4	7,2	9,6	9,0	12,0
8	8,4		11,2	9,6	12,8	12,0	16,0
10	10,5		14,0	12,0	16,0	15,0	20,0
12	12,6		16,8	14,4	19,2	18,0	24,0
14	14,7		19,6	16,8	22,4	21,0	28,0
16	16,8		22,4	19,2	25,6	24,0	32,0
18	18,9		25,2	21,6	28,8	27,0	36,0
20	21,0		28,0	24,0	32,0	30,0	40,0

Площадь сечения болта нетто определяют по формуле

$$F_{нт} = \frac{\pi}{16}(d_2 + d_3)^2, \qquad (XII\text{-}23)$$

где d_2 — номинальный средний диаметр резьбы.

Значение d_3 определяют по формуле

$$d_3 = d_1 - \frac{H}{6}, \qquad (XII\text{-}24)$$

где d_1 — номинальный внутренний диаметр резьбы;

H — теоретическая высота резьбы.

Значения d_1, d_2 и H принимают по ГОСТ 9150—59* «Резьба метрическая для диаметров от 1 до 60 мм. Основные размеры». Для наиболее распространенных болтов диаметром от 16 до 27 мм площадь сечения нетто составляет:

Диаметр болта, мм . . .	16	18	20	22	24	27
Площадь нетто, см² . . .	1,60	1,97	2,49	3,08	3,59	4,67

Сдвигающее усилие, воспринимаемое одним высокопрочным болтом при одной плоскости трения, равно:

$$N_б = Pfm, \qquad (XII\text{-}25$$

Таблица XII—11

Болтовые соединения	Напряженное состояние и группа соединения	Условное обозначение	Расчетные сопротивления, МПа								
			Марки стали болтов				Марки стали соединяемых элементов				
			ВСт3, ВСт3кп	ВСт5	Сталь 09Г2	Сталь 10Г2, сталь 15ХСНД	Ст. 3 Ст. 4	Ст. 5	Сталь 14Г2 $\delta \leqslant 20$ мм $\delta = 21 \div 32$ мм		Сталь 10Г2С1 Сталь 15ХСНД
Болты повышенной точности	Растяжение	$R_р^б$	170	190	200	230	—	—	—	—	—
	Срез, В	$R_{ср}^б$	170	180	220	220	—	—	—	—	—
	Смятие, В	$R_{см}^б$	—	—	—	—	380	410	520	500	520
Болты нормальной точности	Растяжение	$R_р^б$	170	190	200	230	—	—	—	—	—
в одноболтовых соединениях	Срез	$R_{ср}^б$	150	160	—	—	—	—	—	—	—
	Смятие	$R_{см}^б$	—	—	—	—	380	—	—	—	—
в многоболтовых соединениях	Растяжение	$R_р^б$	170	190	200	230	—	—	—	—	—
	Срез	$R_{ср}^б$	130	140	—	—	—	—	—	—	—
	Смятие	$R_{см}^б$	—	—	—	—	340	—	—	—	—
Анкерные болты	Растяжение	$R_р^б$	140	150	170	190	—	—	—	—	—

Примечание. При снижении расчетных сопротивлений стали элементов конструкции расчетные сопротивления смятию болтовых соединений снижаются пропорционально.

при

$$P \leqslant 0{,}6\sigma_{вр} F_{нт}; \qquad (XII\text{-}26)$$

$$F_{нт} = \frac{\pi}{16}(d_1 + d_2)^2. \qquad (XII\text{-}27)$$

В формулах (XII—25), (XII—26), (XII—27):

P — осевое усилие натяжения болта;

f — коэффициент трения;

$\sigma_{вр}$ — наименьшее временное сопротивление на растяжение высокопрочного болта;

$F_{нт}$ — площадь сечения болта нетто по резьбе;

$m = 0{,}9$ — коэффициент условия работы для стали;

d_1 — внутренний диаметр резьбы;

d_2 — средний диаметр резьбы.

Коэффициент трения принимают

для углеродистой стали обыкновенного качества при предварительной очистке соединяемых поверхностей: огневыми щетками $f = 0{,}4$; пескоструйным аппаратом $f = 0{,}45$; то же, металлическими щетками $f = 0{,}35$; без очистки поверхностей $f = 0{,}25$;

для низколегированной стали при очистке поверхности: пескоструйным аппаратом $f = 0{,}55$; огневыми щетками $f = 0{,}45$ (в остальных случаях, как для углеродистой стали).

Для деталей из алюминиевых сплавов коэффициент условия работы принимают $m = 0{,}8$, а коэффициенты трения: без очистки соприкасающихся поверхностей $f = 0{,}15$; при тщательной очистке соприкасающихся поверхностей (очистка пескоструйным аппаратом) $f = 0{,}45$.

Расчетные сопротивления болтовых соединений приведены в табл. XII—11.

Допускаемые усилия на обычные болты нормальной точности приведены в табл. XII—12, повышенной точности — в табл. XII—13.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ И НЕСТАНДАРТИЗОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Технологические металлоконструкции и нестандартизованное оборудование изготовляют на специализированных заводах монтажных заготовок и металлоконструкций или в мастерских монтажных заготовок (ММЗ) монтажных организаций. В последнее время в связи с возросшим объемом работ по изготовлению технологических металлоконструкций в ММЗ создаются механизированные поточные линии.

В поточных линиях для изготовления листовых и решетчатых металлоконструкций оборудование размещается в последовательности выполнения производственных операций. Транспортирование деталей, узлов и элементов конструкций от станка к станку, от стенда к стенду осуществляется с помощью рольгангов, поворотных консольных кранов, кран-балок, мостовых кранов и т. п.

Один из наиболее распространенных вариантов механизированных поточных линий, применяемых в проектах производственных баз

Таблица XII—12

Марка стали болтов	Напряженное состояние и вид соединения	Номинальный диаметр резьбы, мм								
		12	14	16	18	20	22	24	27	30
		Площадь сечения нетто, см²								
		0,762	1,047	1,440	1,751	2,252	2,813	3,241	4,269	5,189
		Усилие, кН								
ВСт3 ВСт3кп ВСт5 09Г2 14Г2, 15ХСНД	Растяжение	12,9 14,5 15,2 17,5	17,8 19,9 20,9 24,0	24,4 27,4 28,8 33,2	29,7 33,2 35,0 40,3	38,2 42,7 45,0 51,8	47,7 53,4 56,2 64,7	55,0 61,5 64,8 74,5	72,5 81,1 85,4 98,2	88,0 98,5 103,8 119,3
ВСт3; ВСт3кп	Срез одиночный в одноболтовом соединении	17,0	23,0	30,2	38,3	47,1	57,0	67,8	86,0	106,0
ВСт5		18,1	24,6	32,2	40,8	50,3	60,8	72,4	91,6	113,0
ВСт3; ВСт3кп ВСт5	То же, в многоболтовом соединении	14,7 15,8	20,0 21,5	26,1 28,1	33,2 35,7	40,9 44,0	49,4 53,2	58,7 63,4	74,5 80,0	92,0 99,0
Марка стали соединяемых элементов конструкций Ст.3 Ст.4	Смятие при сумме $\Sigma\delta$ (в мм) толщин элементов, сминаемых в одном направлении									

	в одноболтовом соединении	6	27,4	31,9	36,5	41,0	45,6	50,2	54,7	61,6	68,4
		8	36,5	42,6	48,6	54,7	60,8	66,9	73,0	82,1	91,2
		10	45,6	53,2	60,8	68,4	76,0	83,6	91,2	102,5	114,0
		12	54,7	63,8	73,0	82,0	91,2	100,4	109,5	123,0	136,7
		14	63,8	74,5	85,2	95,8	106,4	117,0	127,5	143,5	159,5
		16	73,0	85,2	97,3	109,5	121,5	133,6	145,8	164,0	182,2
		18	82,0	95,7	109,5	123,0	136,7	150,3	164,0	184,5	205,0
		20	91,2	106,4	121,5	136,7	152,0	167,0	182,2	205,0	228,0
	в многоболтовом соединении	6	24,4	28,5	32,6	36,7	40,8	44,8	49,0	55,1	61,2
		8	32,6	38,1	43,5	49,0	54,4	59,8	65,3	73,4	81,6
		10	40,8	47,6	54,4	61,2	68,0	74,8	81,6	91,8	102,0
		12	49,0	57,1	65,3	73,4	81,6	89,7	98,0	110,0	122,2
		14	57,1	66,6	76,2	85,6	95,2	104,7	114,0	128,3	142,7
		16	65,3	76,2	87,0	98,0	108,7	119,5	130,5	146,8	163,0
		18	73,4	85,6	98,0	110,0	122,2	134,5	146,8	165,0	183,5
		20	81,6	95,2	108,7	122,2	136,0	149,5	163,0	183,5	204,0

Примечание. Допускаемые усилия на срез и смятие приведены для болтов с цилиндрическим стержнем (без подголовка) диаметром, равным номинальному диаметру болта. Допускаемые усилия на растяжение определены по площади сечения нетто болта, соответствующей наименьшему возможному внутреннему диаметру резьбы на болте $d_{вн} = d - 1{,}2296\,s$ (ГОСТ 9150—59*).

Таблица XII—13

Материал	Напряженное состояние и вид соединения	Усилие, кН								
		Номинальный диаметр резьбы, мм								
		12	14	16	18	20	22	24	27	30
		Площадь сечения стержня, см²								
		1,131	1,539	2,011	2,545	3,142	3,801	4,524	5,726	7,068
		Площадь сечения нетто, см²								
		0,762	1,047	1,440	1,751	2,252	2,813	3,241	4,269	5,189
Марка стали болтов										
ВСт3кп и ВСт3	Растяжение	12,9	17,8	24,4	29,7	38,2	47,7	55,0	72,5	88,0
	Срез, В	19,2	26,2	34,2	43,3	53,5	64,5	76,8	97,2	120,0
ВСт5	Растяжение	14,4	19,9	27,4	33,2	42,7	53,4	61,5	81,1	98,5
	Срез, В	20,4	27,7	36,2	45,9	56,5	68,3	81,4	103,0	127,0
09Г2	Растяжение	15,2	20,9	28,8	35,0	45,0	56,2	64,8	85,4	103,8
	Срез, В	22,6	30,8	40,2	50,9	62,8	76,0	90,5	114,0	141,0
14Г2 15ХСНД	Растяжение	17,5	24,0	33,2	40,3	51,8	64,7	74,5	98,2	119,3
	Срез, В	24,9	33,8	44,2	56,0	69,1	83,6	99,5	125,0	156,0
Марка стали соединяемых элементов конструкций	Смятие при сумме толщин $\Sigma\delta$ (в мм) элементов, сминаемых в одном направлении									
Ст.3	δ	27,4	31,9	36,5	41,0	45,6	50,2	54,7	61,5	68,4

Ст.4	8	36,5	42,5	48,6	54,7	60,8	66,9	73,0	82,1	91,2
	10	—	53,2	60,8	68,4	76,0	83,6	91,2	102,6	114,0
	12	—	63,8	73,0	82,1	91,2	100,3	109,4	123,1	136,8
	14	—	—	85,1	95,8	106,4	117,0	127,7	143,6	159,6
	16	—	—	—	109,4	121,6	133,8	146,0	164,2	182,4
	18	—	—	—	123,1	137,0	150,5	164,2	184,7	205,2
	20	—	—	—	—	—	167,2	182,4	205,2	228,0
Ст.5	6	29,5	34,4	39,4	44,3	49,2	54,1	59,0	66,4	73,8
	8	39,4	45,9	52,5	59,0	65,6	72,2	78,7	88,6	98,4
	10	49,2	57,4	65,6	73,8	82,0	90,2	98,4	110,7	123,0
	12	—	68,9	78,7	88,6	98,4	108,2	118,1	132,8	147,6
	14	—	—	91,8	103,3	114,8	126,3	137,8	155,0	172,2
	16	—	—	—	118,1	131,2	144,3	157,4	177,1	197,0
	18	—	—	—	—	—	162,4	177,1	199,3	221,4
	20	—	—	—	—	—	—	196,8	221,4	246,0
Сталь 10Г2С1, 14Г2, сталь 15ХСНД	6	37,4	43,7	49,9	56,2	62,4	68,6	74,8	84,2	93,8
	8	49,9	58,2	66,6	74,9	83,2	91,5	100,0	112,3	125,0
	10	—	72,8	83,2	93,6	104,0	114,4	124,8	140,4	156,0
	12	—	—	—	112,3	124,8	137,3	149,8	168,5	187,2
	14	—	—	—	—	145,6	160,2	174,7	196,6	218,4
	16	—	—	—	—	—	—	200,0	224,6	249,6
	18	—	—	—	—	—	—	—	252,7	280,0
	20	—	—	—	—	—	—	—	—	312,0

монтажных управлений, выполняющих механомонтажные работы на строительстве холодильников и холодильных установок, приведены на рис. XII—1.

Технология изготовления металлоконструкций и нестандартизованного оборудования включает операции по заготовке деталей, сборке, сварке и окраске их. Некоторые листовые металлоконструкции и нестандартизованное оборудование испытывают на плотность (баки для разведения рассола, поддоны воздухоохладителей и др.). Заготовка деталей объединяет технологические операции по правке металла, изготовлению шаблонов и разметке металла, резке и обработке кромок, гибке и вальцовке, штамповке, образованию сферических поверхностей и отверстий.

Для правки листовой и полосовой стали применяют листоправильные вальцы. В мастерских монтажных заготовок, где отсутствуют листоправильные вальцы, сталь правят вручную. Листы, имеющие большие дефекты, выбраковывают и используют для изготовления фланцев, косынок и т. п. Балки, швеллеры и угловую сталь правят на правильно-гибочных прессах. Прямолинейность металла после правки проверяют стальной линейкой. Зазор между линейкой и поверхностью металла вдоль проката не должен превышать 2 мм для листов толщиной 4—8 мм; 1,5 мм — для листов толщиной 9—20 мм; 1 мм — для листов толщиной свыше 20 мм. Поперек проката зазор не должен превышать 1 мм для любых толщин листовой стали. Кривизна после правки балок, швеллеров и угловой стали не должна превышать 1/1000 длины и быть не более 3 мм.

Размечают металл по шаблонам или непосредственно на металле. Для изготовления шаблонов применяют толь или пергамин кровельный, фанеру, пиломатериал хвойных пород и т. п. При изготовлении шаблонов для деталей сварных конструкций учитывают припуск по длине на усадку от сварки. Припуски на усадку сварных швов при изготовлении шаблонов для деталей решетчатых конструкций на каждый стык — 1 мм; узел — 0,75 мм. Для деталей листовых конструкций толщиной до 16 мм на каждый стыковой шов — 1 мм, кольцевой шов — 1,5 мм.

Режут металл на гильотинных ножницах, пресс-ножницах и дисковых пилах. Кислородную резку металла выполняют механизированными способами — автоматами и переносными полуавтоматами. Ручную кислородную резку допускается использовать при разрезании деталей из балок, швеллеров, труб большого диаметра и др., когда отсутствует соответствующее металлорежущее оборудование или мощность имеющегося оборудования недостаточна. Для резки легированных сталей применяют установки плазменной и кислородно-флюсовой резки.

Гибку (гнутье) заготовок в зависимости от радиусов кривизны и углов загиба выполняют в холодном или горячем состоянии. Гибку листовой стали производят на листогибочных станках и фрикционных прессах мощностью 100—300 т под необходимым углом — в пределах до 2,618 рад. Минимально допустимые величины радиусов кривизны при гибке и правке в холодном состоянии приведены в табл. XII—14.

Вальцовку листовой стали выполняют на трехвалковых вальцах. Изменяя положение верхнего валка, получают заданный радиус изгиба, при подъеме радиус увеличивается.

Штамповку (вырубку) косынок, шайб из листовой или полосо-

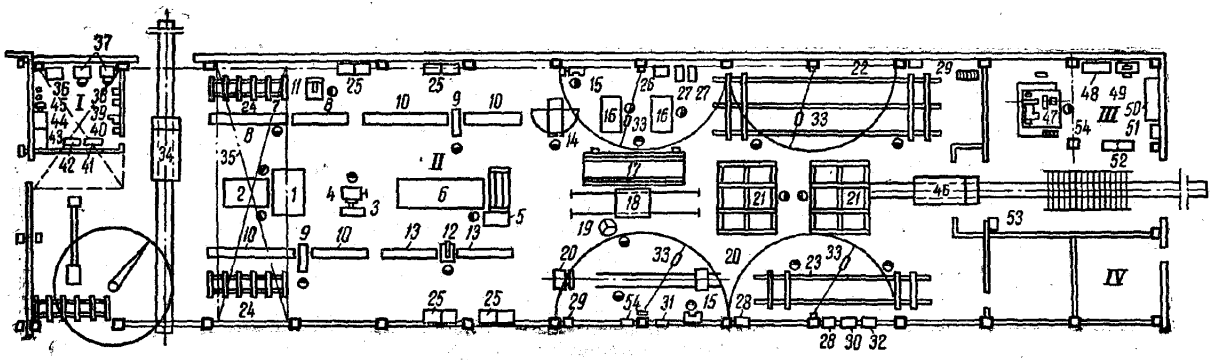
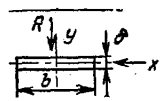
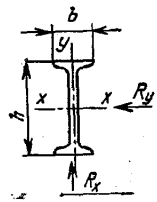
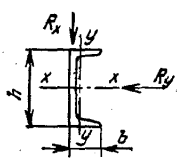
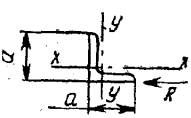
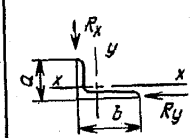
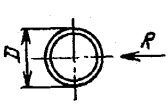


Рис. XII—1. План механизированной поточной линии для изготовления листовых и решетчатых металлоконструкций:

1 — ножницы гильотинные Н-477; *2* — стол роликовый к гильотинным ножницам; *3* — машина для газовой резки металла АСШ2; *4* — стол и машина АСШ2; *5* — вальцы листогибочные ЛВ16×2000; *6* — рольганг к вальцам; *7* — станок углоправильный; *8*—рольганг; *9* — пресс-ножницы комбинированные НБ-633; *10* — рольганг к пресс-ножницам; *11* — станок отрезной Н-1; *12* — станок вертикально-сверлильный 2А135; *13* — стол роликовый к станку 2А135; *14* — станок радиально-сверлильный 2П55; *15* — станок обдирочно-шлифовальный 3Б634; *16* — стол для сварки; *17* — роликовый стенд Т-30; *18* — тележка ГТ-2; *19* — сварочный манипулятор Т-25М; *20* — кантователь универсальный для сварки швов изделий в нижнем положении; *21* — стенд для сборки нестандартизированного оборудования; *22, 23* — козелки для сборки и сварки металлоконструкций; *24* — стол-накопитель для сортового металла; *25* — верстак слесарный; *26* — выпрямитель сварочный многопостовый ВКСМ-1000; *27* — преобразователь сварочный универсальный ПСУ-500; *28* — преобразователь сварочный передвижной ПСГ-500-1; *29* — сварочный трансформатор ТСК-500; *30* — автомат сварочный универсальный А-184(АБС); *31* — полуавтомат для сварки в среде защитных газов А-537У; *32* — полуавтомат для сварки открытой дугой А-765; *33* — установка консольная для полуавтоматической сварки; *34* — электротележка грузоподъемностью 50 кН; *35* — кран мостовой электрический общего назначения грузоподъемностью 100 кН с пролетом 16,5 м; *36* — электропечь для сушки электродов; *37* — стол для сварщика ССН-0,8×0,8; *38* — полуавтомат для дуговой сварки в среде защитных газов А-537у; *39* — полуавтомат для сварки открытой дугой А-765; *40* — сварочный трансформатор ТСК-500; *41* — преобразователь сварочный универсальный ПСУ-50; *42* — преобразователь сварочный передвижной ПСГ-500-1; *43* — настольно-токарный станок Т-65Д; *44* — верстак слесарный на два рабочих места; *45* — полуавтомат сварочный ПШ-54; *46* — электротележка во взрывозащищенном исполнении грузоподъемностью 50 кН; *47* — камера сушильная; *48* — стеллаж секционный металлический; *49* — шкаф для лакокрасочных работ металлический с вытяжкой; *50* — стол для подготовительных работ; *51* — ларь металлический для обтирочных материалов; *52* — стеллаж полочный металлический; *53* — установка безвоздушного распыления лакокрасочных материалов под высоким давлением УБР-2; *54* — электроталь во взрывозащищенном исполнении ВТЭ-5-911 грузоподъемностью 32 кН;

Таблица XII—14

Элемент	Эскиз	Относительно оси	Минимальный радиус при гибке $R_{мин}$	Минимальный радиус при правке $R_{мин}$
Лист		$x—x$	$R=25\ \delta$	$R=50\ \delta$
Двутавр		$x—x$ $y—y$	$R_x=25\ h$ $R_y=25\ b$	$R_x=50\ h$ $R_y=50\ b$
Швеллер		$x—x$ $y—y$	$R_x=25\ h$ $R_y=45\ b$	$R_x=50\ h$ $R_y=90\ b$
Уголок равнобокий			$R=45\ a$	$R=90\ a$
Уголок неравнобокий		$x—x$ $y—y$	$R_x=45\ a$ $R_y=50\ b$	$R_x=90\ a$ $R_y=90\ b$
Труба			$R=30D$	$R=60\ D$

вой стали и т. п. производят на эксцентриковых кривошипных прессах, пользуясь сменными штампами.

Отверстия в сопрягаемых элементах сверлят или продавливают. В мелких деталях отверстия сверлят на вертикально-сверлильных станках, в крупных деталях и узлах — на радиально-сверлильных станках.

Допускаемые отклонения в отверстиях под болты и заклепки приведены в табл. XII—15.

Таблица XII—15

Наименование отклонения	Диаметр отверстия, мм	Допускаемые отклонения, мм	Допускаемое количество отклонений в каждой группе отверстий	
			для углеродистой стали	для низколегированной стали
Отклонение диаметра отверстий под заклепки и болты	До 17	0; +1	Не ограничиваются	
	Более 17	0; +1,5	»	»
Отклонение овальности (разность между наибольшим и наименьшим диаметрами)	До 17	0; +1	»	»
	Более 17	0; +1,5	»	»
Отклонение завалов размером более 1 мм и трещин в краях отверстий	—	—	Не допускается	
Отклонение черноты (несовпадение отверстий в отдельных деталях собранного пакета)				
до 1 мм	—	—до 50%	Для заклепок до 10%	Для болтов до 50%
свыше 1 до 1,5 мм	—	— до 10%	Не допускается	До 10%

При сборке отдельные элементы (детали) устанавливают в проектное положение и закрепляют при помощи болтовых соединений или фиксируют в отдельных точках электроприхваткой.

При массовом изготовлении решетчатые конструкции собирают в специальных приспособлениях — кондукторах. При индивидуальном изготовлении решетчатых и листовых конструкций их собирают на стеллажах сборно-разборной конструкции.

При сборке металлоконструкций для сжимания сопрягаемых деталей применяют универсальные приспособления (струбцины, стяж-

ки из угольников и на крючках, клиновые приспособления и др.). При сборке деталей и элементов под сварку выдерживают допуски и зазоры, определяемые техническими условиями на изготовление металлоконструкций и ГОСТ 8713—58. Для удобства поворачивания конструкций во время сварки в нижнем положении применяют манипуляторы или кантователи.

Сварные швы по внешнему виду должны удовлетворять следующим основным требованиям: иметь гладкую или мелкочешуйчатую поверхность и плавный переход к основному металлу; наплавленный металл должен не иметь трещин и цепочек поверхностных пор; подрезы основного металла допускают глубиной до 0,5 при толщине стали до 10 мм и не более 1 мм при толщине стали свыше 10 мм.

Методы контроля сварных швов стальных конструкций приведены в табл. XII—16.

Таблица XII—16

Метод контроля	Тип конструкций
Наружный осмотр и измерение швов	Все типы конструкций
Испытание на плотность (одним из следующих методов), заполнение керосином выдержка под вакуумом химический метод (действие аммиака на азотнокислую ртуть и др.)	Резервуары, баки, цистерны и другие листовые конструкции при толщине металла до 16 мм включительно, швы которых должны быть герметичными
Испытание на плотность и прочность пневматическим, гидравлическим или газовым давлением	Резервуары, цистерны и другие сосуды. Испытательную среду и давление принимают в соответствии с указаниями дополнительных условий или проекта, в которых также приведены необходимые технические решения безопасного ведения работ

Допускаемые отклонения действительных размеров изготовленных металлоконструкций и нестандартизованного оборудования от проектных приведены в табл. XII—17.

Нормы расхода металлопроката на изготовление 1 т технологических металлоконструкций и нестандартизованного оборудования приведены в табл. XII—18.

Технологические металлоконструкции и нестандартизированное оборудование грунтуют перед отправкой на монтажную площадку в мастерских монтажных заготовок при положительных температурах механизированным способом. Материалами для грунтовки служат обычно густотертые краски и олифа. В случае необходимости конструкции маркируют устойчивым красителем яркого цвета (наносят номер рабочего чертежа, по которому велось изготовление, или шифр изделия по монтажной схеме).

Таблица XII—17

Наименование отклонения	Допускаемое отклонение	Примечание
Искривление сборочных деталей		
зазор между листом и стальной линейкой длиной в 1 м	1,5 мм	L — длина элемента
зазор между натянутой струной и обушком уголка, полкой или стенкой швеллера и двутавра	0,001L, но не более 10 мм	
Отклонение линий кромок листовых деталей от теоретического очертания		
при сварке встык	2 мм	Ступени в кромках в пределах допускаемых отклонений должны быть устранены зачисткой
при сварке внахлестку, втавр и в угол	5 мм	
Отклонение при гибке		
просвет между шаблоном и поверхностью свальцованного листа, полкой или обушком профиля, согнутого в холодном состоянии	2 мм	Длина шаблона (по дуге) 1,5 м
То же, согнутого в горячем состоянии	3 мм	
эллиптичность (разность диаметров) окружности в габаритных листовых конструкциях	0,005 D	D — диаметр окружности, мм
То же, монтажных стыках	0,003 D	

Таблица XII—18

Изделия	Нормы расхода металлпроката (в т) на изготовление 1 т технологических металлоконструкций и нестандартизованного оборудования	
	в мастерских монтажных заготовок	на монтажной площадке
Листовые конструкции индивидуального изготовления (течки, желоба, спуски и т. п.)	1,05	1,06
емкости	1,06	1,07
емкости и аппараты со встроенными устройствами	1,065	1,075
Решетчатые конструкции индивидуального изготовления		
из балок и швеллеров; каркасы, поддерживающие конвейеры и подвесные пути	1,04	1,05
опорные конструкции площадок для установки и обслуживания оборудования, этажерки, эстакады под трубопроводы	1,05	1,06
лестницы, площадки	1,04	1,05
мелкие конструкции индивидуального изготовления (решетки и т. п.)	1,04	1,05

МОНТАЖ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

Монтаж металлоконструкций производят в последовательности и способами, обеспечивающими устойчивость и неизменяемость смонтированной части конструкции на всех стадиях монтажа; устойчивость монтируемых элементов и их прочность при монтажных нагрузках; безопасность производства строительно-монтажных работ при работе по совмещенному графику.

Технологические металлоконструкции обычно монтируют параллельно с монтажом технологического оборудования (поточно-совмещенным способом). Поточно-совмещенный способ монтажа требует тщательной инженерной подготовки и организации строительно-монтажных работ. Подготовительные работы заключаются в тщательном изучении технической документации, приемке фундаментов и строительных конструкций по акту, проверке комплектности металлоконструкций, укрупнительной сборке элементов и др.

В состав технической документации, необходимой для монтажа

технологических металлоконструкций, входят монтажные чертежи, рабочий проект в стадии КМ и рабочие деталировочные чертежи (КМД), ППР на монтаж металлоконструкций и оборудования, СНиП III-В.5—62 и инструкция по монтажу стальных конструкций $\left(\frac{\text{МСН 246—70}}{\text{ММСС СССР}}\right)$.

Приемку фундаментов (мест опирания) под монтаж стальных конструкций производят до начала монтажных работ и оформляют актом (приложение 2).

Допустимые отклонения при приемке фундаментов (мест опирания) приведены в табл. XII—19.

Таблица XII—19

Наименование отклонения	Допустимое отклонение
Отклонение поверхности фундамента, выполненной согласно отметке опорных деталей	
по высоте	±5 мм
по уклону	1/1000
Отклонение верхней плоскости опорной плиты	
по высоте	±1,5 мм
по уклону	1/1500
Смещения анкерных болтов в плане, расположенных внутри контура опоры конструкции	5 мм
Отклонение отметки верхнего торца анкерного болта от проектной	+20; —0 мм
Отклонение длины нарезки анкерного болта	+30; —0 мм

При отсутствии сварочных отверстий монтажные соединения собирают под сварку, сваривая их прерывистым швом в местах расположения основных сварных швов.

Длина прерывистых швов в монтажных сварных соединениях, не воспринимающих монтажных нагрузок, должна быть не менее 10% длины проектных монтажных швов этого соединения, но не короче 50 мм.

Толщина (катет) прерывистых швов не должна превышать 6 мм, расстояния между швами должны быть равными 400—500 мм. Сварку прерывистым швом выполняют электродами тех же марок, какие используют при сварке конструкций.

При сборке монтажных узлов на болтах затяжку гаек на болтах проверяют щупом толщиной 0,2 мм, который не должен входить между соединенными поверхностями.

По окончании подготовительных работ приступают к монтажу технологических металлоконструкций. Укрупненные элементы устанавливают в проектное положение, проверяя при этом правильность установки. До освобождения крюка подъемного устройства конструкции надежно закрепляют строго в соответствии с ППР и рабочим проектом.

Таблица XII—20

Наименование отклонения	Допустимое отклонение
Поддерживающие конструкции подвесных путей и конвейеров	
Отклонения расстояний между осями	
главных балок	±5 мм
путевых балок	±3 мм
Стрела прогиба	
главных балок	$\frac{1}{400}l$
путевых балок	$\frac{1}{300}l$
Колонны	
Отклонение опорной поверхности колонны по высоте	±5 мм
Смещение осей колонн относительно разбивочных осей (в нижнем сечении)	±5 мм
Отклонение оси колонны от вертикали в верхнем сечении при высоте колонны до 15 м	15 мм
Стрела прогиба (кривизна) колонны	1/750 высоты колонны, но не более 15 мм
Ригели и прогоны	
Отклонение отметок опорных узлов ригелей	±20 мм
Стрела прогиба (кривизна) между точками закрепления участков сжатого пояса из плоскости ригеля или балки	1/750 величины закрепленного участка, но не более 15 мм
Отклонения расстояний между прогонами	±5 мм

При монтаже опорных рам под оборудование следят за горизонтальностью посадочных поверхностей и высотным положением рамы. При монтаже площадок для установки и обслуживания оборудования обеспечивают вертикальность стоек, горизонтальность и высотное положение площадки. Высоту установки опорных рам и стоек площадок регулируют при помощи металлических подкладок или клиньев. Высота набора подкладок или клиньев не должна превышать 60 мм. Металлические подкладки или клинья прихватывают между собой электросваркой и после выверки установки опорной рамы и площадки равномерно затягивают фундаментные болты.

Смонтированные стальные конструкции, закрываемые в процессе производства последующих работ (бетонирование и др.), подлежат промежуточной приемке с составлением актов на скрытые работы.

Допускаемые отклонения при монтаже стальных конструкций не должны превышать величин, приведенных в табл. XII—21.

ГЛАВА XIII

МОНТАЖ ПРИБОРОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Приборы автоматического управления и контроля служат для автоматического регулирования процессов получения холода, поддержания требуемых температурных режимов и контроля за работой холодильных уетановок, а также для защиты холодильной установки от аварийных режимов работы. К основным приборам относятся термометры, реле давления, манометры и мановакуумметры, регуляторы уровня, регуляторы перегрева, соленоидные вентили, а также реле контроля смазки и протока воды.

Термометры. Различают манометрические, электроконтактные стеклянные жидкостные, стеклянные контактные термометры. Манометрические термометры применяют для дистанционного измерения температуры. Принцип действия манометрического термометра основан на зависимости давления заполнителя термосистемы от температуры измеряемой среды. Изменение температуры контролируемой среды воспринимается заполнителем термосистемы через термобаллон и преобразуется в изменение давления, под действием которого манометрическая пружина через сектор перемещает показывающую стрелку шкалы прибора. При достижении заданного значения температуры контактная пара замыкается и выдается электрический сигнал.

При использовании электроконтактного термометра в качестве прибора защиты от высокой температуры перегрева паров аммиака термобаллон помещают в гильзу, вваренную в нагнетательный трубопровод у компрессора. Температурное реле ТР-200 обеспечивает противоаварийную защиту компрессора от повышения температуры нагнетания выше 110° С.

Принцип действия стеклянных жидкостных термометров расширения, а также ртутных контактных термометров основан на использовании изменения объема жидких тел. Различные коэффициенты объемного расширения жидкости в капиллярной трубке и стекла позволяют измерять температуру в широких пределах. Для измерения температур от —30 до 500° С в качестве термометрической жид-

кости применяют ртуть, а при более низких температурах (до —70° С) — этиловый спирт.

В стеклянных ртутных контактных термометрах, которые часто применяются в автоматизированных схемах, в капиллярную трубку впаяны два вольфрамовых проводника, а ртуть, перемещаясь в трубке, соединяет их, замыкает электрическую цепь и дает импульс.

При монтаже датчиков температуры чувствительный элемент полностью погружают в измеряемую среду, а на трубопроводе устанавливают защитную гильзу; датчик вблизи запорной арматуры не устанавливают, так как там нарушается нормальный поток измеряемой среды.

На трубопроводах диаметром 50 мм и выше чувствительный элемент устанавливают наклонно к оси трубы навстречу потоку. На трубопроводах бо́льших диаметров чувствительный элемент устанавливают перпендикулярно потоку, но при этом середина чувствительного элемента должна находиться на оси трубы. Датчики на вертикальных трубопроводах устанавливают только на восходящих потоках. Угол наклона датчика к восходящему потоку должен составлять 0,523 рад.

При монтаже датчиков на трубопроводах диаметром менее 70 мм в месте установки в трубопровод вваривают бочонок из трубы большего диаметра. Датчики устанавливают в отводах трубопровода также навстречу потоку.

При измерении температуры в неагрессивных средах (воде или хладоносителе) датчик устанавливают непосредственно в поток; в агрессивных средах, а также во всех случаях при больших скоростях потоков применяют защитные гильзы с максимально допустимой тонкой стенкой. Внутренний диаметр гильзы должен быть на 2—3 мм больше диаметра датчика; для улучшения теплообмена пространство между гильзой и датчиком заполняют веретенным маслом.

В местах ввода чувствительного элемента во избежание излома оставляют два-три свободных витка диаметром не менее 100 мм. Эти витки необходимы для свободного выхода элемента из гильзы. Капиллярную трубку крепят к трубе скобами через каждые 250—300 мм; при этом стараются не перегибать трубку.

Стеклянные ртутные термометры защищают оправой, которую изготовляют для лучшего освещения с двухсторонними пазами. Место ввода датчика на холодных трубопроводах изолируют вместе с трубопроводами. Поэтому в местах ввода оставляют выемку, достаточную для установки защитной гильзы.

Схемы монтажа датчиков температуры показаны на рис. XIII—1.

Реле давления. Они предназначены для автоматической защиты холодильных компрессоров от недопустимого повышения давления нагнетания и понижения давления всасывания. Прибор, как правило, состоит из двух блоков-сильфонов: блока низкого и блока высокого давления. Оба сильфона через систему рычагов воздействуют на один общий контакт. Принцип действия прибора основан на уравновешивании сил, создаваемых давлениями контролируемой среды на дно чувствительных элементов-сильфонов силами упругих деформаций регулировочных пружин. Реле имеют шкалы настройки давлений срабатывания блоков низкого и высокого давлений. Изменение заданного давления вызывает подачу импульса исполнительному механизму — магнитному пускателю компрессора.

Монтируют реле давления большей частью на холодильном агре-

гате или на щите регулирующей станции. Аммиачные реле давления присоединяют к холодильной установке стальными трубами диаметром 10×1,5 мм, а фреоновых — красномедными трубами диаметром 6×1 или 8×1 мм с помощью ниппелей и накидных гаек.

Манометры и мановакуумметры. Их используют в холодильных установках для измерения давления выше атмосферного и вакуума.

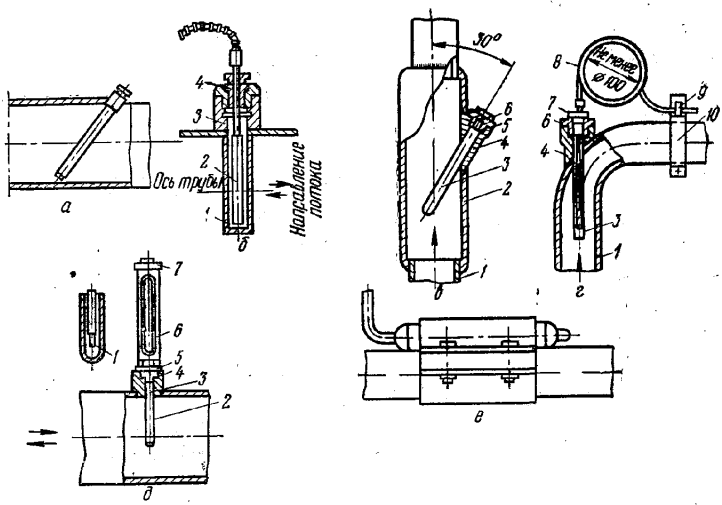


Рис. XIII—1. Схемы монтажа датчиков температуры на трубопроводах:

а — наклонно к оси горизонтального трубопровода; *б* — перпендикулярно оси горизонтального трубопровода: *1* — защитная гильза; *2* — термопары; *3* — бобышка; *4* — сальник; *в* — в бочонке; *г* — на отводе: *1* — трубопровод; *2* — бочонок; *3* — защитная гильза; *4* — бобышка; *5* — прокладка; *6* — резьбовая головка гильзы; *7* — сальник; *8* — капиллярная трубка; *9* — скоба; *10* — хомут; *д* — монтаж ртутного стеклянного термометра: *1* — активная часть термометра; *2* — защитная гильза; *3* — бобышка; *4* — резьбовая головка гильзы; *5* — прокладка; *6* — металлическая оправа; *7* — колпачок; *е* — крепление термопатрона к трубе

Наиболее распространены пружинные и пластинчатые манометры, чувствительным элементом которых являются стальные манометрические трубки или мембраны. Диаметры корпуса манометров — 100, 150 и 200 мм. На шкале манометров указывают давления и соответствующие им значения температур. Фреоновые манометры отличаются от аммиачных шкалой давлений и температур.

Диапазон шкал манометров холодильных машин приведен в табл. XIII—1.

В автоматизированных схемах применяют электроконтактные манометры (ЭКМ), устройство которых аналогично устройству электроконтактных термометров.

Манометры и мановакуумметры устанавливают непосредственно

Таблица XIII—1

Место установки	Хладагент	Диапазон давлений на шкале, МПа
Манометр на нагнетательной стороне (сторона высокого давления)	Аммиак Фреон-12	0—2,5 0—2,0
Манометр на всасывающей стороне (сторона низкого давления)	Аммиак	0—1,2
Мановакуумметр	Фреон-12	0—1,2

на компрессорах, аппаратах и трубопроводах, а также выносят на щит, где монтируют в вырезанных гнездах.

Места установки манометров на компрессорах и аппаратах обусловлены их конструкцией. При монтаже манометров на щите среда для измерения давления подводится по трубопроводам. Перед манометром устанавливают вентиль соответствующего диаметра и присоединяют его с помощью ниппелей и накидных гаек. На горизонтальных трубопроводах среду для измерения давления отбирают с верхних точек трубы.

Регуляторы уровня. На холодильных установках применяют двухпозиционные регуляторы уровня ПРУД. Двухпозиционный регулятор уровня (ПРУД) предназначен для автоматического поддержания постоянного уровня жидкости в сосудах и аппаратах, работающих под давлением аммиака, фреона-12, фреона-22, рассола и воды. Регулятор ПРУД состоит из поплавкового датчика уровня [1] и клапана двойного действия, соединенных трубкой. Клапанную часть устанавливают либо на входе жидкости в сосуд (регулятор низкого давления), либо на выходе жидкости из сосуда (регулятор высокого давления). Поплавковая часть (датчик) регулятора соединена жидкостной и паровой уравнительными трубками с сосудом или аппаратом, в котором нужно поддерживать уровень жидкости. При изменении уровня жидкости в сосуде и, следовательно, в датчике, поплавок с помощью рычага открывает или закрывает малый клапан. Через открытый малый клапан из надмембранной полости клапанной части выходит жидкость, и основной клапан открывается. При закрытом малом клапане в надмембранной полости давление повышается и основной клапан закрывается. В регуляторах низкого давления поплавок установлен так, что клапан открывается при понижении уровня, в регуляторах высокого давления — при повышении уровня.

[1] В приборах для измерения уровня жидкости используют также разницу в значениях электрической емкости системы: чувствительный элемент и измеряемая жидкость. Колебания уровня жидкости приводят к изменениям электрической емкости системы, которые улавливаются электронным блоком прибора, откуда через реле следует импульс для сигнализации. На этом принципе устроен электронный сигнализатор уровня (ЭСУ).

В отличие от ПРУД низкого давления, регулирующего уровень в сосуде подачей жидкости, приборы высокого давления ПРУДВ устанавливают на выходе из сосуда и регулируют уровень выпуском жидкости. ПРУДВ мало чем отличается от прибора низкого давления. Малый клапан в нем вынесен в форкамеру, присоединенную к крышке камеры. Форкамера выполнена в виде тройника, от которого отводится не только соединительная трубка к клапану, но и дополнительная — для сброса жидкости в сторону низкого давления.

Производительность регуляторов уровня определяется проходным сечением клапанной части. Техническая характеристика регуляторов уровня ПРУД приведена в табл. XIII—2.

Таблица XIII—2

Показатели	Регуляторы уровня			
	ПРУД-15	ПРУД-25	ПРУДВ-25	ПРУД-40
Датчик (камера)				
диаметр, мм	133	159	159	159
длина, мм	242	250	330	250
масса, кг	5,8	9,5	9,7	9,5
Клапанная часть				
длина, мм	135	160	160	170
ширина, мм	70	95	95	110
высота, мм	116	163	163	185
диаметр проходного сечения, мм	15	25	25	40
площадь проходного сечения, мм^2	176	490	490	1260

Поплавковую камеру регулятора ПРУД монтируют в непосредственной близости от аппарата или сосуда, где регулируют уровень. Расстояние между ними в свету должно быть не менее 250 мм (с учетом толщины изоляции). Камеру устанавливают так, чтобы ее середина совпала с регулируемым уровнем; при этом надпись на крышке прибора «верх» должна соответствовать положению камеры.

Горизонтальность положения камеры проверяют уровнем или отвесом. При монтаже камеры и основного клапана предусматривают возможность отключения их для ревизии и ремонта, для чего на соединяющих и питающих прибор трубопроводах устанавливают запорные вентили. Перед клапаном монтируют ручной регулирующий вентиль на случай выхода прибора из строя и фильтр.

Камеру с поплавком и основной клапан соединяют трубкой диаметром 10×1,5 или 14×1,5 мм. Длина трубки не должна превышать 10 м. Трубку прокладывают по возможности горизонтально с плавными отводами. Соединение трубки с камерой и клапаном ниппельное с накидными гайками. Камеру и клапан изолируют, за исключением крышки камеры и соединительной трубки.

Для защиты компрессора от гидравлического удара одновременно с ПРУД в схему включают прибор ПРУ-4, исполнительным механизмом которого служит магнитный пускатель компрессора.

ПРУ-4 устанавливают в непосредственной близости от сосуда, в котором регулируют уровень. Поплавковая камера прибора соединяется с сосудом по способу сообщающихся сосудов. Монтаж ПРУ-4 по высоте производят таким образом, чтобы положения нижнего и верхнего уровней срабатывания совпадали с заданными. Положения нижнего и верхнего уровня указаны на приборе индексами «НУ» и «ВУ».

Вертикальность установки прибора проверяют отвесом.

Соединение прибора с сосудом выполняют уравнительными трубопроводами из труб диаметром 57×3,5 мм методом сварки. При этом установленный и выверенный прибор соединяют с трубопроводами электросваркой прерывистым швом. Затем отсоединяют фланцы на приборе, производят сварку и снова собирают фланцевые соединения.

На этих трубопроводах устанавливают запорные вентили, позволяющие отключать прибор от сосуда для ремонта.

Регуляторы перегрева (ТРВ). Терморегулирующие вентили предназначены для автоматического регулирования подачи хладагента в испарители. Открытие вентилей определяется степенью перегрева паров, выходящих из испарителя к компрессору. Одним из основных элементов ТРВ является мембрана (стальная пластина для аммиака и томпаковая для фреона), которая находится под действием давления жидкости в термопатроне, прижатом к всасывающему трубопроводу, с одной стороны, и давления кипения — с другой. С мембраной связан шпиндель клапана, перекрывающего проходное сечение прибора. При уменьшении уровня жидкости в испарителе температура перегрева пара возрастает и соответственно возрастает давление в термочувствительном патроне. Под воздействием увеличившейся разности давлений мембрана перемещает шпиндель с клапаном и открывает проходное отверстие, через которое в испаритель начинает поступать жидкость из конденсатора или ресивера и дросселируется до давления кипения. Момент и степень открытия (температура перегрева) регулируют натяжением пружины.

Перед монтажом терморегулирующие вентили (ТРВ) осматривают: проверяют целостность чувствительного элемента и капиллярной трубки. ТРВ устанавливают в непосредственной близости от регулируемого объекта. Монтируют его на щитке, куда крепят хомутами, или на трубопроводе, питающем аппарат. Перед ТРВ на трубопроводе устанавливают фильтр.

Аммиачные и фреоновые ТРВ для крупных установок внешнеуровновешены (для исключения влияния на работу ТРВ гидравлических потерь в аппаратах). Уравнительную трубку вваривают во всасывающий трубопровод за чувствительным элементом, ближе к компрессору. Уравнительную трубку на горизонтальном всасывающем трубопроводе вваривают во избежание попадания в нее масла на верхней образующей трубы. В случае присоединении уравнительной трубки к вертикальному трубопроводу ее выполняют в виде направленной вверх петли. Уравнительную петлю не изолируют.

Чувствительный элемент прибора включают в трубопроводы погружением, для чего в местах включения предусматривают бочонки. Если такое включение по каким-либо причинам невозможно, то участок трубопровода в месте крепления чувствительного элемента для лучшего контакта тщательно зачищают наждачной бумагой. Если чувствительный элемент присоединяют к трубопроводу, то его пре-

дохраняют от возможных нежелательных влияний высоких температур. Схема установки ТРВ показана на рис. XIII—2.

Аммиачные ТРВ обычно не обеспечивают плотного закрытия проходного сечения после остановки компрессора. В связи с этим ТРВ дублируют соленоидным вентилем, который получает импульс от магнитного пускателя компрессора. Соленоидный вентиль устанавливают на трубопроводе до ТРВ.

Соленоидные мембранные вентили СВМ (рис. XIII—3) устанавливают на трубопроводах для аммиака, фреонов, хладоносителей и

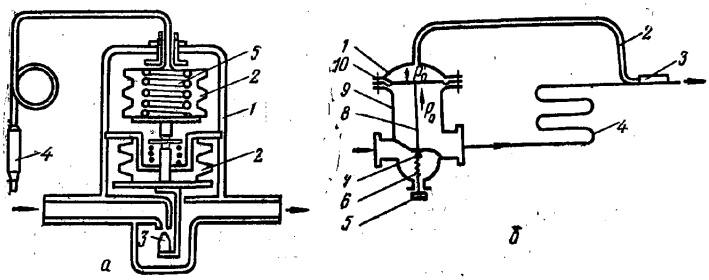


Рис. XIII—2. Схема установки терморегулирующего вентиля ТРВ:

а — сильфонного: *1* — корпус; *2* — сильфон; *3* — клапан; *4* — термочувствительный патрон; *5* — пружина; *б* — мембранного: *1* — крышка; *2* — капиллярная трубка; *3* — термочувствительный патрон; *4* — испаритель; *5* — винт; *6* — пружина; *7* — клапан; *8* — шток; *9* — корпус; *10* — мембрана

воды. Они являются исполнительными механизмами в автоматических схемах и управляются сигналами от чувствительных элементов или датчиков, в качестве которых используют некоторые из указанных выше приборов.

При подаче напряжения на катушку соленоидного вентиля возникает электрическое поле, которое втягивает сердечник и связанный с ним малый клапан. При этом давление над клапаном выравнивается с давлением под клапаном. Основной клапан разгружается от давления, которое его прижимало к седлу, и поднимается.

Соленоидные вентили устанавливают на горизонтальных участках трубопровода электромагнитом вверх. При этом движение среды должно быть направлено на клапан. Перед СВМ устанавливают фильтр, а для ремонта и замены их включают в схему запорные вентили до и после соленоидного вентиля.

Соленоидные вентили монтируют так, чтобы над ним было свободное пространство (около 100 мм) для смены катушки, а под СВМ — для отвинчивания колпачка устройства для ручного подъема основного клапана в случае выхода вентиля из строя.

Реле контроля смазки (РКС). Эти приборы служат для контроля за работой смазки в схемах автоматической защиты холодильных компрессоров. По существу РКС совмещает работу двух реле давления. К корпусу прибора присоединены две чувствительные системы, сильфоны которых тесно связаны между собой штоком.

На эти сильфоны действуют силы давления, разность которых контролируется. Нижняя чувствительная система соединяется с линией нагнетания масляного насоса, а верхняя — с картером компрессора. Давление в нижней системе больше, чем в верхней. Заданная разность давлений поддерживается масляным насосом и уравновешивается силой упругих деформаций пружины. Контакты прибора замкнуты.

При понижении перепада давления до величины, установленной на шкале, пружина через механическую связь размыкает контакты.

При монтаже РКС следует иметь в виду, что последний должен включаться через 25—30 с после включения компрессора, т. е. после

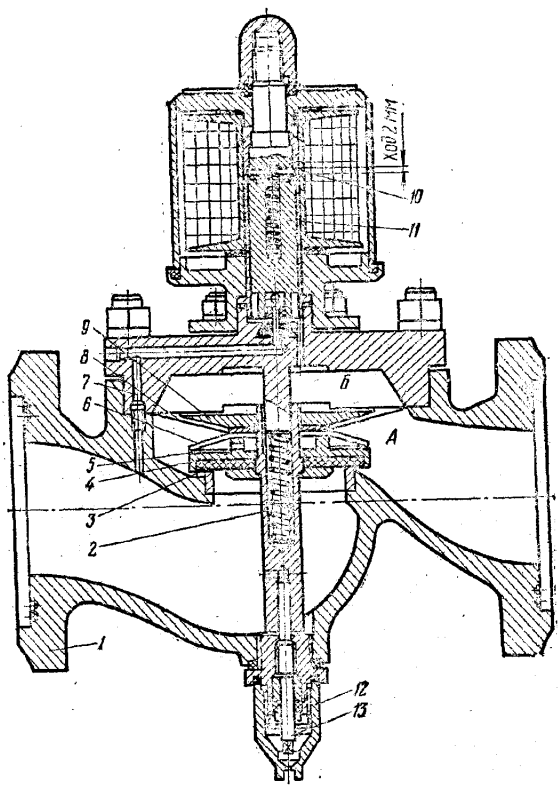


Рис. XIII—3. Соленоидный мембранный вентиль СВМ:

1 — корпус вентиля; *2* — стержень основного клапана; *3* — уплотнительная шайба; *4* — обойма основного клапана; *5* — кольцевая фильтрующая щель; *6* — фильтрующая шайба; *7* — крышка вентиля; *8* — мембрана; *9* — тарелка; *10* — диамагнитная трубка; *11* — сердечник электромагнита; *12* — колпачок устройства для ручного подъема основного клапана; *13* — винт ручного подъема основного клапана; *А* и *Б* — полости под и над мембраной

начала работы масляного насоса. Поэтому РКС включают через реле времени.

Монтаж РКС заключается в креплении корпуса к щиту регулирующей станции или к кронштейнам непосредственно у компрессорного агрегата. К прибору подводят давление в трубках диаметром 6×1 мм. Соединение ниппельное с накидными гайками. При отжатии накидных гаек во избежание повреждения вторым ключом фиксируют шестигранник штуцера прибора.

Реле протока воды (РП-12). Их используют для автоматической защиты компрессора от прекращения подачи воды в охлаждающие рубашки. Алюминиевый корпус прибора разделен мембраной на две части. В нижней проточной части проходит вода, а в верхней части расположены чувствительный элемент, клапан и микропереключатель. Функции чувствительного элемента выполняет мембрана. Давление воды, протекающей через корпус реле, перемещает мембрану и клапан, который прикреплен к ней.

Клапан воздействует на переключатель, контакты последнего замыкаются, в результате чего электрическая цепь магнитного пускателя становится подготовленной к запуску компрессора. Если движение воды прекращается, мембрана перемещается вниз и клапан размыкает контакты переключателя. Компрессор останавливается. Расход воды, необходимой для охлаждения компрессора, указывают в паспорте компрессора, и на этот расход поворотом регулировочного винта регулируют прибор. Максимальный расход воды при давлении 0,3 МПа — 2,5 м³/ч.

Прибор монтируют на горизонтальном участке трубопровода на сливе воды из рубашки компрессора крышкой кверху. Надписи «вход» и «выход» воды на приборе сверяют с направлением, указанным на чертеже. Трубы к прибору присоединяют на резьбе.

ГЛАВА XIV

ИСПЫТАНИЯ И СДАЧА СИСТЕМ СМОНТИРОВАННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК В ПРОИЗВОДСТВО ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ

Для испытания аммиачных систем пользуются сжатым воздухом, поступающим непосредственно от компрессора, фреоновых систем — инертным газом из баллонов с давлением 15 МПа через редуктор и буферную емкость.

ПОДГОТОВКА К ПУСКУ ВОЗДУШНОГО КОМПРЕССОРА И ЕГО ОБСЛУЖИВАНИЕ

Для проведения продувки и испытаний смонтированных аммиачных систем используют двухступенчатый воздушный компрессор ВК-25. Техническая характеристика компрессоров ВК-25 приведена в табл. XIV—1.

Компрессор может работать как при поступлении воды из магистрального трубопровода, так и на автономном оборотном водо-

Таблица XIV—1

Показатели	Компрессоры	
	ВК-25Э1	ВК-25Д
Производительность (по всасываемому воздуху), м³/мин	1,3	1,25
Рабочее давление воздуха на выходе из компрессора, МПа	2,5	2,5
Габаритные размеры, мм		
длина	1870	1760
ширина	7100	6900
высота	1410	1370
Масса, кг	1310	1055

снабжении (конструкция установки разработана ЦПКБ Главлегпродмонтажа).

При подготовке компрессора к пуску производят его внешний осмотр, проверяя крепление его ответственных узлов, компрессора и двигателя к раме.

Проверяют наличие масла в картере компрессора и его уровень. Уровень масла должен совпадать с верхней меткой на стержне масломера.

Подготавливают к пуску двигатель по инструкции завода-поставщика: открывают продувочные вентили на холодильниках I и II ступеней, разгрузочный вентиль, сообщающий нагнетательный воздухопровод компрессора с атмосферой, воздушные краники на водяной линии холодильника I и II ступеней, пускают воду, открыв вентиль на водопроводной линии.

С помощью ломика проворачивают маховик компрессора на 1—2 оборота.

При пуске двигателя проверяют, поступает ли вода в охлаждающую систему компрессора. По мере заполнения системы водой закрывают воздушные краники на холодильниках I и II ступеней, а также продувочные краны у холодильников.

Постепенно прикрывают разгрузочный вентиль, сообщающий нагнетательный трубопровод с атмосферой, следя за показаниями манометра.

Во время работы компрессора следят за уровнем масла в картере компрессора. Уровень масла не должен опускаться ниже отметки на указателе.

По мере надобности доливают масло в картер; следят за работой охлаждающей системы, определяя на ощупь температуру вытекающей воды.

Через каждые 30—40 мин производят продувку холодильников; следят за показаниями манометров на компрессоре, которые должны составлять для I ступени 0,4 МПа и для II ступени не более 2,5 МПа.

Следят за чистотой воздушного фильтра и за работой механизмов компрессора. При нормальной работе компрессора не должно

Таблица XIV—2

Неисправность	Причина	Способ устранения
Повышение промежуточного давления после I ступени	Поломка клапанной пластины или неплотность нагнетательного клапана II ступени	Разобрать клапан, устранить причину неплотности, заменить пластину
То же, с одновременным нагревом всасывающего патрубка II ступени	Поломка клапанной пластины или значительная неплотность всасывающего клапана II ступени	То же
Падение промежуточного давления после I ступени	Поломка клапанной пластины или значительная неплотность нагнетательного клапана I ступени	Притереть пластину или заменить
То же, с одновременным нагревом всасывающего патрубка I ступени	Поломка клапанной пластины или значительная неплотность всасывающего клапана I ступени	Разобрать клапан, притереть пластину или заменить
Стук в цилиндре	Сработались поршневые кольца	Заменить новыми
	Сработался палец, либо втулка верхней головки шатуна, либо втулки поршня	Заменить новыми
Внезапный сильный удар в цилиндре	Попадание в цилиндр постороннего предмета или воды	Немедленно остановить компрессор, устранить неисправность
Стук в клапанах	Поломка клапанной пластины пружины	Заменить новой

Продолжение табл. XIV—2

Неисправность	Причина	Способ устранения
Стук в картере	Большой износ в нижней головке шатуна	Произвести переподтяжку или перезалить шатун
Стук в маховике	Ослабла шпонка	Закрепить маховик прочно на валу. В случае необходимости заменить шпонку
	Сработались резиновые кольца пальцев муфты	Заменить резиновые кольца
Внезапный сильный удар в картере	Разрыв болта шатуна по причинам: корончатая гайка не зашплинтована при установке болта; во время ремонта установлены некачественные болты; болт при установке перетянут. Разрыв болта противовеса по причинам: плохой фиксации головки болта; во время ремонта установлены некачественные болты; при установке болт перетянут.	Не допускать указанных причин разрыва болтов шатуна и противовеса, так как такие разрывы приводят в большинстве случаев к тяжелым авариям

Продолжение табл. XIV—2

Неисправность	Причина	Способ устранения
Уменьшение производительности	Сломаны пластины или пружины у клапанов I ступени	Установить новые пластины или пружины
	Сработано седло клапана I ступени	Притереть или заменить седло
	Неправильно установлены клапаны I ступени. Плохо зажата прокладка	Вынуть клапаны. Проверить правильность сборки
	Между седлом и клапанными пластинами I ступени попали посторонние предметы	Вскрыть клапаны, протереть тщательно все детали. При обтирке пользоваться только чистой ветошью
	Заедание поршневых колец в канавках поршня	Устранить заедание, очистить и промыть кольца и канавки
	Сработались поршневые кольца	Заменить новыми
Повышение температуры воздуха, выходящего из холодильников	Засорились трубки холодильника, недостаточная подача воды	Прочистить и промыть трубки холодильника. Следить за нормальной подачей воды
Заметная вибрация компрессора и быстрый износ упругих колец муфты	Нарушена центровка агрегата	Проверить центровку агрегата
Большой расход масла	Сработались маслосъемные кольца	Заменить сработавшиеся маслосъемные кольца

быть слышно особых шумов и стуков, кроме свойственного компрессору нормального шума.

В случае появления какого-либо ненормального шума или стука, или сильного местного нагрева, свидетельствующего о ненормальной работе компрессора, последний останавливают немедленно, после чего выявляют и устраняют неисправность.

Для остановки компрессора снижают давление в системе до атмосферного при помощи разгрузочного вентиля, открывают продувочные краники на холодильниках I и II ступеней, спускают воду из системы охлаждения компрессора, если температура воздуха в помещении ниже 4° С.

Неисправности, причины и способы устранения их приведены в табл. XIV—2.

ПРОДУВКА И ПРОМЫВКА СИСТЕМ

Для очистки аппаратов, охлаждающих устройств и трубопроводов от окалины и других загрязнений производят продувку аммиачных систем сжатым воздухом, фреоновых — сухим инертным газом.

Перед продувкой снимают с трубопроводов приборы автоматического регулирования (терморегулирующие и соленоидные вентили, фильтры, диафрагмы и др.), отсоединяют от системы все трубки к приборам автоматического управления и контроля, извлекают сетки из фильтров, проверяют плотность набивки сальников вентилей, седла аммиачных вентилей густо смазывают солидолом.

Продувку системы производят параллельно с испытанием ее давлением с тем, чтобы использовать для продувки сжатый воздух, азот или углекислоту после испытания, поскольку испытание давлением и устранение неплотностей производят поэтапно, начиная с давления 0,3 и кончая 1,2—1,8 МПа.

Систему продувают через продувочные вентили, расположенные в нижних частях системы; целесообразно продувать систему через краны, которые специально для этой цели устанавливают за продувочными вентилями. Сначала с помощью вентилей плавно снижают давление до 0,5—0,6 МПа, а затем сразу открывают краны, и воздух, вытекающий с большой скоростью, выносит загрязнения наружу. Давление в конце продуваемого трубопровода должно быть не менее 0,3 МПа. Продувку выполняют в направлении от верхней части аппарата (охлаждающего устройства) к нижней.

Разветвленные системы продувают сначала по частям, выключив аппараты из продуваемой части трубопроводов (в целях предотвращения оседания в них грязи и ржавчины при первичных продувках трубопроводов), а после испытания и устранения неплотностей в частях системы, продувают всю систему.

При продувке по частям один конец испытываемой части системы отсоединяют от остальной системы и заглушают временно устанавливаемым вентилем. В отсоединенной части системы создают давление, обмыливают соединения, выявляют неплотности в них, после чего открывают вентиль для выхода загрязненного воздуха.

Продувку считают законченной, если на марле, белом картоне или стекле, смоченных маслом и закрепленных против выходного отверстия воздуха, не остается загрязнений. На продувку системы составляют акт за подписями представителей монтажной организации и заказчика.

Рассольную и водяную системы холодильной установки до испытания промывают водой. Систему заполняют водой из водопроводной сети; батареи заполняют водой снизу вверх с тем, чтобы выпустить воздух из воздухоспускных краников или пробок, установленных в верхних частях охлаждающих устройств. Затем включают рассольные насосы и начинают циркуляцию воды, которая выносит загрязнения к фильтрам и отстойникам, а также к временным фильтрам из стальной сетки с ячейками 1,5×1,5 мм, устанавливаемым на всасывающей стороне между фланцами насоса и трубопровода. Для увеличения скорости движения воды, улучшающей условия очистки при промывке, включают поочередно камеры или группы камер.

Промывку производят до тех пор, пока на фильтрах перестанут оседать загрязнения, и из обратного трубопровода не будет выходить чистая вода. На промывку рассольной (водяной) системы составляют акт по форме, аналогичной форме акта на продувку системы.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМ И СДАЧА В ПРОИЗВОДСТВО ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ

Холодильные системы с непосредственным охлаждением подвергают пневматическому испытанию на прочность и плотность: аммиачные — сжатым воздухом; фреоновые — сухим инертным газом (азотом, углекислотой) с точкой росы не выше —50° С.

Фреоновые установки, работающие под вакуумом, также испытывают после монтажа вакуумом при остаточном давлении не выше 5336 Па. Рассольную (водяную) часть установки испытывают гидравлическим давлением.

Холодильные системы испытывают при давлениях, приведенных в табл. XIV—3.

Аммиачные системы испытывают с помощью двухступенчатого воздушного компрессора типа ВК-25. Перед началом испытаний открывают все вентили системы, за исключением запорных вентилей компрессоров. Давление в системе поднимают постепенно. При достижении 0,4 и 0,6 испытательного давления приступают к осмотру системы для выявления больших утечек, явившихся следствием некачественной сварки стыков трубы и сборки болтовых соединений, неустановленных прокладок и других причин.

Места утечек воздуха определяют по характерному шипению или свисту и отмечают мелом. Дефекты устраняют при давлении, сниженном до атмосферного. После устранения дефектов давление постепенно повышают до испытательного (см. табл. XIV—3), при котором испытывают сторону всасывания. Затем отключают всасывающую сторону у регулирующего вентиля и доводят давление на нагнетательной стороне до испытательного. Перед контрольной проверкой системы на герметичность тщательно осматривают соединения трубопроводов и сальников запорной арматуры, а также качество вальцовки труб в трубных решетках кожухотрубных теплообменных аппаратов (при снятых крышках). Эти места покрывают мыльной эмульсией, наносимой мягкой кистью. Неплотности обнаруживают по пузырькам. Мыльную эмульсию готовят из расчета 100 г мыла на 1 л воды, нагретой до 50—60° С. Хорошее пенообразование создает раствор 10 г сухого лакричного экстракта в 1 л воды при температуре 40—60° С.

Таблица XIV—3

Испытание	Давление, МПа							
	Аммиак		Фреон-12		Фреон-22		Рассол	
	сторона всасывания	сторона нагнетания	сторона всасывания	сторона нагнетания	сторона всасывания	сторона нагнетания	сторона нагнетания	сторона всасывания
На прочность	1,8	1,2	—	—	—	—	—	—
На плотность (герметичность)	1,5	1,0	1,0	1,6	1,6	2,0	0,6	0,6

Примечание. К стороне всасывания относят элементы установки от регулирующего вентиля, испарителя до компрессора (элементы двухступенчатой установки, находящиеся под промежуточным давлением); к стороне нагнетания — от компрессора, конденсатора до регулирующего вентиля.

При отрицательных температурах наружного воздуха пользуются концентрированным раствором лакричного корня (1 кг сухого экстракта на 0,5 л теплой воды).

После устранения всех дефектов системы выдерживают под испытательным давлением. Результаты испытания на прочность считаются удовлетворительными, если в течение 5 мин не произошло падения давления по манометру. Затем давление постепенно снижают до давления испытания на плотность. Давление испытания на плотность должно выдерживаться не менее 12 ч. Давление фиксируют каждый час по манометрам класса точности не ниже 1,5 со шкалой 0—2,5 МПа. При воздушном испытании системы добавлять аммиак в воздух запрещается. При вакуумировании системы ее оставляют под вакуумом в течение 18 ч при давлении 5336 Па. Давление фиксируют через каждый час. В первые 6 ч допускается повышение давления до 50%. В остальное время вакуум должен оставаться постоянным.

При испытании фреоновых установок систему выдерживают под давлением (или вакуумом) в течение 18 ч. После первых 6 ч давление или вакуум могут изменяться только на величину, соответствующую изменению температуры окружающего воздуха.

Перед испытанием рассольной системы открывают все задвижки на распределительных коллекторах и на трубопроводах в камерах, отключают сливные и ставят заглушки на переливных трубопроводах. Испытательное давление создают гидравлическим прессом с электрическим приводом. Обнаруженные во время испытания де-

фекты устраняют после снижения давления и удаления воды. Затем испытания производят вновь.

Система считается выдержавшей испытание, если испытательное давление 0,6 МПа не снижается в течение 15 мин. Систему с охлаждающими батареями и трубопроводами из стеклянных труб испытывают давлением 0,35—0,4 МПа в течение 20 мин. Падение давления и течи в соединениях не допускаются.

Водяную часть кожухотрубных и элементных конденсаторов, а также трубопроводы ледяной воды испытывают в такой же очередности и таким же испытательным давлением. После окончания испытаний воду из системы сливают, а для удаления остатков воды продувают систему сжатым воздухом под давлением 0,3 МПа.

По окончании пневматического и гидравлического испытаний систем составляют и подписывают соответствующие акты после чего приступают к производству изоляционных работ.

После завершения изоляционных работ рабочая комиссия осматривает смонтированное оборудование и коммуникации, а также проверяет выполненные монтажные работы и оформляет акт передачи холодильной установки в производство пусконаладочных работ.

ГЛАВА XV

ПОДГОТОВКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ

Пусковые и наладочные работы выполняют специалисты наладочных организаций с целью освоения проектной мощности объектов (достижения проектных температур) в нормативные сроки с выпуском качественной продукции в заданном ассортименте при запланированных технико-экономических показателях.

Пусковые и наладочные работы выполняют в объеме типовых составов работ действующих ценников и прейскурантов Министерства пищевой промышленности СССР, Министерства мясной и молочной промышленности СССР, Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР и др. Типовой состав пусковых и наладочных работ по согласованию сторон может быть изменен в большую или меньшую сторону.

В комплекс работ по пуску и наладке холодильной установки входит наладка холодильного, технологического, энергетического оборудования, а также систем вентиляции, кондиционирования воздуха, автоматического контроля и управления. В производство пусконаладочных работ оборудование принимают после окончания его монтажа и монтажа коммуникаций, выполнения всех строительных, монтажных и специальных строительных работ в соответствии с проектом, а также устранения заказчиком выявленных дефектов проекта, оборудования и монтажа его.

Приемку оборудования производят на стадии опробования на холостом ходу, а технологических трубопроводов после испытаний на прочность и плотность. Приемку оборудования и коммуникаций в наладку оформляют соответствующим актом.

Допускается производство пусконаладочных работ по совме-

щенному графику параллельно с производством строительно-монтажных работ.

Начало и окончание, сроки поэтапного выполнения пусковых и наладочных работ по объектам определяют календарным планом работ, составленным в соответствии с графиком завершения строительно-монтажных работ и ввода объекта в действие.

Все работы по наладке оборудования и пуску холодильных установок осуществляет персонал пусконаладочной организации. В отдельных случаях для выполнения пусконаладочных работ привлекают персонал заказчика, который ведет работы под руководством ответственных инженерно-технических работников пусконаладочной организации. В этом случае персонал заказчика временно переводят в распоряжение пусконаладочной организации, которая производит выплату заработной платы временно переведенным работникам заказчика.

Устранение дефектов проекта (оборудования, монтажных работ), выявленных в процессе пусконаладочных работ выполняет заказчик силами проектного института (завода-изготовителя, монтажной организации).

Работы по комплексному опробованию холодильного оборудования, его пуску и наладке выполняют за счет средств основной деятельности по особой смете на предпусковое опробование оборудования. Наладочные работы по оборудованию, находящемуся в эксплуатации, производят за счет средств предприятия.

В состав пусконаладочных работ включают также ревизию оборудования и запорно-регулирующей арматуры, если оно бездействовало свыше одного года. В этом случае составляют отдельную смету.

Смету на производство пусконаладочных работ составляет заказчик и согласовывает с наладочной организацией. Составляют сметы по ценникам и прейскурантам, разрешенным к пользованию соответствующими министерствами и ведомствами. За отдельную плату смету на производство пусконаладочных работ составляют пусконаладочные организации.

На производство пусконаладочных работ наладочная организация заключает подрядный договор с заказчиком, который регулирует их отношения и определяет взаимные обязательства.

Приложением к договору являются: утвержденная смета на производство пусконаладочных работ; справка об обеспечении финансирования; календарный план выполнения работ.

Подрядный договор на производство пусконаладочных работ должен быть заключен не позднее чем за 1,5—2 мес. до начала работ.

При несогласии с теми или иными пунктами договора, его «особых условий», календарного плана или других приложений к договору заказчик подписывает договор с протоколом разногласий. Один экземпляр договора подряда и два экземпляра протокола разногласий (если он составлен) в указанный выше срок заказчик направляет подрядчику.

В течение 10 дней со дня получения договора с протоколом разногласий подрядчик и заказчик принимают меры к урегулированию разногласий. Если соглашение не достигнуто, спорные вопросы передаются на разрешение вышестоящих организаций сторон.

До начала пусконаладочных работ заказчик передает наладочной организации документацию: комплект рабочих чертежей холо-

дильной, технологической и сантехнической частей проекта, а также проект на монтаж систем автоматизации (на допущенные отступления от проекта предъявляются письменные согласования проектной организации);

паспорта и руководства по монтажу, наладке и эксплуатации холодильного и подъемно-транспортного оборудования, а также приборов автоматического управления и контроля (документация заводов-изготовителей); журналы производства монтажных и сварочных работ и авторского надзора со стороны проектного института, заполненные согласно требованиям СНиП Ш. Г. 10—66; акты о готовности фундаментов (оснований) к производству монтажных работ; акты на скрытые работы; акты на предмонтажную ревизию оборудования, запорно-регулирующей арматуры и контрольно-измерительных приборов, проведенную силами монтажной организации или заказчика; акты приемки оборудования, арматуры и приборов в монтаж по внешнему осмотру. Перечень дефектов оборудования, арматуры и приборов, выявленных монтажной организацией или заказчиком в процессе приемки или производства монтажных работ; акты на продувку систем трубопроводов; акты испытания оборудования и технологических трубопроводов на плотность и прочность; акты проведенных испытаний оборудования вхолостую; зарегистрированные паспорта и разрешение на ввод в эксплуатацию объектов подведомственных Госгортехнадзору.

До начала пускового периода эксплуатационный персонал заказчика обучается специальности и технике безопасности, а при необходимости проходит практику на родственных предприятиях отрасли. Дальнейшее повышение квалификации эксплуатационного персонала по освоению практических навыков обслуживания закрепленных машин (агрегатов) может быть поручено наладочной организации.

К началу пусконаладочных работ заказчик устраняет в согласованные сроки дефекты строительно-монтажных работ, оборудования и проекта;

снабжает объект хладагентом, хлористым кальцием (натрием), вспомогательными материалами, электроэнергией, водой и т. п. в необходимых количествах; создает необходимые условия для выполнения пусковых и наладочных работ и комплексного опробования установки.

В состав мероприятий по организационно-технической подготовке и наладке, осуществляемой пусконаладочной организацией, входят:

составление, согласование и утверждение технологической записки на производство пусконаладочных работ, состоящей из следующих разделов: последовательность производства пусконаладочных работ; график производства работ с определением трудовых затрат, потребности и движения квалифицированных специалистов с учетом круглосуточного дежурства наладчиков и обслуживающего персонала на отдельных машинах (аппаратах, агрегатах); потребность в инструментах, приспособлениях и контрольно-измерительных приборах; мероприятия по безопасному производству работ;

ознакомление с объектом, технической документацией, производство проверочных расчетов, составление ведомостей дефектов и недоделок, допущенных заводами-изготовителями, проектными институтами, монтажными и строительными организациями;

техническая помощь и контроль за устранением выявленных дефектов и недоделок, обеспечение мероприятий по технике безопасности, охране труда и пожарной безопасности;

составление скорректированных принципиальных схем и эксплуатационных инструкций для каждого рабочего места с последующей их проработкой персоналом, обслуживающим оборудование;

подбор и укомплектование бригады наладчиков квалифицированными специалистами;

оснащение бригады наладчиков необходимыми инструментами, приспособлениями и контрольно-измерительными приборами; специальные инструменты, поступившие вместе с оборудованием от завода-изготовителя на время работы, заказчик передает наладочной организации.

Количественный состав бригады наладчиков зависит от мощности холодильной установки, объема и фронта наладочных работ и сроков ввода установки в эксплуатацию.

ГЛАВА XVI

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОИЗВОДСТВЕ ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ

Основными этапами производства пусконаладочных работ являются: ознакомление с объектом, проектно-сметной и технической документацией; проверка соответствия проекту выполненных механомонтажных работ; ревизия, пуск, обкатка машин, продувка и испытание холодильных систем и др.

ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ОБЪЕКТОМ, ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ

При ознакомлении с объектом, проектно-сметной и технической документацией изучают: состав пускового комплекса; проектное задание с дополнениями и изменениями; рабочие чертежи холодильной и технологической частей проекта; монтажно-технологические схемы и монтажные чертежи теплотехнических, сантехнических и других трубопроводов, обеспечивающих работу холодильного и технологического оборудования, паспорта на оборудования заводов-изготовителей.

При изучении проектно-сметной документации определяют возможность достижения нормальной и бесперебойной работы холодильной установки при утвержденном пусковом комплексе, количество хладагента и холодоносителя, заполняющих систему, количество смазочных материалов, воды и др. Особое внимание обращают на расположение рабочих мест относительно обслуживаемого и окружающего оборудования, строительных конструкций с целью определения удобства обслуживания с соблюдением правил безопасности и промсанитарии. В процессе изучения документации оценивают недостатки и достоинства проекта. В период ознакомления с объектом проверяют качество и соответствие техническим условиям выполненных монтажных работ, фундаментов и опорных конст-

рукций. Дефекты, выявленные за время осмотра и приемки, включают в ведомость дефектов и недоделок, подлежащих устранению строительно-монтажными организациями.

ПРОВЕРКА СООТВЕТСТВИЯ ПРОЕКТУ ВЫПОЛНЕННЫХ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Проверке подвергают правильность расположения оборудования в натуре согласно проекту соответствие ТУ и правилам техники безопасности. Кроме того, проверяют соответствие проекту количества, марок и производительности установленного оборудования: компрессоров — по номинальной холодопроизводительности (в Вт), конденсаторов, теплообменников и испарителей — по маркам или типам (конструкции) и площади поверхности охлаждения (в м^2); маслоотделителей, отделителей жидкого аммиака, промежуточных сосудов, грязевиков, осушителей, фильтров — по диаметрам входных и выходных патрубков (в мм); ресиверов по емкости (в м^3); маслосборателей — по диаметру корпуса (в мм); охлаждающих батарей — по конструкции и площади поверхности охлаждения (в м^2); трубопроводов — по технологическому назначению (аммиачные, фреоновые, рассольные, водяные), наружному диаметру и толщине стенок (в мм), материалу, технической характеристике (сварные, бесшовные) ГОСТам; арматуры — по диаметру условного прохода, марке (шифру по каталогу), материалу и технологическому назначению (аммиачная, рассольная и т. п.); центробежных насосов — по маркам, производительности в м^3/ч, напору водяного столба в Па и технологическому назначению (аммиачные, рассольные, водяные);

вентиляторов — по маркам, конструкции, производительности в м^3/ч и напору водяного столба в Па; воздухоохладителей, кондиционеров, скороморозильных аппаратов (агрегатов) и других потребителей холода по маркам, поверхности, производительности и т. п. При проверке определяют правильность выполнения всего комплекса холодильной установки в целом, взаимной увязки элементов установки между собой, разделения систем непосредственного охлаждения по температурам испарения, возможности взаимной заменяемости работы компрессоров на разные температуры испарения, подключения трубопроводов к аппаратам и охлаждающим устройствам (другим потребителям холода).

При возникновении сомнений в достоверности проектных решений правильность расчетов его по отдельным элементам оборудования проверяют по формулам и данным сводной таблицы проекта расхода холода по отдельным камерам и нагрузкам на оборудование.

Соответствие холодопроизводительности одноступенчатых компрессоров суммарному расходу холода, вычисленному в проекте по температурам испарения (нагрузка на компрессор)

$$Q_{раб} = Q_{ном} \frac{g_w}{g_{w\,ном}} \cdot \frac{\lambda_o}{\lambda_{o.ном}}, \qquad (XVI\text{-}1)$$

где $Q_{раб}$ — холодопроизводительность компрессора при рабочих условиях, Вт;

$Q_{ном}$ — номинальная (гарантийная) холодопроизводительность компрессора при номинальных стандартных условиях работы холодильной установки, Вт;

q_ω — объемная холодопроизводительность 1 м³ хладагента при рабочих условиях (подбирают по табличным данным);

$q_{\omega ном}$ — объемная холодопроизводительность 1 м³ хладагента при стандартных условиях работы установки (для аммиака — 613,5 Вт/м³, для фреона — 369,5 Вт/м³);

$\frac{\lambda_о}{\lambda_{о.ном}}$ — отношение коэффициентов подачи компрессора при рабочих и стандартных условиях.

Коэффициент подачи λ — отношение количества хладагента, действительно поданного в час компрессором, к количеству, которое он мог бы засосать и подать в систему при удельном объеме пара, соответствующем состоянию его перед всасывающим патрубком компрессора при полном использовании рабочего объема компрессора (в м³/ч)

$$\lambda = \frac{W_а}{W_п}, \qquad (XVI\text{-}2)$$

где $W_а$ — объем хладагента, действительно подаваемого компрессором, м³/ч;

$W_п$ — объем хладагента, теоретически подаваемый компрессором, м³/ч.

В указанном уравнении коэффициент подачи выражают отношением действительной холодопроизводительности к теоретической холодопроизводительности при данных температурах испарения и конденсации

$$\lambda = \frac{Q_{действ}}{Q_{теорет}}. \qquad (XVI\text{-}3)$$

Усредненные коэффициенты подачи для наиболее часто применяемых аммиачных и фреоновых вертикальных, V-образных и ротационных аммиачных компрессоров в зависимости от отношения давления конденсации $p_к$ к давлению испарения $p_и$ приведены в табл. XVI—1.

Нагрузку на конденсатор $Q_{конд}$ определяют по формуле

$$Q_{конд} = Q_{компр} + 632N_i, \qquad (XVI\text{-}4)$$

где $Q_{компр}$ — холодопроизводительность компрессора;

N_i — индикаторная мощность, расходуемая компрессором.

Индикаторную мощность аммиачных и фреоновых компрессоров определяют по формуле

$$N_i = \frac{g(i_2 - i_1)}{860\left(\frac{T_0}{T_к} + lt_0\right)}, \qquad (XVI\text{-}5)$$

где g — количество циркулируемого холодильного агента, кг/ч;

i_2 — теплосодержание хладагента в конце сжатия компрессором, ккал/кг;

Таблица XVI—1

Отношения давления конденсации к давлению испарения хладагента	Значения коэффициента подачи компрессоров		
	аммиачных вертикальных и У-образных прямоточных поршневых	аммиачных ротационных типа РАБ	фреоновых вертикальных и У-образных прямоточных поршневых
3	—	—	0,75
4	0,8	0,73	0,70
5	0,78	0,70	0,65
6	0,74	0,66	0,60
7	0,69	0,63	0,57
8	0,64	0,60	—
9	0,59	0,56	

Примечание. Значения давления конденсации паров хладагента $p_к$ и давления испарения $p_и$ в зависимости от температур конденсации и испарения подбирают по таблицам, помещенным в справочниках по холодильной технике.

i_1 — то же, в начале сжатия, ккал/кг;

$\frac{T_о}{T_к}$ — коэффициент подогрева;

l — коэффициент; для аммиачных вертикальных компрессоров $l=0{,}001$; для аммиачных горизонтальных компрессоров $l=0{,}002$; для фреоновых вертикальных компрессоров $l=0{,}025$;

t_0 — температура кипения хладагента.

Требуемую площадь поверхности охлаждения конденсаторов и испарителей в ($м^2$) определяют по формуле

$$F = \frac{Q}{q}, \qquad (XVI\text{-}6)$$

где F — площадь поверхности охлаждения конденсатора или испарителя, $м^2$;

Q — нагрузка на конденсатор или испаритель, Вт;

q — удельная теплоотдача (теплосъем) одного квадратного метра конденсатора, $кВт/м^2$.

Ниже приведены значения q (в $кВт/м^2$) для конденсаторов и испарителей.

Конденсаторы

аммиачные кожухотрубные, горизонтальные КТГ	4,64
вертикальные КТВ	2,9
оросительные МКО	4,64
оросительно-испарительные ИК . . .	4,8

фреоновые из медных труб кожухотрубные КТР	9,28
Испарители	
аммиачные кожухотрубные горизонтальные ИКТ	2,32
аммиачные открытые вертикальные трубные и панельные И-ИВ, ИП . .	3,48
фреоновые кожухотрубные из стальных труб ИТГ, ИТР	2,9
То же из медных труб ИТГ, ИТР . .	4,8—6,96

Примечания. Значения удельного теплосъема приняты: для конденсаторов при подогреве охлаждающей воды на 5° С; для испарителей при разности температур между хладагентом и теплоносителем 5° С и скорости движения теплоносителя 1 м/с.

Требуемую площадь поверхности охлаждающих батарей в камерах холодильника и воздухоохладителей (в м²) определяют по формуле

$$F = \frac{Q_{кам}}{K\Delta t}, \qquad (XVI\text{-}7)$$

где $Q_{кам}$ — тепловая нагрузка на батареи в данной камере или воздухоохладителе, Вт;

K — коэффициент теплопередачи стенок труб или оребренной поверхности труб, Вт/(м²·К);

Δt — разность температур испарения хладагента (рассола) и воздуха в камерах или воздухоохладителе (обычно 10° С).

Усредненные коэффициенты теплопередачи наружной поверхности аммиачных батарей однорядных и двухрядных из оребренных труб диаметром 38 и 57 мм с высотой ребра 45 мм принимают по табл. XVI—2 из гладких труб диаметром 57 мм — по табл. XVI—3.

Для рассольных батарей значения коэффициентов теплопередачи принимают в размере 90% от значений коэффициентов для аммиачных батарей, приведенных в табл. XVI—3.

Объем циркулирующего через воздухоохладитель воздуха (в м³/ч), равный суммарной производительности вентиляторов воздухоохладителя, определяют по формуле

$$V = \frac{Q}{\gamma (i_1 - i_2)}, \qquad (XVI\text{-}8)$$

где Q — тепловая нагрузка воздухоохладителя;

γ — плотность воздуха камеры;

i_1 — энтальпия (теплосодержание) воздуха, поступающего в воздухоохладитель;

i_2 — энтальпия воздуха, выходящего из воздухоохладителя.

Таблица XVI—2

Температура воздуха в камере, °С	Коэффициент теплопередачи K, кВт/(м²·°С)							
	для потолочных батарей				для пристенных батарей			
	однорядных с шагом ребер, мм		двухрядных с шагом ребер, мм		4-трубных с шагом ребер, мм		7-трубных с шагом ребер, мм	
	30 (35,7)*	20	30 (35,7)*	20	30 (35,7)*	20	30 (35,7)*	20
0	5,91	5,1	5,57	5,1	4,64	4,06	4,29	3,71
—20	4,64	4,17	4,4	3,94	3,59	3,25	3,36	3,02

* В скобках указан шаг ребер для труб диаметром 57×3,5 мм.

Таблица XVI—3

Температура воздуха в камере, °С	Коэффициент теплопередачи K, кВт/(м²·°С)				
	для потолочных однорядных батарей	для пристенных однорядных батарей с числом труб			
		6	10	14	18
0	9,74	9,74	10,67	11,95	13,92
—20	6,96	6,96	7,54	8,58	9,86

Примечание. Коэффициенты теплопередачи для батарей с верхней подачей жидкого аммиака при 25—30%-ном заполнении труб принимать равными 0,9 значений, приведенных в табл. XVI—2, XVI—3.

Разность температур воздуха у входа и выхода из воздухоохладителя обычно принимают 3—4° С.

Производительность рассольного насоса в зависимости от количества рассола, циркулирующего в системе, определяют по формуле

$$V = \frac{Q_0}{\gamma C_p (t_2 - t_1)}, \qquad (XVI\text{-}9)$$

где V — производительность рассольного насоса;
Q_0 — тепловая нагрузка испарителя;
γ — плотность рассола заданной концентрации;
t_1 — температура рассола при выходе из испарителя;
C_p — теплоемкость при заданной концентрации и температуре рассола;
t_2 — температура рассола при входе в испаритель.

Разность температур $\Delta t = t_2 - t_1$ принимают равной 2—3° С.

Производительность водяных циркулирующих насосов (в м³/ч)

$$V = \frac{Q_к}{(t_1 - t_2)\,1000}, \qquad (XVI\text{-}10)$$

где V — производительность водяных циркулирующих насосов;
$Q_к$ — тепловая нагрузка конденсатора;
t_1 — температура теплой воды, отходящей от конденсатора;
t_2 — температура охлажденной воды, подаваемой к конденсатору.

Разность $t_1 - t_2$ в зависимости от температуры наружного воздуха колеблется в пределах от 2 до 5° С.

Диаметр корпуса маслоотделителей, отделителей жидкого аммиака и промежуточных сосудов проверяют по формуле

$$D_{корп} = \sqrt{\frac{4W}{\pi v \cdot 3600}}, \qquad (XVI\text{-}11)$$

где $D_{корп}$ — диаметр корпуса, м;
W — объем паров хладагента, проходящих через аппарат, м³;
V — скорость прохождения паров хладагента через корпус аппарата; для маслоотделителей, отделителей жидкого аммиака и промежуточных сосудов $v = 0{,}5$ м/с.

Нормальное давление в промежуточном сосуде холодильной установки двухступенчатого сжатия с достаточной для практических целей точностью определяют по формуле

$$P_{п.с} = \sqrt{P_{конд} P_{исп}}, \qquad (XVI\text{-}12)$$

где $P_{конд}$ и $P_{исп}$ — давления конденсации и испарения ступени низкого давления.

Правильность принятых в проекте диаметров трубопроводов проверяют по формуле XI—1, принимая оптимальные скорости движения сред в них по табл. XVI—3.

ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА И СООТВЕТСТВИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ ВЫПОЛНЕННЫХ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

При проверке соответствия техническим условиям выполненных механомонтажных работ руководствуются требованиями, изложенными в СНиП III—31—74; III—Г.10.2—62; III—Г.10—3.—69; III—Г.9—62, правилами техники безопасности на аммиачных холодильных установках, правилами техники безопасности на фреоновых холодильных установках, правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, Госгортехнадзора СССР.

Особое внимание обращают на соответствие и правильность установки предохранительных и обратных клапанов, запорной арматуры, фланцев, уровнедержателей и напородержателей, отделителей жидкого аммиака и др. Проверяют наличие, качество и правильность

установки скорлуп (прокладок) под оборудованием и изолированными трубопроводами.

Проверяют соблюдение уклонов самоциркулирующих аммиачных батарей конструкции ВНИХИ. Уклон от задней части к переднему коллектору должен быть не менее 25 мм при длине батарей 15 м и свыше 4 мм на 1 м батареи, если проектом не предусмотрены другие величины уклонов.

Коллекторы двухрядных аммиачных потолочных батарей с верхней подачей аммиака конструкции Гипрохолода должны располагаться выше верхнего ряда труб (на 100—120 мм между осями коллектора и батарей) строго горизонтально и иметь внутри устройство для равномерного распределения жидкого аммиака по трубам.

Проверяют наличие диафрагм в трубопроводах в местах подвода жидкого аммиака в батарею (вверху) у каскадных аммиачных пристенных батарей конструкции Гипромясо.

Холодные трубопроводы хладагентов и теплоносителей не должны быть смонтированы рядом или пересекаться в непосредственной близости с горячими трубопроводами.

Проверяют правильность монтажа трубопроводов по технологическому назначению, сопряжения их, соблюдения допускаемых уклонов, подключения к аппаратам и трубопроводам, отсутствие жидкостных «мешков» на газовых (в особенности всасывающих) трубопроводах, а также наличие предусмотренных проектом врезок в трубопроводы для установки контрольно-измерительных приборов и приборов автоматического управления и контроля.

Проверяют окраску трубопроводов, которая должна быть следующих цветов: аммиачные всасывающие — синие, жидкостные — желтые, нагнетательные — красные; фреоновые всасывающие — синие; нагнетательные — красные; жидкостные — алюминиевого цвета; рассольные подающие — серые; обратные — серые; водяные подающие — зеленые, обратные — зеленые.

Направление движения среды в трубах должно быть указано стрелками на всех магистральных трубопроводах.

При проверке соответствия техническим условиям и качества монтажа отдельных машин (агрегатов), сосудов и аппаратов руководствуются техническими требованиями — допусками, приведенными в главах VI — X справочника.

Контролируют акты на продувку (промывку) и испытание на прочность и герметичность смонтированных холодильных систем.

РЕВИЗИЯ, ПУСК, ОБКАТКА МАШИН, ПРОДУВКА И ИСПЫТАНИЕ ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМ

Ревизию, пуск и обкатку компрессоров на холостом ходу, а также холодильной части скороморозильных агрегатов (аппаратов), льдогенераторов, фризеров для мороженого и других потребителей холода перед наполнением холодильных систем хладагентом и хладоносителем проводит наладочная организация.

К началу ревизии, пуска и холостой обкатки машин (агрегатов, аппаратов) должны быть завершены: устройство чистых полов и отделочные работы в помещениях компрессорного (машинного) и аппаратного цеха (отделения) с уборкой мусора; электромонтажные и сантехнические работы; монтаж и опробование системы маслосмазки,

водяного охлаждения и канализации; установка и подключение всех приборов автоматического управления и контроля, а также контрольно-измерительных приборов, имеющих паспорт и клеймо проверки текущего года, удостоверяющие их исправность и точность показаний.

Ревизию компрессоров, насосов, аппаратов и холодильной части технологического оборудования — потребителей холода — выполняют в последовательности и с соблюдением допусков, приведенных в главах VI — X справочника.

До обкатки компрессоров получают от заказчика акт о подготовке электродвигателей компрессоров к пуску (о просушке обмотки, надлежащем состоянии изоляции обмотки, заземлении и холостой обкатке электродвигателей отдельно от компрессоров).

В процессе обкатки компрессоров и другого оборудования должны принимать участие электромонтеры заказчика.

В период подготовки компрессора к обкатке выполняют следующие работы: проверяют затяжку всех резьбовых соединений; заполняют маслом масляный бак, картер и камеры подшипников через фильтрующие сетки и марлю до контрольных отметок на маслоуказателях (применяют марку масла, указанную в паспорте-формуляре завода-изготовителя); проверяют свободное вращение вала (ротора) ручным приводом на 1—2 оборота; проверяют величину линейного вредного пространства согласно указаниям в паспортах заводов-изготовителей и монтажных формулярах; снимают клапаны и крышки цилиндров; промывают маслопроводы центральной смазки от пускового маслонасоса путем прокачки масла, минуя подшипники; заполняют маслом от лубрикатора системы смазки цилиндров и сальников, проверяют подачу масла ко всем местам смазки (при наличии индивидуального привода маслонасоса); проверяют нормальное и бесперебойное охлаждение агрегата (с обеспечением необходимых температур и давления воды), а также срабатывание вручную защитных устройств.

Продувку (промывку) и испытание холодильных систем на прочность и герметичность производят в соответствии с последовательностью и техническими требованиями, приведенными в главе XIV.

ЗАПОЛНЕНИЕ ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМ ХЛАДАГЕНТОМ И ХЛАДОНОСИТЕЛЕМ

Систему наполняют хладагентом после того, как полностью окончены строительно-монтажные работы, испытаны на холостом ходу компрессоры, насосы, вентиляторы, испытаны на прочность и плотность все аппараты, охлаждающие устройства и трубопроводы по нормам и в соответствующем порядке (глава XIV).

Подготовку к заполнению и процесс заполнения выполняют в полном соответствии с правилами техники безопасности на аммиачных холодильных установках и правилами техники безопасности на фреоновых холодильных установках.

Холодильную установку заполняют, начиная с рассольной системы. Рассол готовят в баках и перемешивают его методом барботирования воздуха под давлением 0,2—0,3 МПа, поступающего от воздушного компрессора, или при помощи циркуляционного рассольного насоса. Характеристика растворов хлористого натрия и хлористого кальция приведена в табл. XVI—4.

Таблица XVI—4

Плотность при 15° С, кг/л	Содержание соли на 100 частей раствора	Температура замерзания рассола, °С
Раствор хлористого натрия		
1,0	0,1	0,0
1,06	8,3	—5,4
1,11	4,9	—11,0
1,14	18,8	—15,1
1,16	21,2	—18,2
1,17	22,4	—20,0
1,175	23,1	—21,2
Раствор хлористого кальция		
1,0	0,1	0,0
1,06	7,2	—3,7
1,08	9,4	—5,2
1,13	14,7	—10,2
1,15	15,3	—12,7
1,17	15,9	—15,7
1,20	21,0	—21,2
1,22	23,8	—25,7
1,28	29,9	—50,1
1,286	30,1	—55,0

Концентрацию рассола измеряют стеклянным ареометром. При измерении ареометр не должен касаться стенок и дна сосуда с пробой раствора. Отсчет ведут по нижнему краю мениска рассола. Для замедления коррозирующего действия рассолов добавляют на 1 м³ рассола 30 кг каустической соды и 20 кг двухромовокислого калия либо 160 г гексаметафосфата. Количество рассола, необходимого для заполнения системы, определяют, суммируя емкости испарителей, трубопроводов и охлаждающих устройств. Приготовленный очищенный рассол требуемой концентрации направляют при помощи рассольного насоса в систему, из которой по мере наполнения удаляют воздух через воздухоспускные краники. О заполнении рассольной системы составляют акт.

Перед наполнением системы аммиаком ее предварительно освобождают от воздуха с помощью аммиачного компрессора. Для этого открывают все вентили в системе, кроме тех, которые имеют сообщение с атмосферой. Запорный вентиль на нагнетательной стороне компрессора закрывают, а фланец отсоединяют от фланца компрессора для выброса отсасываемого воздуха из системы.

Перед началом отсоса воздуха из системы извлекают сетку из корпуса грязевика, устанавливаемого у компрессора на всасывающем патрубке и обвязывают ее несколькими слоями редкой ткани (бязью), смоченной маслом, и вновь вставляют ее в корпус грязевика для предотвращения попадания грязи в цилиндры компрессора.

Конденсаторы кожухотрубные горизонтальные			Конденсаторы кожухотрубные вертикальные		Испарители кожухотрубные горизонтальные		
	емкость, м³					емкость, м³	
марка	межтрубного пространства	трубного пространства	марка	емкость межтрубного пространства, м³	марка	межтрубного пространства,	трубного пространства
10КТГ	0,16	0,078	50КТВ	1,12	ИКТ-32	0,15	0,18
20КТГ	0,32	0,15	75КТВ	1,27	ИКТ-40	0,52	0,2
25КТГ	0,39	0,17	100КТВ	1,8	ИКТ-50	0,7	0,27
32КТГ	0,52	0,19	125КТВ	2,2	ИКТ-65	0,88	0,34
40КТГ	0,53	0,25	150КТВ	2,64	ИКТ-90	1,14	0,48
50КТГ	0,7	0,32	250КТВ	3,64	ИКТ-110	0,6	0,63
65КТГ	0,88	0,4			ИКТ-140	2,1	0,76
90КТГ	1,26	0,51			ИКТ-180	2,64	0,95
110КТГ	1,58	0,72			ИКТ-250	3,8	1,35
140КТГ	2,0	1,02			ИКТ-300	4,5	1,56
180КТГ	2,5	1,23					
250КТГ	3,5	1,77					
300КТГ	4,1	2,0					

Примечание. Емкость ресиверов (в м³) определяют по

Таблица XVI—5

Испарители панельные			Промежуточные сосуды		Отделители жидкого аммиака	
	емкость, м³					
марка	по аммиаку	по рассолу	марка	емкость, м³	марка	емкость, м³
20ИП	0,114	1,55	40ПС$_3$	0,22	70ОЖ^г	1,5
30ИП	0,169	1,65	60ПС$_3$	0,67	100ОЖ^г	1,17
40ИП	0,223	2,0	80ПС$_3$	1,15	125ОЖ^г	1,8
60ИП	0,333	2,74	100ПС$_3$	1,85	150ОЖ^г	2,5
90ИП	0,497	3,33	120ПС$_3$	3,3	200ОЖ^г	2,6
120ИП	0,501	7,5				
180ИП	0,744	9,42				
240ИП	1,00	10,33				
320ИП	1,34	13,5				

цифре, стоящей перед (или после) марки ресивера.

Перед заполнением аммиаком систему тщательно вакуумируют до устойчивого остаточного давления 13330 Па. Вакуумирование производят аммиачными компрессорами с выбросом воздуха наружу через штуцер на нагнетательном коллекторе. Для этой цели открывают все вентили на магистралях и аппаратах и закрывают нагнетательные вентили на компрессорах, с помощью которых отсасывают систему. Количество аммиака для первоначального наполнения системы определено проектом холодильной установки. В противном случае количества аммиака рассчитывают, исходя из емкости (табл. XVI—5), а также норм заполнения аппаратов, охлаждающих устройств и трубопроводов, приведенных в табл. XVI—6.

Перед заполнением проверяют сертификат на аммиак, который должен удовлетворять требованиям ГОСТ 6221—52 и содержать не более 0,2% влаги. Заряжают систему аммиаком через наполнительный вентиль регулирующей станции. Баллоны с аммиаком проверяют, взвешивают (до опорожнения их и после) на весах, расположенных недалеко от наполнительного коллектора и присоединяют к штуцерам наполнительного коллектора посредством трубок диаметром 10×2 или 14×2 мм с приваренными ниппелями и накидными гайками. Баллоны располагают на козелках в наклонном положении для ускорения слива аммиака.

После подключения баллонов к наполнительному коллектору на наполнительном трубопроводе открывают регулирующие и запорные вентили от регулирующей станции, вентили на аммиачных баллонах и сливают аммиак в ближайший испаритель или камеру с батареями непосредственного охлаждения до выравнивания давления в испарителе или батареях камеры и баллонах.

После выравнивания давления в системе и баллонах, дальнейшее наполнение производят путем отсоса из испарительной системы паров аммиака компрессором, нагнетания и сжижения их в конденсаторе и слива в линейный ресивер (ресиверы). В этих целях компрессор и конденсатор подготавливают к работе под нагрузкой и при пуске подают охлаждающую воду в рубашки цилиндров компрессоров и конденсаторы.

В первую очередь наполняют аммиаком аппараты (конденсаторы, испарители, ресиверы), после чего заполняют батареи непосредственного испарения в камерах и жидкостные трубопроводы.

Степень заполнения жидким аммиаком аппаратов определяют визуально по обмерзанию (отпотеванию) змеевиков охлаждающих устройств, секций (кожухов) испарителей, сигнальных труб (у изолированных аппаратов — отделителей жидкости, промежуточных сосудов).

При наполнении системы аммиаком из баллонов степень заполнения им аппаратов и устройств охлаждения определяют также количеством впущенного в данный аппарат аммиака, которое контролируют, взвешивая баллоны.

Аппараты и охлаждающие устройства наполняют аммиаком последовательно (по одному аппарату) и постепенно, выявляя по запаху и индикаторной бумаге пропуски аммиака в соединениях, которые немедленно устраняют. При больших утечках аммиака немедленно прекращают наполнение, отсасывают (если это необходимо) аммиак из аппарата (батарей), устраняют неисправности, отсасывают воздух, после чего продолжают наполнение.

По мере заполнения системы аммиаком для более интенсивного

Таблица XVI—6

Аппараты, трубопроводы	Заполнение емкости аммиаком, %
Испарители	
кожухотрубные	80
вертикальные трубные	80
змеевиковые и панельные	50
Конденсаторы	
кожухотрубные	Полный объем ресиверной полости обечайки
элементные противоточные оросительные испарительные	Полный объем сборников жидкого аммиака
Ресиверы	
линейные	50
циркуляционные	30—40
дренажные	0
Переохладители	100
Отделители жидкости	
имеющие общий уровень с испарителями	20
не имеющие общего уровня	0
Промежуточные сосуды вертикальные	30
Маслоотделители барботажного типа	30
Охлаждающие батареи	
потолочные и пристенные при насосных системах с нижней подачей аммиака	70
потолочные и пристенные при насосных системах с верхней подачей аммиака из оребренных труб	25
то же, из гладких труб	15
потолочные и пристенные при безнасосных схемах	70
Воздухоохладители при насосных схемах	
с нижней подачей аммиака	75
с верхней подачей аммиака	50
Скороморозильные аппараты непосредственного охлаждения	80
Трубопроводы жидкостные	100

отсасывания, а следовательно, и зарядки подключают постепенно остальные компрессоры, которые одновременно с заполнением работают на охлаждение камер.

Крупные холодильные установки наполняют аммиаком из железнодорожных аммиачных цистерн. Цистерну подают возможно ближе к машинному отделению холодильника, подклинивают башмаками, ограждают средствами, исключающими наезд на нее какого-либо транспорта и переносными предупредительными сигналами.

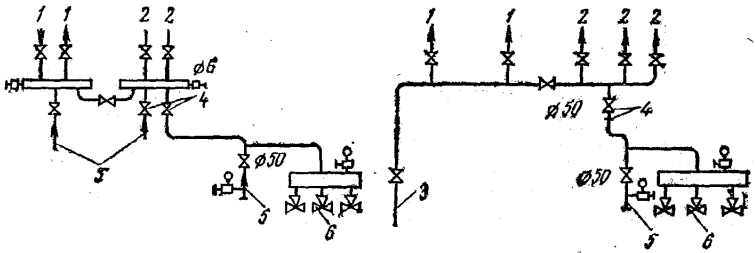


Рис. XVI—1. Схемы присоединения аммиачной цистерны и баллонов к холодильной установке:

1 и *2* — жидкостные трубопроводы холодильных камер; *3* — жидкостной трубопровод от конденсатора; *4* — запорные вентили, пломбируемые в закрытом положении; *5* — жидкостная магистраль от цистерны; *6* — вентили для присоединения аммиачных баллонов

Подключению и зарядке аммиака из цистерны предшествует подготовка, заключающаяся в осмотре и приемке цистерны с составлением соответствующего акта, прокладка временного сливного трубопровода из катаных труб диаметром 57×3,5 мм, на котором устанавливают манометр и два запорных вентиля. Сливной трубопровод присоединяют с помощью гибкого резинового шланга к вентилю на цистерне диаметром 80 мм, на верхней кромке которого выбита буква «ж» (жидкостный).

Окончание полного слива определяют по падению давления в цистерне и оттаиванию жидкостного трубопровода. При частичном сливе количество оставшегося аммиака определяют по показателю уровня аммиака на цистерне. Технология слива аммиака из цистерны и заполнения им системы холодильной установки аналогична описанной выше при заполнении системы из баллонов.

Схемы присоединения аммиачных цистерн и баллонов к холодильным системам для наполнения аммиаком показаны на рис. XVI—1.

Перед наполнением фреоном систему полностью освобождают от влаги. Фреон-12 с содержанием влаги не более 0,0006% по массе при 0° С должен удовлетворять ГОСТ 8501—57, а фреон-22 с содержанием влаги не более 0,0025% по массе — ГОСТ 8502—57.

Чтобы удалить пары влаги, содержащейся в воздухе, отсасывают воздух из системы после освобождения ее от инертного газа при помощи вакуум-насоса до остаточного давления 1333 Па и при этом

остаточном давлении отсос производят в течение 2—4 ч. При таком вакууме систему выдерживают в течение 24 ч.

До заполнения холодильной системы фреоном убеждаются в том, что в баллонах содержится соответствующий фреон. Проверку производят по сертификатам, а также по давлению при температуре баллона, равной температуре окружающего воздуха. Перед проверкой баллоны хранят в определенном помещении не менее 6 ч. Зависимость давления фреона от температуры приведена в табл. XVI—7.

Таблица XVI—7

t, °С	$p_{изб}$, МПа		t, °С	$p_{изб}$, МПа		t, °С	$p_{изб}$, МПа	
	фреон-12	фреон-22		фреон-12	фреон-22		фреон-12	фреон-22
—40	—	0,004	—10	0,120	0,260	17	0,428	0,756
—39	—	0,010	—9	0,129	0,273	18	0,443	0,780
—38	—	0,015	—8	0,137	0,286	20	0,475	0,832
—37	—	0,020	—7	0,145	0,300	22	0,508	0,886
—36	—	0,026	—6	0,154	0,314	24	0,543	0,942
—35	—	0,032	—5	0,163	0,329	26	0,579	1,0
—33	—	0,044	—4	0,172	0,343	28	0,617	1,06
—31	—	0,058	—3	0,181	0,359	30	0,655	1,123
—30	—	0,065	—2	0,191	0,375	32	0,696	1,189
—28	0,008	0,079	—1	0,201	0,391	34	0,737	1,257
—26	0,018	0,095	0	0,211	0,407	36	0,781	1,327
—25	0,023	0,103	2	0,232	0,441	38	0,827	1,399
—23	0,034	0,119	4	0,255	0,479	40	0,874	1,476
—21	0,045	0,138	6	0,278	0,515	42	0,923	1,555
—20	0,051	0,148	8	0,303	0,554	44	0,973	1,636
—18	0,063	0,167	10	0,328	0,396	46	1,026	1,72
—16	0,076	0,189	12	0,355	0,639	48	1,079	1,807
—15	0,083	0,200	14	0,383	0,684	50	1,135	1,90
—13	0,097	0,223	15	0,397	0,707			
—11	0,112	0,247	16	0,412	0,731			

Перед заполнением системы фреоном в испаритель подают масло. Зарядку маслом производят через вентиль манометра испарителя: трубопровод манометра отключают от вентиля и к нему подключают временный наполнительный трубопровод, заполненный маслом; другой конец наполнительного трубопровода опускают в бак с маслом, которое под действием атмосферного давления поступает в вакуумированную полость испарителя. При наполнении маслом, следят, чтобы воздух не попал в систему через наполнительную трубу, для чего конец трубы опускают на 100—150 мм ниже уровня масла в

баке. Трубу вынимают из бака при закрытом вентиле на испарителе. Количество заряжаемого масла определяется проектом или заводом-изготовителем.

Испаритель наполняют фреоном с помощью отожженной медной трубки или шланга из маслобензостойкой резины, испытанных на прочность и герметичность (давлением 2,5 МПа для фреона-22 и 2,0 МПа для фреона-12), через наполнительный вентиль на испарителе при закрытых вентилях на жидкостном трубопроводе от конденсатора к регулирующей станции. Перед заполнением фреоном пускают воду или рассол на испаритель.

После зарядки маслом давление в испарителе повышается. При давлении 0,25 МПа приступают к заполнению системы фреоном. Если давление в испарителе не поднялось до 0,25 МПа, первоначально систему наполняют газообразным фреоном, при этом баллон с фреоном устанавливают в вертикальное положение вентилем вверх.

При повышении давления в испарителе до 0,35—0,4 МПа пускают воду в конденсатор и охлаждающую рубашку компрессора, открывают нагнетательный вентиль на трубопроводе у компрессора, вентили на всасывающем трубопроводе, включают компрессор и отсасывают фреон из испарителя в конденсатор постепенно и осторожно, открывая всасывающий вентиль у компрессора. При понижении давления в испарителе до 0,25 МПа останавливают компрессор, не прекращая подачу воды в конденсатор и испаритель, продолжают наполнение системы под давлением фреона в баллоне и вновь пускают компрессор при повышении давления в испарителе до 0,35—0,4 МПа.

При наполнении баллоны взвешивают до и после опорожнений. Количество фреона, подлежащее вводу в систему, определяется проектом или паспортом машины.

В течение всего процесса наполнения системы фреоном, начиная с первоначального впуска в систему, проверяют на утечку фреона течеискателем типа ГТИ или галоидной лампой и при выявлении неплотностей в соединениях немедленно устраняют их, приостанавливая при необходимости процесс наполнения. О заполнении системы хладагентом и маслом составляют акт.

ГЛАВА XVII

ОСОБЕННОСТИ НАЛАДКИ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ОБЩЕЗАВОДСКОГО И ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В настоящей главе приведены особенности наладки центробежных насосов для транспортирования рассола и воды, аммиака, конвейеров и подвесных путей, блок-картерных, а также горизонтальных поршневых компрессоров, ротационных и винтовых компрессоров и кондиционеров.

Центробежные насосы для транспортирования рассола и воды. В процессе наладки проверяют герметичность соединений, особенно тщательно на всасывающей стороне, а также соосность валов насоса и электродвигателя,

Таблица XVII—1

Неполадки и их признаки	Способ устранения
Насос не подает воду	
насос и всасывающая линия при пуске не залиты	Залить насос и всасывающий трубопровод
приемный клапан негерметичен и не держит воду (после заливки уровень воды падает)	Разобрать приемный клапан, собрать и проверить, держит ли он воду
всасывающая линия негерметична	Уплотнить всасывающую линию в местах пропуска (проверка может быть осуществлена гидроиспытанием всасывающего трубопровода)
через сальник проходит воздух	Перебить сальник
направление вращения насосов неправильное	Установить правильное вращение насоса
Подача воды постепенно уменьшается, совершенно неравномерно, или прекращается	
уровень воды падает больше предусмотренного	Углубить насос с тем, чтобы высота всасывания не превышала допустимого
уровень воды падает настолько, что возможен подсос воздуха	То же, или уменьшить производительность, или работать с перерывами
приемная сетка недостаточно глубоко опущена в воду	То же, или удлинить всасывающую трубу
насос подает неравномерно, то больше, то меньше жидкости, негерметичность всасывающего трубопровода или сальника	Уплотнить трубное соединение, а сальник подтянуть или сменить
приемная сетка, трубопровод и насос забиты грязью	Очистить элементы от грязи
напряжение упало и насос не дает полного числа оборотов	Поднять напряжение
насос совершенно прекратил подачу вследствие резкого увеличения высоты всасывания	Уменьшить производительность или углубить насос

Продолжение табл. XVII—1

Неполадки и их признаки	Способ устранения
Увеличилась мощность электродвигатель греется, возросла производительность насоса	Уменьшить производительность регулированием вентиля на нагнетательном трубопроводе; остановить электродвигатель и дать ему остыть
полный манометрический напор, ниже первоначального	Уменьшить производительность с помощью вентиля

При осмотре насоса перед пуском проверяют наличие масла в корпусе подшипников, отсутствие заеданий в насосе, проворачивая вал за муфту, а также состояние сальника. Сальник должен быть тщательно набит и равномерно слабо подтянут. Чрезмерно подтянутый сальник быстро нагревается, в результате чего повышается расход электроэнергии. Затем закрывают вентиль на нагнетательном трубопроводе, заливают всасывающий трубопровод и корпус насоса жидкостью и включают электродвигатель.

После достижения насосом номинальной частоты вращения медленно открывают вентиль на нагнетательном трубопроводе. Во избежание перегрева не рекомендуется долго работать при закрытом вентиле.

При непрерывной пробной работе насоса следят: за наличием масла в корпусе шарикоподшипников; за состоянием сальника (сальник в нормальном состоянии должен слегка пропускать жидкость в количестве 15—20 капель в минуту); за показаниями манометра.

Основные неисправности в работе центробежного насоса типа *К* и способы их устранения приведены в табл. XVII—1.

Центробежные аммиачные насосы. В процессе наладки проверяют подпор перед насосом, который должен быть не менее 1,25 м (при температуре кипения аммиака до —28° С) или 1,5 м (при температуре кипения аммиака до —40° С). Проверке подвергают соосность валов насоса и электродвигателя, герметичность фланцевых и резьбовых соединений. В сальниковую камеру подают масло, являющееся гидравлическим зазором. В период наладки и пробной работы насоса следят за уровнем масла в бачке для смазки сальника, контролируют нагрев подшипников валов насоса и электродвигателя, наблюдают за показаниями манометра.

Подвесные цепные конвейеры. В процессе наладки перед опробованием на холостом ходу тщательно осматривают конвейер, убирают инструмент и посторонние предметы. Проверяют натяжение цепи. Натяжение цепи должно быть в пределах 200—250 кг. Расставляют наладчиков по всей длине конвейера для полного обзора всех узлов и подачи сигнала остановки конвейера в случае заедания цепи.

Проверке подлежит надежность соединения ремня вариатора и крепления ограждения движущихся частей. Вариатор должен очень

легко от руки давать плавные изменения скорости движения конвейера. Регулировкой исключают возможное зацепление и перекос каретки натяжной грузовой звездочки при ее перемещении по направляющим.

Проверяют свободное продвижение цепи, для чего вручную проворачивают муфту без приложения значительных усилий. После устранения обнаруженных дефектов кратковременно включают электродвигатель и проверяют движение цепи, работу привода и жесткость рам каркаса подвесных путей. Затем включают в работу конвейер на более продолжительное время. При этом звездочки натяжной станции грузового типа должны свободно двигаться во всех направлениях, а весь механизм конвейера должен работать плавно, без толчков или рывков.

При заедании троллеев или стрелок или возникновении большого сопротивления должен ломаться палец или срезаться его ось без заметного толчка всей цепи, при этом не должно быть отрыва цепи или выхода из строя вариатора. Это необходимо проверить при испытании конвейера.

После наладки работы конвейера на холостом ходу, его подвергают опробыванию под нагрузкой, подвешивая мешки с песком или солью, а затем троллеи с тушами, полутушами и др. Работу конвейера считают нормальной, если при полной загрузке всех пальцев троллеями с грузом и повторных включениях и остановках тяговая цепь трогается плавно, без заметных рывков и ролики троллеев легко вращаются.

Бесконвейерные подвесные пути. В период наладки и обкатки бесконвейерных подвесных путей выполняют следующие работы: осматривают полосовой путь, проверяют крепление подвесок, стрелок и рельса, отсутствие трещин в подвесках и стрелках, наличие предохранительных полос на поворотах, ограничителей (собачек) и др.; смазывают шарниры стрелок, оси собачек, а также верхнюю часть головки рельса консистентной смазкой, предварительно очистив трущиеся детали подвесных путей от грязи, старой смазки; прокатывают ролики с максимальной допускаемой нагрузкой на 1 м, проверяют отсутствие деформаций и прогибов в каркасе и полосовом пути. При этом ролик должен легко катиться по рельсу на горизонтальных участках. На наклонных участках груз должен передвигаться без подталкивания;

устраняют все дефекты, выявленные при обкатке подвесных путей, а плавное и легкое, без усилий, перемещение роликов с грузами является подтверждением пригодности подвесных путей к эксплуатации.

Блок-картерные поршневые компрессоры. В процессе наладки компрессора производят ревизию основных его групп и холостую обкатку в последовательности, описанной в главе VII справочника. Перед испытанием компрессора на аммиаке проводят предварительное испытание его на прочность.

При испытании на плотность к картеру компрессора подводят временный трубопровод от баллона или другого источника сжатого воздуха; открывают все манометровые вентили, закрывают запорные вентили на всасывании и нагнетании компрессора; заполняют компрессор воздухом до давления 1 МПа (давление воздуха сверх 1 МПа понижают, спуская воздух через спускной клапан); проверяют плотность соединения компрессора с трубопроводами обмыливанием

стыков (в мыльную пену добавляют глицерин). По окончании испытания компрессора на герметичность составляют акт. Перед пуском компрессора на хладагенте осматривают его, проворачивают вручную несколько раз коленчатый вал, проверяют и подтягивают фундаментные болты; проверяют уровень масла в картере; открывают вентили на манометрах и линейные запорные вентили на нагнетательной и всасывающей линиях; закрывают всасывающий и нагнетательный вентили компрессора; пускают воду в охлаждающую рубашку компрессора. При пуске компрессора открывают байпас, включают электродвигатель и следят за давлением масла по манометрам. После достижения электродвигателем номинальной частоты вращения открывают нагнетательный вентиль компрессора, прикрывая при этом байпас до отказа (нагнетательный вентиль открывают раньше, чем закрывают байпас). Если давление в картере достигает 0,4 МПа и выше, открывают нагнетательный запорный вентиль и обеспечивают работу компрессора с открытыми нагнетанием и байпасом. Постепенно открывают всасывающий вентиль и следят за давлением и температурой всасывания.

При резком понижении температуры всасывания или при появлении стука в компрессоре быстро закрывают всасывающий вентиль и проверяют уровень жидкого аммиака в отделителе жидкости (перегрев паров фреона на всасывании), а затем медленно открывают всасывающий вентиль. Следят за температурой паров хладагента на нагнетании (не должна превышать 150° С), по манометру — за давлением нагнетания, за температурой масла в картере компрессора (не должна превышать 50° С), за давлением масла в системе смазки (давление масла в картере не должно превышать 0,1—0,12 МПа, что регулируют ручным перепускным вентилем, установленным на щелевом масляном фильтре).

В период наладки и пробного пуска следят за работой сальника (должен пропускать не более одной капли масла по валу в течение 2 мин). Предохранительный клапан и байпасный вентиль не должны пропускать хладагент из нагнетательной полости во всасывающую (соединительные трубки не должны быть горячими). Возможные неисправности компрессора в период пробной работы, причины и способы устранения приведены в табл. XVII—2.

Аммиачные горизонтальные оппозитные компрессоры. Возникшую в процессе наладки необходимость в проведении ревизии оппозитных компрессоров производят с соблюдением технических условий, приведенных в табл. XVII—3, XVII—4, XVII—5. При этом руководствуются формуляром сборки компрессора (рис. XVII—1).

В период производства наладочных работ подготовку к пуску и пуск компрессора одноступенчатого сжатия выполняют аналогично подготовке и пуску вертикальных поршневых компрессоров. При пуске компрессора двухступенчатого сжатия при достижении компрессором номинальной частоты вращения открывают нагнетательный вентиль высокой ступени и одновременно закрывают байпас высокой ступени, внимательно следя за показаниями манометров.

Медленно и последовательно открывают всасывающий вентиль высокой ступени, следя за отсутствием стука. При появлении стука вентиль быстро закрывают. Внимательно следят за показаниями приборов. При повышении давления нагнетания выше допустимого для данного режима работы выключают компрессор.

При достижении в промежуточном сосуде у компрессоров типа

ДАОН давления 0,02—0,05 МПа, что соответствует температуре испарения от —25 до —30° С, а у компрессоров типа ДАО давления 0,1—0,14 МПа, что соответствует температуре испарения от —10° до —15° С, открывают нагнетательный вентиль низкой ступени и одновременно закрывают байпас низкой ступени.

Медленно открывают всасывающий вентиль низкой ступени, соблюдая те же предосторожности, что и при открытии всасывающего вентиля высокой ступени.

Перед испарителем открывают регулирующий вентиль, затем регулируют подачу жидкого аммиака в промежуточный сосуд и выво-

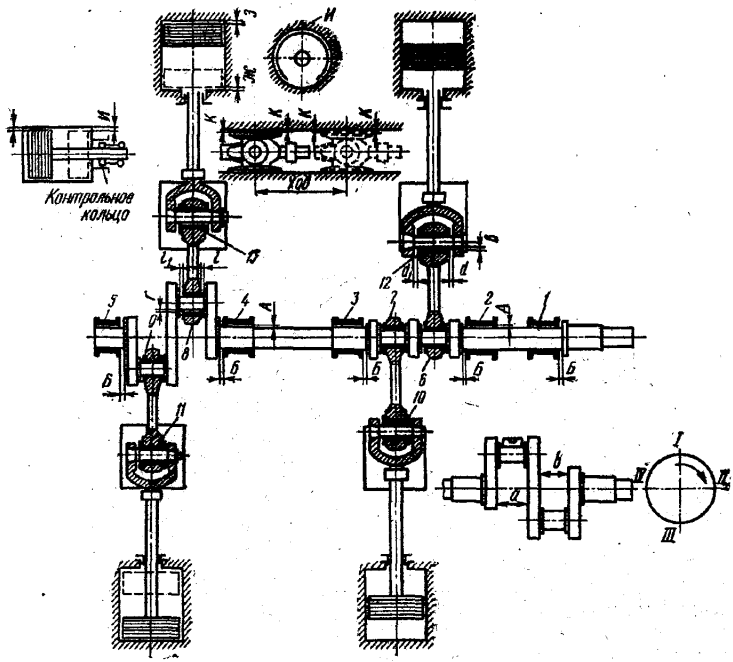


Рис. XVII—1. Формуляр сборки аммиачного оппозитного компрессора

дят холодильную установку на требуемый режим. При пуске компрессора внимательно следят за работой агрегата смазки, за показаниями манометров, термометров и амперметра. В случае ненормальной работы компрессор немедленно останавливают для выявления причин ненормальной работы.

Нормальная работа компрессора характеризуется отсутствием в нем посторонних стуков, вибраций, ненормальных нагревов и устойчивыми, соответствующими режиму работы, показаниями манометров и термометров.

Таблица XVII—2

Неисправность	Причина	Способ устранения
Нагрев верхней части цилиндра и крышек, резкое повышение температуры нагнетания и давления всасывания, падение давления нагнетания и холодопроизводительности, уменьшение показаний амперметра	Сломана пластина нагнетательного клапана	Остановить машину, снять верхнюю крышку, разобрать клапан и заменить пластину
Нагрев средней части цилиндра, уменьшение холодопроизводительности, уменьшение показаний амперметра, повышение давления всасывания	Сломана пластина всасывающего клапана	Заменить сломанную пластину
Сильный нагрев средней части цилиндра	Износились поршневые кольца	Сменить поршневые кольца
Утечка масла и хладагента через сальник	Разрушение резиновых прокладок, износ или перекос графитового кольца, поломка пружин или ослабление их	Сменить резиновую прокладку, притереть на плите неподвижное кольцо, сменить пружины
Пониженное давление масла	Засорение масляного фильтра	Промыть фильтр в керосине
	Неплотность в маслопроводе	Проверить маслопровод и устранить неисправности

	Износ вкладышей шатунов	Удалить одну из прокладок и подтянуть вкладыши.
	Понижение вязкости масла	Сменить масло
Стук в компрессоре	Попадание в компрессор жидкого агента	Закрыть всасывающий вентиль, после прекращения стука осторожно открыть всасывающий вентиль, проверив предварительно уровень жидкого аммиака в ОЖ (перегрев пара фреона на всасывании)
	Мал линейный мертвый объем	Уменьшить толщину прокладки под всасывающим клапаном, если это безрезультатно, то снять нагнетательный клапан и углубить проточку на седле
	Стучат приводные шестерни маслонасоса	Если мало межцентровое расстояние шестерен, то отпустить гайки, крепящие маслонасос к блок-картеру, развернуть насос и, установив необходимый зазор, снова закрепить гайки и поставить фиксирующие штифты; если велик диаметральный зазор между приводными шестернями, развернуть насос в обратном направлении; если ослаблена гайка, крепящая ведомую шестерню, и шестерня бьет, подтянуть гайку
	Износ вкладышей нижней головки шатуна	Снять прокладку в нижней головке, вкладыш подшабрить, снова затянуть шатунные болты

Продолжение табл. XVII—2

Неисправность	Причина	Способ устранения
	Ослабление буферных пружин	Сменить буферные пружины
	Поломка клапанной пластины	Сменить поломанную пластину
Неравномерный нагрев боковых крышек картера	Плохо подогнан шатунный подшипник, на подшипнике появились натяг и наволакивание баббита	Немедленно остановить компрессор, подшабрить и перетянуть подшипник
Повышенный расход масла	Давление в картере выше давления во всасывающей полости	Проверить обратный клапан или трубку, соединяющие картер с полостью всасывания
	Давление в масляной магистрали значительно выше давления в картере	С помощью вентиля для перепуска масла отрегулировать разность между давлением по масляному манометру и давлением в картере в пределах 0,1—0,12 МПа
	Маслосъемные кольца потеряли упругость	Заменить маслосъемные кольца
	Забиты отверстия в поршне для сброса масла	Снять маслосъемные кольца и прочистить отверстия

Сильная вибрация	Не затянуты фундаментные болты	Затянуть фундаментные болты
	Плохо раскреплены трубопроводы	Подтянуть болты на фланцах и закрепить на специальных кронштейнах трубопроводы
	Неудовлетворительная центровка валов компрессора и электродвигателя	Произвести тщательную центровку валов
	Плохо отбалансирован коленчатый вал	Вынуть коленчатый вал и произвести его статическую балансировку совместно с противовесами
Пропускание хладагента через сальник	Износ уплотняющих колец, появление рисок на поверхности штока	Заменить кольца или отрегулировать зазор, заменить или ликвидировать повреждения на поверхности штока
Повышение промежуточного давления в компрессоре двухступенчатого сжатия	Неисправность всасывающего и нагнетательного клапанов ступени высокого давления (неплотности, трещины пластин и седел, завышенный подъем пластин, клапанов и др.)	Притереть пластины к седлу клапана либо заменить пластины. Проточить опорные поверхности седел, имеющие раковины или повышенный износ. Слабые пружины заменить новыми

Таблица XVII—3

Место монтажного замера	Зазоры (в мм) в коренных подшипниках				
	Номера (см. рис. XVII—1)				
	1	2	3	4	5
Радиальный зазор А	0,12—0,16	0,12—0,16	0,12—0,16	0,12—0,16	0,12—0,16
Аксиальный зазор Б	Суммарный зазор				
	0,1—0,35	0,1—0,35	2—0,3	2—3,5	2—3,5

Таблица XVII—4

Место монтажного замера	Зазоры (в мм) в шатунных и крейцкопфных подшипниках			
	номера групп (см. рис. XVII—1)			
	6 и 12	7 и 10	8 и 13	9 и 11
b	До 6	0,05—0,09		
$d + d_1$	» 6	Минимальный зазор на сторону 0,5		
r	» 6	0,09—0,13		
$l + l_1$	» 6	0,20—0,37		

Таблица XVII—5

Место монтажного замера	Зазоры (в мм) в крейцкопфной и поршневой группе			
	номера групп (см. рис. XVII—1)			
	1	2	3	4
Ж	0,8—1,2		0,8—1,2	
З	1,3—1,7		1,3—1,7	
И	0,52—0,65		0,52—0,65	
К	0,1—0,21		0,1—0,21	

Температура паров аммиака, всасываемых низкой ступенью компрессора, должна быть выше температуры кипения в испарителе на 10—15°. При этом температура нагнетания низкой ступени не должна превышать 135° С. Температура паров аммиака, всасываемых высокой ступенью компрессора, должна превышать температуру жидкого аммиака в промежуточном сосуде на 5—7° С. При этом

температура нагнетания высокой ступени не должна быть выше 150° С.

Температура масла на сливе из рамы не должна быть выше 60—65° С, нагрева частей механизма движения — свыше 65° С.

Ротационные компрессоры. В процессе наладки ротационного компрессора проводят его разборку и ревизию, которая заключается в проверке состояния пластин ротора, цилиндра и подшипников. При проверке состояния пластин ротора обращают внимание на сабельность пластин (искривление), при котором рабочая кромка по длине выпуклая, а нерабочая — вогнутая. Проверку выпуклости производят в средней части пластины.

Допускается максимальная сабельность отдельных пластин до 1,5 мм при средней величине по всем пластинам не выше 0,8 мм. Кромки пластин должны быть закруглены радиусом 1,5 мм. Замене подлежат пластины с высотой на 5 мм меньше глубины паза ротора. Минимально допустимая ширина пластины 48 мм. Незначительные дефекты рабочей поверхности цилиндра (риски, небольшие задиры) зачищают вручную и полируют. В роликоподшипниках рабочие поверхности колец и роликов должны быть чистыми, не иметь глубоких царапин и следов выкрашивания металла.

Величина радиального зазора в роликоподшипниках должна находиться в пределах, исключающих возможность касания ротора во время работы о цилиндр в нижней точке; радиального зазора между барабаном и цилиндром в нижней точке — в пределах 0,19—0,24 мм. Зазор замеряют щупом через нагнетательный патрубок между ротором и цилиндром в нижней точке. Замер производят через оба нагнетательных окна, равномерно поворачивая ротор не менее чем на один оборот. Разность замеров через разные окна не должна превышать 0,02 мм. Газовые и масляные каналы цилиндра и крышек, пазы ротора, детали уплотнения и роликоподшипники очищают и продувают сжатым воздухом. Уплотняющие кольца на роторе могут проворачиваться, но не должны иметь заметных осевых и радиальных перемещений. Минимальный осевой зазор между барабаном и крышкой цилиндра должен составлять 0,1—0,15 мм, общий осевой зазор — 1,06—1,3 мм. Общий осевой зазор регулируют, изменяя толщину прокладок между цилиндром и крышками; гарантийный зазор — изменяя толщину прокладок между наружной обоймой роликоподшипника и крышкой цилиндра.

Перед обкаткой ротационных компрессоров агрегат испытывают на плотность воздухом, сжатым до давления 1,0 МПа. При этом запорные вентили на всасывании компрессора и после маслоотделителя закрывают. Агрегат под давлением 1,0 МПа выдерживают в течение 12 ч (допускаемое падение давления не более 0,05 МПа). Заливают масло в маслоотделитель до верхней кромки смотрового стекла и в сальниковую камеру через отверстие в корпусе сальника. Для того чтобы убедиться в отсутствии заклинивания пластин, прокручивают вручную ротор компрессора на два-три полных оборота. Во время пуска компрессора подают воду на охлаждение, включают электродвигатель, постепенно открывают всасывающий вентиль, обращая внимание на температуру и давление всасывания и нагнетания. Давление нагнетания не должно превышать 0,4 МПа. В период пуска, когда маслонасос создал необходимое давление масла, допускается весьма кратковременная работа компрессора с закрытым всасывающим вентилем (не более 1 мин).

В начальный момент пуска давление масла может повышаться ввиду его низкой температуры до 1,0 МПа. В установившемся режиме давление масла должно быть выше давления нагнетания компрессора на 0,1—0,15 МПа. Во время обкатки следят также за температурой масла в маслоотделителе и в трубках подачи масла в подшипниковые камеры, за работой сальника, за температурой охлаждающей воды. Температуру масла проверяют наощупь; она должна быть 50—60° С, температура воды на входе в компрессор не должна превышать 30° С, на выходе 35° С. Нормальная работа сальника характеризуется незначительным пропуском масла на валу (не более одной капли за 3 мин). Режим обкатки подразделяется на периоды: I—1—3 мин; II—5 мин; III—30 мин; IV—6 ч. После окончания III периода обкатки полностью меняют масло.

Неисправности, причины и способы устранения неисправностей, выявленных в процессе наладки и пробной работы ротационных компрессоров, приведены в табл. XVII—6.

Винтовые компрессоры. В процессе наладки проверяют: установку синхронизирующих шестерен (шайб), регулирующих зазор между лопастями ведущего и ведомого роторов (винтов), который должен быть минимальным; зазоры опорных подшипников валов роторов, исключающие касание лопастей корпуса компрессора; установку упорных подшипников, обеспечивающую требуемый зазор на тепловое удлинение валов роторов; установку нагнетательного окна в компрессоре и крепления его к корпусу компрессора; сборку, чистоту и действие масляной системы компрессора, насоса, фильтров, коллектора и трубопроводов для питания маслом рабочих полостей роторов, подшипников и уплотнения компрессора; плотность соединения разъемной плоскости компрессора; правильность подключения к компрессору аммиачных и масляных трубопроводов и водяных к маслоохладителям; взаимную центровку валов компрессора и электродвигателя (несоосность валов допускается не более 0,05 мм, перекос осей выходных валов — не более 0,2 мм на длину 1000 мм);

Пуск винтовых компрессоров производят на полуавтоматическом режиме управления. Нормальные условия работы винтового бустер-компрессора характеризуются следующими показателями: вращение роторов (винтов) компрессора должно быть свободным, без заеданий и стуков; тонкость очистки всасывающих компрессоров паров аммиака не должна превышать 0,2 мм; температура паров аммиака на входе в компрессор не должна быть ниже —40° С; температура паров аммиака на нагнетательной стороне компрессора не должна превышать 90° С; количество масла, подаваемого в рабочие полости роторов компрессора, должно составлять 80 л/ч; количество масла, подаваемого на смазку подшипников и сальникового уплотнения, должно быть 20 л/мин; температура масла, подаваемого в компрессор, должна быть в пределах 25—45° С; тонкость очистки масла, подаваемого в полости ротора, не должна превышать 0,12 мм, а на смазку подшипников — 0,04 мм; давление в коллекторе подвода масла в компрессор должно превышать давление нагнетания его на 0,5—0,35 МПа.

Нарушения режима работы винтового компрессора, при которых компрессор немедленно останавливают, следующие: температура нагнетания выше допустимой, предусмотренной паспортом завода-изготовителя; давление на стороне всасывания ниже 0,011 МПа; давление на стороне нагнетания выше 0,458 МПа; степень повышения давле-

ния в компрессоре выше 17; температура масла, подаваемого в компрессор, выше 45 или ниже 25° С; неисправность системы смазки; слышны посторонние шумы или стуки в компрессоре.

Скороморозильный конвейерный аппарат ГКА-4. Во время наладки аппарата окончательно устанавливают сухари гребенок и расщепляющего устройства, предварительно выбрав направление валов привода.

Перед установкой сухарей гребенок убеждаются, что все места переходов резьбы на правом и левом приводах гребенок находятся внизу (допустимое отклонение разворота ±15°). Если это совпадение отсутствует, то его добиваются путем расстыковки неправильно состыкованных валов (не по кернам завода-изготовителя), а также подъема и ввода вновь в зацепление цилиндрических шестерен нижних редукторов. При установке гребенок придвигают передние гребенки к раме № 2 (зазор 5—20 мм) и устанавливают колонки с сухарями на сторонах ползушек, обращенных к раме № 1 так, чтобы сухари вошли в место перехода резьбы на правом и левом передних винтах. Колодки с сухарями предварительно отмывают от консервирующей смазки и смазывают консистентной незамерзающей смазкой НИИ НП-261 или ЦИАТИМ-201.

Отгоняют ползушки расцепляющих устройств на правом и левом средних валах приводов гребенок в крайнее положение в направлении к вентиляторной установке, а затем устанавливают на сторонах ползушек, обращенных к вентиляторной установке, колодки с сухарями так, чтобы сухари вошли в места перехода резьбы.

Передние гребенки отгоняют на один оборот их винтов от рамы № 2 (грузового отсека) и, подвинув вплотную (зазор 5—20 мм) задние гребенки к раме № 6 (к грузовому отсеку), устанавливают на задних сторонах их ползушек колодки с сухарями так, чтобы сухари вошли в передние места переходов резьбы винтов для задних гребенок.

При этом создается необходимое запаздывание в движении задних гребенок по отношению к передним на один шаг резьбы винтов (на 48 мм).

Отогнав передние гребенки на 280^{+15} мм от рамы № 2, вращая винты в этом же направлении, опускают правую и левую половины стола вниз и устанавливают сухари в нижние места переходов резьбы правого и левого вертикальных винтов.

Затем, ослабив до предела муфту или сняв одну из ее пружин, проверяют периодичность движения гребенок; они должны двигаться и стоять попарно (когда передние стоят, задние двигаются, и наоборот).

Если в этом положении гребенок места перехода резьб на винтах не смотрят внутрь, друг на друга, разворачивают винты путем восстановления заводской стыковки или изменения зацепления конических шестерен одного из нижних редукторов.

Удовлетворительные результаты регулировки конвейера обеспечивают следующее взаимодействие гребенок стола и нижней заслонки:

стол идет вниз, открывает нижнюю заслонку, задние гребенки идут вперед; каретка на нижней полке сходит с уступа, опускается на рычаг взвода штанги и штанга под действием пружин выдвигает каретку на стол; заслонка в этот момент стоит горизонтально или наклонена немного вниз (до 0,087 рад);

Таблица XVII—6

Неисправности	Причины	Способ устранения
Резкое изменение характера шума машины, удары в компрессоре, падение давления нагнетания; давление всасывания равно или близко к давлению нагнетания	Поломка рабочей пластины	Немедленно остановить машину с быстрым закрытием всасывающего, нагнетательного, водяного и масляного вентилей, снять крышку, заменить поврежденную пластину.
Резкая остановка компрессора	Поломка пластины и заклинивание ротора	То же. Проверить отсутствие трещин в нижней части цилиндра по перепускным отверстиям
	Малый зазор, обеспечивающий тепловое удлинение ротора	Отключить электродвигатель, дать остыть машине, проверить и установить зазоры в соответствии с требованиями инструкции завода-изготовителя
Резкое понижение температуры всасывания и нагнетания	Попадание в компрессор жидкого агента	Прикрыть всасывающий вентиль, затем медленно и осторожно открыть; температура нагнетания должна возрастать до первоначального значения.
		Работа с закрытым всасыванием более 1,0—1,5 мин не разрешается
Утечка масла из сальника	Разрушение резиновых прокладок	Сменить прокладку, притереть на плите неподвижное кольцо
	Износ или перекос графитового кольца. Поломка или ослабление пружин	Сменить пружины

Вибрация компрессора	Не затянуты фундаментные болты	Затянуть фундаментные болты
	Ослабление посадки подшипников	Проверить посадку внутренних и наружных обойм роликоподшипников и устранить слабину
	Нарушение соосности валов компрессора и электродвигателя	Проверить центровку и устранить дефекты соосности
После остановки в процессе наладки ротор компрессора не проворачивается вручную	Разбухание пластин и заклинивание их в пазах ротора	Снять крышку, вынуть пластины и высушить их, зажав между двумя ровными металлическими плитами. Проверить длину пластин
Уменьшение или отсутствие давления масла	Не отрегулирован регулирующий клапан, отсутствует масло в маслоотделителе	Отрегулировать давление масла клапаном; заправить масло в маслоотделитель
	Засорен всасывающий маслопровод или сетчатый фильтр	Разобрать, прочистить и продуть маслопровод или промыть сетчатый фильтр
	Засорен щелевой фильтр	Провернуть ручку фильтра на 2—3 оборота, в случае необходимости промыть фильтр
Высокое давление масла	Засорение нагнетательного маслопровода	Разобрать, прочистить, продуть маслопровод; отрегулировать давление масла с помощью регулирующего клапана
Обратный клапан не обеспечивает герметичной отсечки агрегата и маслоотделителя от системы	Засорение посадочного места клапана	Прочистить, промыть клапан
	Забоины, вкрапления на уплотняющем фторпластовом кольце	Проточить или заменить фторопластовое кольцо с последующей его проточкой

у задних гребенок остается запас хода. Передние начинают передвигаться вперед, а верхние собачки (правая и левая) нижней заслонки набегают на упор рамы № 1 и заслонка резко закрывается;

стол опускается вниз; в крайнем нижнем положении стола передние гребенки находятся на расстоянии 280^{+15} мм от второй рамы;

стол поднимается вверх; передние гребенки толкают рычаг ввода, который сдвигает противни в поднимающуюся со столом каретку;

лапы рычага ввода должны приподнимать противни в каретку, а не опрокидывать их из каретки; при проверке положения узла ввода: верхняя плоскость, на которой стоят противни, должна отстоять от пола на 1560 мм; затем регулируют вывод кареток и ввод противней (этот размер увеличивают до 1590 мм). Перед опробованием аппарата смазывают все подшипники кареток смазкой ЦИАТИМ-201 и проверяют работу привода и стола без кареток.

Все каретки в аппарат вводят, укладывая их на стол. Часть кареток вводят сбоку, отведя гребенки. Затем в течение двух циклов проверяют работу конвейера вхолостую без камеры. Проверяют аммиачную систему (подачу аммиака ручными вентилями и через отделитель жидкости, плотность всех соединений, работу дистанционного указателя уровня и др.) и работу конвейера аппарата при температуре воздуха на входе в грузовой отсек не выше —30° С вхолостую в течение двух циклов и при замораживании продукта в течение одного цикла.

При пуске аппарата в пробную работу частично открывают вентиль для питания батарей аммиаком, снизив давление в батареях до 0,1—0,2 МПа, включают вентилятор, закрыв лаз и дверь. Стол дожен находиться в крайнем нижнем положении.

При понижении температуры воздуха в аппарате до 5° С включают конвейер для работы вхолостую. Конвейер включают, когда температура воздуха в аппарате достигает —5° С (если влага на его частях замерзла).

Проверяют в течение одного цикла работу конвейера с загруженными противнями (общее количество загруженных противней не менее 50 шт.; в каждом противне по 6 кирпичей). Продукт для замораживания подают в аппарат, когда температура воздуха в нем достигает —30° С. На противнях продукт укладывают таким слоем, чтобы в процессе замораживания он не превышал 120 мм. Периодически контролируют и выправляют противни. Не допускается погнутость или веерообразность кареток свыше 3 мм.

Скороморозильные агрегаты марки ФМБ и ФБМ. Во время наладочных работ оборудование очищают от загрязнений и промывают, после чего трущиеся детали (редукторы, валики, шестерни, направляющие и др.) смазывают и проверяют на работу вхолостую. Проверяют и окончательно регулируют механизмы подъема и опускания днищ у скороморозильных аппаратов, устройство для передвижения мембранных камер, правильность установки пят для посадки дозатора на аппараты, легкость скольжения дозатора по его направляющим, плавность опрокидывания ковша, работу электротельферов и транспортеров.

Окончательно отрегулированные скороморозильные аппараты и относящиеся к ним испаритель, трубопроводы, насосы и напорный бак заполняют водой для испытания всей системы на непрерывную циркуляцию жидкости и для окончательной проверки герметичности

всех соединений, резиновых манжет, компенсаторов и шлангов, а также запорной арматуры. Каждую задвижку или кран проверяют на герметичность как в открытом, так и в закрытом положении. Проверенную на герметичность и циркуляцию воды холодильную систему тщательно промывают и просушивают, затем заполняют хладоносителем. В качестве хладоносителя применяют антифриз двух марок 40 и 65, отличающихся по температуре замерзания — соответственно —40 и —65° С (ГОСТ 159—52).

Перед пуском смазывают маслом ХА ролики или цепи у мембранных камер, а также шток пневмоцилиндра или винта ручного пресса у скороморозильных аппаратов, штанги питателя, валики и направляющие у днищ аппаратов и у загрузочного ковша. Редукторы заливают маслом марки СВ (ГОСТ 854—52), а шарикоподшипники — автолом 18.

Проверяют исправность приводов днищ, а также равномерность натяжения и надежность крепления тросов к ним и к скороморозильным аппаратам. Проверяют также ходовую часть, тросы и крюки у электротельферов. Поднимают днища и плотно прижимают их к корпусу аппаратов. Проверяют правильность установки, наличие и работу всех ограничителей в скороморозильных аппаратах.

Скороморозильный аппарат ставят в положение «для загрузки», проверяют расстояние плоскостями мембранных камер (около 120 мм). Все вентили закрывают, а коврики из пористой резины с аппарата снимают.

Загрузочный ковш устанавливают в положение для приемки сырья, питатель — на специальный стапель в положение, удобное для надевания бумажных парафинированных мешков. К питателю подают бумажные парафинированные мешки и надевают их на его патрубки.

Мясопродукты к аппарату подают порциями по 300—350 кг.

Надевают парафинированные бумажные мешки на патрубки питателя ровными рядами, чтобы при опускании питателя в аппарат они не могли задеть за ограничители и смяться или порваться (мешки перед надеванием расправляют).

В процессе надевания мешков следят, чтобы не было рваных или плохо парафинированных мешков. Мешки должны надежно удерживаться пружинами на патрубках питателя. Устанавливают питатель над аппаратом с помощью тельфера; медленно опуская питатель, вставляют его направляющие штанги в гнезда-пяты; проверяют правильность вхождения мешков в блокообразователи аппарата и затем опускают питатель до отказа; тельфер удаляют. Одновременно производят приемку сырья в загрузочный ковш.

Установку ковша с сырьем у скороморозильного аппарата, в который заправлен питатель, выполняют с помощью тельфера. Следят, чтобы при постепенном опрокидывании ковша сырье небольшими порциями переваливалось в чашу питателя и через отверстия патрубков попадало в мешки, вставленные в блокообразователи аппарата.

После удаления питателя из скороморозильного аппарата постепенно открывают задвижки — вначале на выходе, а затем на входе хладоносителя, — и хладоноситель, заполняя мембранные камеры аппарата, плотно прижимает их металлические плоскости к продукту, отчего он формируется в блоки и замораживается.

По окончании процесса замораживания выгружают блоки из скороморозильного аппарата, для чего отсасывают из мембранных ка-

мер хладоноситель до тех пор, пока их металлические плоскости не сожмутся и отодвинутся от замороженных блоков на 10 мм в каждую сторону.

У аппаратов ФМБ-1 и ФМБ-М-2 также отсасывают хладоноситель и раздвигают (принудительно) мембранные камеры так, чтобы между ними было около 120 мм.

После удаления хладоносителя из аппарата и раздвигания мембранных камер включают механизм опускания дна и следят за его постепенным открыванием. По мере открывания дно наклоняется, и замороженные блоки самопроизвольно и постепенно (друг за другом) выпадают из скороморозильного аппарата и, скользя по дну, попадают в тележку или на транспортер.

Примерзшие и заклинившиеся в блокообразователях аппарата замороженные блоки освобождают с помощью клина, вставляемого между блоком и примерзшей к нему металлической плоскостью.

Роторные морозильные агрегаты. В процессе наладки промывают гидросистему керосином, а затем сливают керосин, систему сушат и заливают маслом. В бак насосной станции заливают 40 л масла марки ХА или АМГ-10 до верха смотрового окна, трущиеся части агрегата смазывают смазкой ЦИАТИМ-203. Устанавливают предохранительный клапан гидросистемы на минимальное давление (1 МПа).

Перед включением агрегата проворачивают ручку переключателя «ручная». Устанавливают регулировочный винт предохранительного клапана на минимальное давление и проворачивают на 1,5—2 оборота ручку масляного фильтра.

При первом включении агрегата проверяют правильность направления вращения электродвигателя насоса и доводят давление масла в гидросистеме до 0,4—0,5 МПа. Проверяют плотность всех соединений гидросистемы. При отсутствии утечек в трубопроводах, гидроцилиндрах и золотниках доводят давление до 4—5 МПа, проверяя при этом плотность всех соединений. После заполнения всей гидросистемы в бак доливают масло до середины смотрового окна. Затем на ручном режиме, нажимая соответствующие пусковые кнопки, налаживают механическую часть агрегата и определяют правильность установки конечных выключателей.

При наладке работы агрегата должны быть достигнуты следующие технические показатели действия его механизмов:

ход лотка механизма загрузки должен составлять 580±2 мм; отсекатель при срабатывании не должен досылать (вдвигать) рамку в блок-форму;

фиксатор должен обеспечивать жесткую фиксацию ротора в положении, при котором зазор между нижней плитой блок-формы и лотком механизма загрузки должен быть 7±1 мм;

механизм срыва блоков должен сдвигать замороженный блок внутрь морозильных секций не менее чем на 5 мм. В исходном положении рычаги механизма не должны мешать свободному выходу замороженных блоков из блок-формы;

отсекатель должен обеспечивать удержание рамок с блоками в блок-формах при возвращении лотка механизма загрузки в исходное положение; расстояние от наружного края блок-формы до рамки должно быть 15±1 мм; досылка (вдвигание) рамок отсекателем вглубь блок-формы не допускается;

расстояние между плитами в закрытой блок-форме должно быть 68 мм, в раскрытой — впереди 100 мм, сзади 105 мм;

рамки должны подаваться в перегружатель по одной штуке. Повторное срабатывание транспортера допускается только после нажатия соответствующей кнопки на приемном столе;

касание шлангов для подачи аммиака (или рассола) к частям механизмов и к раме при вращении ротора не допускается. Конечные выключатели должны срабатывать в конце хода каждого механизма. С помощью дросселя регулируют продолжительность цикла транспортера выдачи блоков, которая должна быть в пределах 6—8 с.

По окончании наладки каждого механизма на ручном режиме переключатель устанавливают в положение «автоматическая работа», а ручку переключателя цикла — в положение «полный цикл». В этом режиме проверяют в соответствии с циклограммой порядок срабатывания отдельных механизмов и агрегата в целом. Аналогичную проверку производят при положениях переключателя «загрузка» и «выгрузка». При пробной работе агрегата строго выдерживают расчетную продолжительность цикла между включением загрузочного устройства, так как при сокращении возможно недомораживание блоков, при увеличении — снижение производительности агрегата.

Автономные кондиционеры. При пуске автономного кондиционера открывают всасывающий и нагнетательный вентили фреоновых трубопроводов, водяной вентиль и пускают воду на конденсатор; нажатием кнопки автоматического выключателя «включено» подают напряжение на кондиционер; устанавливают рукоятку пакетного переключателя в положение «ручное» и, нажав кнопку «пуск», включают компрессор и вентилятор в работу; проверяют и налаживают работу кондиционера на ручном управлении.

Нормальная работа кондиционера характеризуется следующими показателями: нагрев подшипника не превышает 65° С; компрессор и вентилятор работают без металлического стука; давление нагнетания не превышает 1,1—1,2 МПа; давление всасывания соответствует температуре воздуха, нагнетаемого вентилятором; манометр и мановакуумметр работают без значительных колебаний стрелок; в смотровом стекле картера компрессора виден уровень масла.

В случае нарушения нормальной работы кондиционера его немедленно останавливают и устраняют неисправность.

Для остановки компрессора и вентилятора нажимают кнопку «стоп» и переводят кнопки автоматического выключателя и пакетного переключателя в положение «отключено».

После наладки работы кондиционера на ручном режиме и устранения выявленных неисправностей пускают кондиционер на автоматическом режиме с включением в работу датчика (ручку пакетного переключателя устанавливают в положение «автоматическое»).

В процессе пробной работы кондиционера на автоматическом режиме путем периодического включения и выключения компрессора с помощью приборов автоматики достигают и поддерживают температуру воздуха в кондиционируемом помещении в заданных пределах.

Центральные кондиционеры. Проверив правильность выполнения монтажных работ и готовность к пуску оборудования, включают электродвигатель вентиляторов и насосов и налаживают работу кондиционера по его отдельным элементам. Добиваются равномерно-

го разбрызгивания воды форсунками по всему сечению камеры орошения. Эффективность работы сепараторов определяют визуально, наблюдая за выносом водяных капель в секцию отсека, смежную с камерой орошения (нижние обрезы сепараторов должны находиться в воде). Во время производства наладочных работ проверяют соответствие проекту: температуры охлаждающей воды, поступающей и отходящей из камеры; температуры воздуха, поступающего в камеру и выходящего из нее; расхода охлаждающей воды (в кг/ч); количества воздуха, проходящего через камеру (в кг/ч); температуры хладоносителя (теплоносителя) до теплообменника и после; температуры воздуха, проходящего через кондиционер до теплообменника и после; количества проходящего через теплообменник хладоносителя (теплоносителя); скорости воздуха через воздушный фильтр.

Проверяют и налаживают работу механизмов воздушного фильтра, герметической дверки камеры орошения, направляющего аппарата вентиляторного агрегата, воздушных регулирующих клапанов.

ГЛАВА XVIII

ПУСК ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ И НАЛАДКА ЕЕ РАБОТЫ НА ХОЛОДОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

К пуску и наладке установки на холодопроизводительность приступают после окончания всех строительно-монтажных работ, наполнения систем хладагентом, хладоносителем и обеспечения установки охлаждающей водой.

К началу производства пусконаладочных работ устанавливают и подключают все приборы защиты и остановки компрессоров, не допускающие аварийных режимов работы, а в автоматизированных установках все приборы автоматического управления и контроля.

При наладке работы установки на холодопроизводительность регулируют работу всех элементов холодильной установки (компрессоров, теплообменных аппаратов, вспомогательной аппаратуры, насосов, охлаждающих устройств, вентиляторов), а также подачу жидкого хладагента в испаритель.

Наладочные работы завершают после достижения проектных температур в камерах с ручным и автоматическим регулированием и установления оптимального режима эксплуатации холодильной установки. Одновременно обучают персонал заказчика практическим приемам и правилам рациональной и безопасной эксплуатации установки. Наладку работы установки на холодопроизводительность производят по частям, последовательно, по отдельным температурам испарения.

Последовательность и приемы пуска и наладки различны для установок с поршневыми компрессорами (одноступенчатыми, двухступенчатыми), с ротационными и винтовыми компрессорами, а также для автоматизированной холодильной машины. Вначале холодильную машину испытывают без загрузки камер грузами, а затем с загрузкой камер грузами.

ПУСК И НАЛАДКА ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ БЕЗ ЗАГРУЗКИ КАМЕР ГРУЗАМИ

Основные сведения о пуске и наладке холодильной установки. Перед пуском холодильной установки проверяют готовность к пуску компрессоров, насосов, вентиляторов и электродвигателей к ним, проворачивают вручную маховик на 2—3 оборота вала и убеждаются в свободном их вращении; пускают воду в охлаждающие водяные рубашки компрессоров, на конденсатор и др., проверяя наличие слива воды и ее циркуляцию.

Включают в работу водяные и рассольные (при наличии рассольной системы) насосы. При этом, если рассол совершенно теплый, уменьшают циркуляцию рассола поджатием нагнетательного вентиля (задвижки) рассольного насоса.

Открывают запорные вентили ко всем манометрам и вакуумметрам, а также указателей уровня на конденсаторе, проверяют их действие. Открывают запорные вентили на жидкостных и газовых трубопроводах, относящихся к налаживаемой части системы (включая вентили у конденсатора, за исключением вентилей на всасывающей и нагнетательной сторонах компрессора и вентилей, отсоединяющих трубопроводы для оттаивания батарей); регулирующие вентили на жидкостных трубопроводах закрывают.

Контролируют наличие масла в картере, уровень которого должен быть не ниже середины смотрового окна.

Проверив действие системы смазки и регулирования струи воды для охлаждения цилиндров, пускают электродвигатель компрессора.

За работой компрессора наблюдают по показаниям смонтированных на компрессоре или щите регулирующей станции манометров на всасывающей и нагнетательной сторонах и термометров, вставленных в гильзы на всасывающем и нагнетательном трубопроводах, на трубопроводе отходящей воды компрессора, а также по манометру на масляном насосе. Температура отходящей от цилиндров компрессора воды не должна превышать 40° С, а масла, отходящего от мест смазки, 50° С.

Для уменьшения пускового момента электродвигателя пуск компрессора производят при открытом байпасе, соединяющем всасывающую и нагнетательную стороны компрессора, или отжатых на время пуска всасывающих клапанах при закрытом всасывающем вентиле компрессора.

При достижении номинальной частоты вращения, требуемого давления в масляной системе, нормальной температуры нагрева трущихся частей компрессора, всасывающие клапаны приводят в рабочее положение, открывают нагнетательный вентиль и одновременно закрывают байпас.

Компрессор включают под нагрузку, постепенно открывая всасывающий вентиль таким образом, чтобы давление всасывания (контролируют по манометру давления в картере) не превышало 0,33 МПа.

После полного открытия всасывающего вентиля при сухом ходе компрессора (всасывающая сторона цилиндров должна быть сухой, без признаков отпотевания) и некотором нагреве нагнетательной стороны компрессора поочередно включают подачу жидкого аммиака в камеры или испарители, открывая регулирующие вентили, постепенно в пределах от $^1/_3$ до $^1/_4$ оборота шпинделя до достижения в

данной испарительной системе требуемого перепада температур, определяемого проектом (разности температур окружающей среды и кипения хладагента или хладоносителя). Обычно проект предусматривает перепад температур между температурой испарения хладагента (рассола) в охлаждающих батареях и воздухом в камерах 10° С. В испарителях перепад между температурами кипения аммиака в секциях и хладоносителя (рассола, воды) принимают 5—6° С, фреона 3—5° С.

Нормальная работа холодильной установки характеризуется следующими признаками: компрессор работает без стука, клапаны его стучат ритмично; масло возвращается в компрессор из маслоотделителя;

температура на всасывании в компрессоре на 5—8° С (в аммиачных установках) и на 15—20° С (во фреоновых установках) выше, чем температура кипения хладагента; температура нагнетания компрессора лежит в пределах 70—135° С; давление масла превышает давление всасывания на 0,18—0,2 МПа; уровень масла в картере находится в пределах смотрового стекла; температура в сухопарнике испарителя на 1—2° С выше температуры испарения; подогрев воды в конденсаторе 4—6° С (во фреоновых установках) и 5—7° С (в аммиачных установках); температура испарения на 3—5° С ниже температуры рассола на выходе из испарителя; температура воздуха в камерах на 8—10° С выше температуры рассола; система не пропускает хладагент, утечек рассола и масла не наблюдается; температура охлаждаемых помещений поддерживается в проектных пределах.

При нормальной работе аммиачной установки между температурами испарения, конденсации и перегрева паров аммиака поддерживается определенная зависимость, показанная в табл. XVIII—1. Исправную работу охлаждающих устройств контролируют визуально по равномерному покрытию батарей и охлаждающих змеевиков воздухоохладителей слоем инея и дальнейшему обмерзанию.

Таблица XVIII—1

Температура кипения, °С	Температура нагнетания (в °С) при температурах конденсации, °С										
	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
—2	50	57	61	68	70	74	79	84	86	90	95
—6	61	67	73	77	82	87	91	96	100	103	107
—8	66	70	75	81	85	91	95	99	103	107	111
—10	71	76	80	86	93	100	104	108	110	113	116
—12	75	81	85	89	95	101	105	109	113	117	121
—14	80	84	94	94	99	105	109	114	119	124	128
—18	89	98	98	103	109	114	119	123	127	132	136
—20	94	99	104	109	114	120	124	128	132	136	140
—22	99	104	108	114	119	125	130	134	138	141	145
—26	108	113	118	123	129	135	138	142	148	150	154
—30	118	123	128	133	138	144	149	153	157	160	163

Наладку работы холодильной установки проводят с целью достижения параметров, характеризующих нормальную ее работу. Подачу жидкого аммиака в испаритель регулируют, вращая регулировочный шпиндель терморегулирующего вентиля (ТРВА). При вращении шпинделя против часовой стрелки перегрев уменьшается, при повороте по часовой стрелке — увеличивается. Регулирование ведут так, чтобы перегрев в испарителе был в пределах 1,5—2° С, а перегрев на всасывании компрессора составлял 5—8° С. Подачу жидкого фреона в испаритель регулируют обычно через соленоидный вентиль (СВМ), работой которого управляет двухпозиционная система питания (приборы ПТРД-2 и ТСП-24). Прибор ПТРД-2 регулируют, вращая ручку настройки на величину перепада температур, ручкой резистора и тумблером. Регулирование ведут так, чтобы перегрев был в аналогичных для аммиачной системы пределах. При пробной работе конденсатора следят за тем, чтобы подача охлаждающей воды была достаточной, наблюдают за давлением в конденсаторе и состоянием предохранительных устройств, герметичностью соединений и сальников запорной арматуры. При работе оросительного конденсатора контролируют равномерное распределение воды по секциям и в случае необходимости регулируют водораспределительные устройства. Скорость движения воды в кожухотрубных и элементных конденсаторах должна быть не менее 1 м/с. В период пробной работы испарителя периодически контролируют концентрацию рассола и поддерживают ее такой, чтобы температура замерзания рассола была ниже температуры кипения хладагента на 8° С для испарителей закрытого типа и на 5° С для испарителей открытого типа. Для проверки герметичности испарителя проводят анализ рассола на присутствие в нем аммиака. Для нормальной работы ресиверов поддерживают определенный уровень жидкого хладагента в ресивере, который проверяют по смотровому стеклу.

Подачу воды на аммиачный переохладитель регулируют таким образом, чтобы температура жидкого аммиака на выходе из переохладителя была на 1,5—3° С выше температуры воды на входе в переохладитель.

Основные признаки ненормальной работы аммиачной и фреоновой холодильных установок, причины и способы их устранения приведены в табл. XVIII—2, XVIII—3.

Особенности пуска и наладки автоматизированной холодильной машины. Пуск оборудования автоматизированной холодильной машины проводят в режиме автоматического управления, при котором действуют устройства защиты от понижения разности давления масла и давления в картере компрессора ниже допустимого; от повышения давления нагнетания выше и понижения давления всасывания ниже заданных пределов; от повышения температуры нагнетания выше допустимой; от повышения допустимого уровня жидкого аммиака в испарителе. При размыкании контакта любого прибора защиты компрессор останавливается, а на пульте загорается соответствующая лампа, указывающая причину остановки компрессора. К специфическим неисправностям автоматизированной холодильной машины относят остановку компрессора в результате размыкания контактов реле давления всасывания и реле уровня ПРУ-5. В первом случае прекратилось поступление рассола в испаритель (проверяют состояние рассольного насоса и устраняют неисправности), во втором — уровень жидкого аммиака в испарителе достиг аварийного (при-

Таблица XVIII—2

Неисправности и их признаки	Причины	Способы устранения
Мала хладопроизводительность, повысилось давление конденсации, при этом	Недостаточная подача воды	Увеличить подачу воды на конденсатор, чтобы нагрев ее был не более 6° С в конденсаторе закрытого типа, не более 3° С в оросительном конденсаторе
нагрев воды 10—15° С	Неравномерное распределение воды по секциям оросительного конденсатора	Отрегулировать водораспределительное устройство
	Высокая температура циркуляционной воды	Проверить и наладить работу устройства для охлаждения воды, увеличить подачу свежей воды
нагрев воды при нормально поступающем количестве незначителен (2—3° С)	Трубы конденсатора загрязнены	Очистить трубы конденсатора
температура конденсации выше температуры отходящей воды более, чем на 5—8° С	В системе воздух, загрязнены трубы конденсатора	Выпустить из системы воздух, очистить трубы конденсатора
уровень аммиака в конденсаторе выше верхней кромки смотрового стекла, температура нагнетания повышена	Недостаточно открыт ТРВА	Отрегулировать ТРВА вращением регулировочного шпинделя
Давление испарения снизилось, при этом:		

чрезмерный нагрев крышек цилиндров, перегрев паров в сухопарнике 8—10° С вместо 1—2° С	В системе недостаточно аммиака	Добавить в систему аммиак
температура рассола на выходе из испарителя на 8—12° С выше температуры испарения	Трубы испарителей загрязнены, поверхность включенных испарителей недостаточна	Очистить трубы испарителей, включить дополнительную поверхность испарителей
жидкостная линия после фильтра покрыта инеем	Засорен фильтр	Промыть фильтр
Всасывающая сторона компрессора и блок в районе цилиндров покрыты инеем, температура нагнетания понижена	Влажный ход компрессора, чрезмерно открыт ТРВА	Отрегулировать ТРВА вращением регулировочного шпинделя
Неравномерный нагрев блока в районе цилиндров	Поломка нагнетательного клапана	Произвести осмотр и ремонт клапана
	Поломка всасывающего клапана	То же
Пониженное давление (температура) кипения (перепад температур между температурой кипения и температурой рассола более 5° С и между температурой кипения аммиака и температурой камер более 10° С)	Велика холодопроизводительность компрессоров, включенных в работу	Остановить часть компрессоров
	Недостаточная поверхность включенных испарителей	Включить дополнительную поверхность испарителей
	Недостаток аммиака в системе	Добавить в систему аммиак
	Чрезмерное обрастание снеговой шубой охлаждающих устройств	Снять снеговую шубу
	Обмерзание труб испарителя из-за слабой концентрации рассола	Проверить плотность рассола и довести концентрацию до нормы

Продолжение табл. XVIII—2

Неисправности и их признаки	Причины	Способы устранения
	Загрязнение теплопередающей поверхности испарителей	Очистить теплопередающую поверхность и продуть от масла и других загрязнений
	Недостаточная подача аммиака вследствие неправильного регулирования; засорение фильтра жидкостного трубопровода и регулирующего вентиля; неисправная работа приборов автоматического регулирования и контроля	Отрегулировать подачу аммиака; очистить фильтр, продуть трубопровод и вентиль; настроить приборы автоматического регулирования и контроля
Повышенное давление (температура) кипения (недостаточные перепады температур между температурой воздуха в камерах или рассола и температурой кипения)	Недостаточная холодопроизводительность включенных компрессоров	Включить дополнительные компрессоры
	Влажный ход компрессора	Отрегулировать подачу аммиака в испарительную систему
	Неисправности в работе (пропуски клапанов, байпаса)	Произвести осмотр и ремонт клапанов и байпаса
Высокая температура всасывания по сравнению с температурой кипения (более чем на 10° С)	Неправильное регулирование подачи аммиака в испарительную систему; регулирующий вентиль открыт недостаточно	Открыть больше регулирующий вентиль и отрегулировать подачу холодильного агента в испарительную систему
	Недостаток аммиака в системе	Добавить в систему аммиак

	Неудовлетворительное состояние изоляции всасывающих трубопроводов	Отремонтировать изоляцию трубопроводов
Влажный ход компрессора (температура всасывания равна температуре кипения; температура нагнетания значительно ниже нормальной; появление инея на стенках цилиндра)	Неправильное регулирование подачи аммиака в испарительную систему	Прикрыть регулирующий вентиль. Настроить приборы автоматического регулирования
	Избыток аммиака в системе	Распределить аммиак по аппаратам испарительной системы. Перепустить излишек аммиака из системы в баллоны или ресиверы
Повышенная температура нагнетания	Неправильное регулирование подачи аммиака в испарительную систему	Приоткрыть регулирующий вентиль, настроить приборы автоматического регулирования
	Недостаток аммиака в системе	Добавить в систему аммиак
	Недостаточная подача воды в охлаждающую рубашку компрессора	Увеличить подачу воды
	Неисправности компрессора (пропуски в клапанах, поршневых кольцах, байпасе и др.)	Произвести осмотр и ремонт клапанов, поршневых колец, байпаса
	Большая длина всасывающего трубопровода, неудовлетворительное состояние его изоляции	Произвести осмотр и ремонт изоляции

Продолжение табл. XVIII—2

Неисправности и их признаки	Причины	Способы устранения
	Подсос воздуха	Устранить неплотности в системе и проконтролировать работу воздухоотделителя
Масляный манометр не показывает давления или показывает ниже нормы	Засорен масляный фильтр (фильтр-заборник)	Снять фильтр и промыть
	Неисправность масляного насоса, маслопровода, масляного манометра	Произвести осмотр и устранение дефектов
Течь масла через сальники	Износ или перекос графитовых колец, задир стальных колец	Разобрать сальник и устранить дефекты
	Течь сальника в результате некачественной центровки компрессора с электродвигателем	Проверить центровку и при необходимости добиться соосности валов

крывают регулирующий вентиль, проверяют состояние мембраны соленоидного вентиля СВМ и устраняют дефекты).

Для остановки компрессора: закрывают регулирующие вентили на испарительную систему; отсасывают в течение 4—5 мин пары хладагента из испарительной системы и закрывают всасывающий вентиль компрессора; выключают электродвигатель компрессора; прекращают подачу воды на компрессор и конденсатор (на конденсатор — в случае если на него не работают другие компрессоры); открывают байпас и закрывают нагнетательный вентиль компрессора; останавливают рассольные насосы; осматривают и проверяют на ощупь нагрев недоступных для осмотра во время работы движущихся деталей и при повышенном нагреве их выясняют причину и устраняют неисправности; проверяют и подтягивают ослабевшие соединения.

Особенности пуска двухступенчатой холодильной установки. При пуске компрессора двухступенчатого сжатия открывают линейные запорные вентили на нагнетательных и всасывающих линиях обеих ступеней и на конденсаторе при закрытых всасывающем и нагнетательном вентилях на компрессоре; открывают байпасы на обеих ступенях; включают электродвигатель (вращение вала должно быть по стрелке, нанесенной на передней крышке компрессора); открывают нагнетательный вентиль цилиндра высокого, затем низкого давления, прикрывая соответствующие байпасы (открытие нагнетательных вентилей должно опережать закрытие байпасов; длительная работа на байпасах не рекомендуется); открывают всасывающий вентиль цилиндра высокого давления и следят за давлением и температурой всасывания; в случае резкого понижения температуры всасывания быстро прикрывают всасывающий вентиль.

При достижении во всасывающей линии высокого давления (0,15—0,2 МПа) постепенно открывают всасывающий вентиль цилиндра низкого давления. При этом следят, чтобы давление в промежуточном сосуде не повышалось выше нормального, а также следят за температурой всасывания (в случае резкого ее понижения, характеризующего «влажный ход» компрессора, быстро закрывают, а затем медленно открывают вентиль всасывания ступени низкого давления).

Затем постепенно открывают регулирующие вентили для подачи жидкого хладагента в промежуточный сосуд и испарители; при появлении стука в компрессоре, что указывает на попадание жидкого аммиака в цилиндр, быстро закрывают всасывающие вентили и после прекращения стука медленно их открывают.

При пуске холодильной установки с раздельными компрессорами низкой и высокой ступени: открывают вентили на нагнетательных трубопроводах от компрессора высокой ступени, у конденсатора и промежуточного сосуда (нагнетательные вентили компрессоров низкой и высокой ступени оставляют закрытыми); подают воду в конденсатор, переохладитель и охлаждающие рубашки компрессоров; открывают байпасный вентиль компрессора высокой ступени; включают электродвигатель компрессора высокой ступени и проверяют по манометру давление масла в системе. Давление должно быть на 0,05—0,1 МПа выше давления в картере; открывают нагнетательный вентиль компрессора высокой ступени и одновременно быстро закрывают байпасный вентиль; постепенно открывают всасывающий вентиль компрессора высокой ступени, не допуская влажного

Таблица XVIII—3

Неисправности и их признаки	Причины	Способы устранения
Мала холодопроизводительность, давление конденсации ниже нормального, при этом		
давление всасывания низкое	В системе мало фреона	Добавить в систему фреон
чрезмерно греется нагнетательная сторона компрессора	В системе много воздуха и недостаточно фреона	Спустить воздух, добавить фреон в систему
давление в испарителе слишком низкое	В ТРВ замерзла влага, содержащаяся во фреоне, неправильно отрегулирован ПТРД	Отогреть вентиль горячей водой, отрегулировать ПТРД
появился иней на трубопроводе за фильтром или осушителем	Засорение фильтра или осушителя	Произвести очистку и промывку
компрессор работает с частым выключением	В системе мало фреона, неправильно отрегулировано РД	Добавить в систему фреон, отрегулировать РД
Давление конденсации выше нормального, при этом		
велик подогрев воды в конденсаторе (до 10° С)	Недостаточная подача воды в конденсатор	Увеличить подачу воды в конденсатор
низкое давление в испарителе	Засорение фильтра на жидкостном трубопроводе или замерзание воды в регулирующем вентиле	Промыть фильтр или отогреть вентиль горячей водой, при повторном замерзании заменить силикагель в осушителе
нагрев воды незначителен (2—3° С) при нормальном ее количестве	Загрязнение труб конденсатора	Очистить трубы конденсатора
Перегрев пара на всасывающей стороне нормальный, а уровень масла в картере понижается, при этом	Нет возврата масла из испарителя	

температура воды на выходе из испарителя на 4—5° С выше температуры фреона	Недостаточно открыт регулирующий вентиль на испарителе	Увеличить подачу жидкого фреона в испаритель путем большего открытия регулирующего вентиля
температура воды на выходе из испарителя нормальная (на 3° С выше температуры кипения), уровень масла в картере компрессора понижается	Недостаточно масла в системе	Проверить на ручной регулировке подачу масла из испарителя при оптимальном перегреве 8° С. В случае неподачи масла из испарителя — добавить масло в картер компрессора или испаритель.
Масло не возвращается из испарителя при перегреве всасывания выше нормального, температура воды на выходе из испарителя выше нормальной	Неправильная настройка ТРВ на жидкостном трубопроводе или недостаточно фреона в системе	Проверить настройку ТРВ путем ручной регулировки, попытаться получить нормальный перегрев, если невозможно, то добавить фреон в систему
Пониженное давление всасывания	Не открыт СВМ	Проверить и отрегулировать СВМ
Температура воды на выходе из испарителя выше нормальной, при нормальном возврате масла из испарителя, при этом		
перегрев паров во всасывающем трубопроводе нормальный	Накопился воздух в системе теплоносителя или загрязнены трубы испарителя	Спустить воздух из трубного пространства испарителя или при остановке очистить трубы испарителя
перегрев пара на всасывании ниже нормального (7° С), температура нагнетания ниже нормальной	Большая подача в испаритель жидкого фреона	Отрегулировать ТРВ или ручным регулированием добиться нормального перегрева

Продолжение табл. XVIII—3

Неисправности и их признаки	Причины	Способы устранения
Появление масляных пятен в местах разъемных соединений	Ослабление или неисправность уплотнения	Подтянуть соединение или сменить прокладку
Утечка масла, фреона через сальник компрессора	Разрушение резиновых прокладок. Износ или перекос графитового кольца. Поломка пружин или их ослабление	Сменить резиновую прокладку, притереть на плите неподвижное кольцо, сменить пружины
Неравномерный повышенный нагрев боковых крышек картера компрессора	Плохо подогнан шатунный подшипник	Немедленно остановить компрессор, произвести шабровку и перетяжку подшипника
Масляный манометр не показывает давления или показывает ниже нормы	Неисправность масляного насоса, манометра, засорены фильтр-заборник и маслопроводы	Произвести ревизию и устранить дефекты

Таблица XVIII—4

Неисправности и их признаки	Причины	Способы устранения
Повышенная или пониженная температура на всасывании компрессора высокой ступени	Разрегулированы поплавковые элементы промежуточного сосуда	Отрегулировать поплавковые элементы по методике, указанной в инструкции по эксплуатации ПРУ-4 и ПРУД
Падение холодопроизводительности, при котором наблюдается падение промежуточного давления; падение температуры нагнетания компрессора низкой ступени; повышение давления всасывания компрессора низкой ступени	Сломана пластина всасывающего клапана компрессора низкой ступени	Заменить пластину всасывающего клапана
Падение холодопроизводительности, при котором наблюдается повышение давления всасывания компрессора низкой ступени; падение промежуточного давления; повышение температуры нагнетания компрессора низкой ступени; сильный нагрев верхней части блок-картера компрессора низкой ступени	Сломана пластина нагнетательного клапана компрессора низкой ступени	Заменить пластину нагнетательного клапана
Падение холодопроизводительности, при котором наблюдается резкое повышение промежуточного давления; падение температуры нагнетания компрессора высокой ступени	Сломана пластина всасывающего клапана компрессора высокой ступени	Заменить пластину всасывающего клапана
Падение холодопроизводительности, при котором наблюдается: резкое повышение промежуточного давления; резкое повышение температуры нагнетания компрессора высокой ступени	Сломана пластина нагнетательного клапана компрессора высокой ступени	Заменить пластину нагнетательного клапана
	Засорен щелевой фильтр	Промыть фильтр

хода; открывают байпасный вентиль компрессора низкого давления; включают электродвигатель компрессора низкой ступени; открывают нагнетательный вентиль компрессора низкой ступени и одновременно закрывают байпасный вентиль; постепенно открывают всасывающий вентиль компрессора низкой ступени, не допуская влажного хода; приоткрывают регулирующие вентили для подачи жидкого хладагента в испарительную систему и промежуточный сосуд (при установившемся режиме давление в промежуточном сосуде не должно превышать 0,35—0,4 МПа).

После вывода установки на режим работы переключают установку на автоматический режим, на котором поддерживают достигнутые проектные температуры.

Помимо общих неисправностей для установок одно- и двухступенчатого сжатия отмечают неисправности, характерные для установок двухступенчатого сжатия, приведенные в табл. XVIII—4.

При остановке двухступенчатой установки закрывают регулирующие вентили и прекращают подачу жидкого аммиака в испаритель и промежуточный сосуд. Снимают нагрузку сначала с компрессора низкой ступени (ц. н. д.), а затем с компрессора высокой ступени (ц. в. д.). Останавливают электродвигатели, закрывают нагнетательные вентили и прекращают подачу воды на конденсатор и компрессоры.

Особенности пуска холодильной машины с ротационным бустер-компрессором. Технология пуска холодильной установки двухступенчатого сжатия с ротационным бустер-компрессором низкого давления АК-РАБ-100А аналогична технологии пуска установок с поршневыми компрессорами. Для двухступенчатых установок с ротационным бустер-компрессором рекомендуется следующее соотношение температуры всасывания с температурой кипения аммиака в испарительной системе:

Температура кипения, °С . .	—25	—30	—35	—40	—45	—50	—55	—60	—65
Температура всасывания, °С	—18	—22	—25	—30	—32	—34	—36	—38	—40

Разница давления нагнетания и всасывания не должна превышать 0,3 МПа (в случае резкого повышения давления нагнетания останавливают компрессор). Давление масла при установившемся режиме работы должно быть выше давления нагнетания компрессора на 0,1—0,15 МПа. При пробной работе ротационного бустер-компрессора следят за уровнем масла в маслоотделителе и состоянием сальника.

После остановки компрессора прекращают подачу воды в его охлаждающую рубашку, так как при охлаждении цилиндра не успевший остыть ротор может заклинить между крышками цилиндра и повредить их.

Возможные неисправности в ротационных компрессорах АК-РАБ-100А, причины и способы их устранения приведены в табл. XVIII—5.

По окончании наладки работы установки на холодопроизводительность без загрузки камер грузами и других потребителей холода

Таблица XVIII—5

Неисправности и их признаки	Причины	Способы устранения
Резкое изменение характера шумов в компрессоре, удары в компрессоре, падение давления нагнетания, давление всасывания равно или близко к давлению нагнетания	Поломка рабочей пластины	Немедленно остановить компрессор, быстро закрыть всасывающий, нагнетательный, масляный и водяной вентили, снять крышку, заменить поврежденную пластину
Уменьшение или отсутствие давления масла в системе смазки	Не отрегулирован регулирующий клапан	Отрегулировать давление масла с помощью регулирующего клапана
	Отсутствует масло в маслоотделителе	Разобрать, прочистить и продуть маслопровод или промыть сетчатый фильтр
	Засорен всасывающий маслопровод или фильтр	Провернуть ручку фильтра на 2—3 оборота в случае необходимости и промыть фильтр
	Засорен щелевой фильтр	Промыть фильтр
Высокое давление масла в системе смазки	Засорение нагнетательного маслопровода	Разобрать, прочистить, продуть маслопровод. Отрегулировать давление масла с помощью регулирующего клапана
Утечка масла из сальника	Разрушение резиновых прокладок	Сменить прокладку
	Износ или перекос графитового кольца	Притереть на плите неподвижное кольцо
	Поломка или ослабление пружины	Сменить пружину
После стоянки ротор компрессора не проворачивается вручную	Разбухание пластин и заклинивание их в пазах ротора	Снять крышку компрессора, вынув пластины, высушить их, зажав между двумя рамными металлическими плитами. Проверить длину пластин

достигают непрерывной в течение 24 ч работы ее при режиме с автоматическим регулированием без каких-либо существенных неполадок, а также устойчивых проектных температур в холодильных камерах, о чем составляют акт.

НАЛАДКА ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ С ЗАГРУЗКОЙ КАМЕР ХОЛОДИЛЬНИКА ГРУЗАМИ

Наладку работы холодильной установки в эксплуатационных условиях проводят после полного окончания строительно-монтажных работ (включая отделочные работы, побелку и очистку помещений от мусора); при условии получения разрешения санитарной инспекции приступить к подготовительным работам по вводу в эксплуатацию данного объекта; наличии на предприятии кадров квалифицированного эксплуатационного персонала для обслуживания холодильной установки; завершения наладки и опробования работы холодильной установки на холодопроизводительность без нагрузки; достаточного количества грузов для загрузки камер.

Основными операциями термической обработки продуктов в холодильниках являются: охлаждение, замораживание и хранение их при оптимальных условиях. Температура и влажность воздуха в камерах, поддерживаемые при эксплуатации их, определены проектом.

Продукты размещают в камерах холодильника с расчетом возможно более полного омывания их холодным воздухом, циркулирующим в камерах. Туши, полутуши и четвертины мяса охлаждают и замораживают в подвешенном состоянии на подвесных путях. Другие продукты поступают в холодильник в таре (ящиках, бочках) и их складируют в камерах неплотными штабелями на решетках с укладкой реек между горизонтальными рядами ящиков (бочек). Между отдельными рядами ящиков оставляют узкие просветы (около 100 мм) в направлении движения воздуха.

Штабеля укладывают, отступая от стен (охлаждающих устройств, воздушных каналов) на 0,3 м и от потолка или нижней поверхности потолочных охлаждающих батарей на 0,2 м. Такие просветы и отступы способствуют равномерной циркуляции воздуха в камерах и поддержанию требуемых температур по всему объему помещений.

В процессе наладки температуру в камерах поддерживают согласно указаниям в проекте.

Для ускорения замораживания продукты загружают в морозильные камеры предварительно охлажденными до температуры 4° С. Замораживание продуктов считают законченным при температуре в толще их на 3° С выше температуры их последующего хранения. Домораживание продуктов в камерах хранения допускается при температуре поступающих грузов не выше —6° С при суточном поступлении их не более 3% от емкости камеры.

Во избежание потерь холода через открытые двери работы по загрузке и выгрузке продуктов из камер производят в возможно короткие сроки. Продолжительность загрузки каждой морозильной камеры не должна превышать 3 ч. Фартуки (заслонки), предупреждающие попадание воздуха из коридоров в камеры в местах прохождения подвесных путей через двери, содержат в закрытом положе-

нии и открывают (автоматически) только при прохождении троллей по подвесным путям.

После загрузки камер продуктами температуру воздуха в них снижают постепенно, обеспечивая оптимальный режим работы холодильной установки, при котором температура испарения хладагента (или рассола) в охлаждающих устройствах должна быть ниже температуры воздуха в камерах на 10° С, а температура кипения хладагента в испарителе на 5—6° С ниже средней температуры рассола. Температура паров во всасывающем трубопроводе компрессора должна быть на 5—8° С выше температуры испарения в охлаждающих устройствах или испарителе для аммиачных и 8—12° С для фреоновых холодильных установок.

Одним из основных условий достижения в холодильных камерах требуемых проектных температур является надлежащая работа охлаждающих устройств в камерах (батарей и воздухоохладителей), равномерное поступление во все устройства жидкого хладагента (хладоносителя) и равномерный отсос паров хладагента (возврат хладоносителя) из них. Исправную работу охлаждающих устройств контролируют визуально по равномерному покрытию батарей слоем инея и обмерзанию.

Параллельно с наладкой технологического режима работы холодильной установки проводят окончательное регулирование и наладку действия приборов автоматической защиты, контроля и управления.

В процессе комплексного опробования холодильной установки в эксплуатационных условиях с загрузкой камер холодильника грузами и других потребителей холода должны быть достигнуты непрерывная и бесперебойная работа установки на режиме с автоматическим регулированием в течение 72 ч, а также проектные температуры в холодильных камерах.

В период производства работ по наладке холодильной установки на холодопроизводительность ведут журнал работы: записывают в него все технологические параметры.

По окончании пусконаладочных работ и получении удовлетворительных результатов работы холодильной установки с загруженными камерами при достижении проектных показателей в течение одного-двух циклов замораживания продуктов холодильную установку сдают заказчику в постоянную эксплуатацию по акту.

ГЛАВА XIX

ОТЧЕТНОСТЬ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА ВЫПОЛНЕННЫЕ ПУСКОНАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ

Во время производства пусконаладочных работ специализированная пусконаладочная организация ведет формуляр технической документации, в состав которого входят акты на приемку оборудования в наладку пусконаладочной организацией от заказчика; о выявленных недостатках в проекте (при наличии таковых); проверки соответствия проекту и техническим условиям выполненных монтажных работ; продувки, испытания на прочность и герметичность систем

холодильных установок и компрессоров; ревизии (при надобности) обкатки компрессоров и остального технологического оборудования; о вакуумировании систем, о заполнении систем хладагентом, маслом и хладоносителем; о наладке работы холодильной установки на холодопроизводительность с приложением журнала работы установки в процессе наладки; о наладке работы холодильной установки в эксплуатационных условиях с загрузкой камер продуктами с указанием достигнутых проектных показателей: по холодопроизводительности установки, производительности морозилок, пропускной способности камер охлаждения, емкости камер хранения и прочим показателям с приложением журнала работ.

В журнал работы холодильной установки заносят следующие технологические параметры: температуру испарения хладагента (по каждой температуре испарения); температуру и давление во всасывающих и нагнетательных трубопроводах каждого компрессора; температуру конденсации хладагента; температуру подаваемой и отходящей от конденсатора воды; температуру воды в источнике водоснабжения; температуру воды, отходящей из охлаждающих рубашек цилиндров каждого компрессора; давление и температуру масла в каждом компрессоре; температуру и влажность наружного воздуха; температуру и влажность в каждой холодильной камере; напряжение силовой электросети и силу тока по амперметрам.

Перечисленные параметры и нижеприведенные условия загрузки и выгрузки продуктов записывают в журнал через 4 ч в течение всего срока наладки работы холодильной установки, указывая дату и время занесения каждой записи. Запись производят ответственные представители заказчика и наладочной организации.

Условия загрузки и выгрузки продуктов по каждой камере отражают в специальном журнале, в котором указывают: дату и часы загрузки и выгрузки; количество загруженных и выгруженных продуктов; начальную и конечную температуру продуктов.

В журнал выполнения пусконаладочных работ заносят все отклонения от нормальных условий работы холодильной установки с указанием времени и принятых мер по их устранению.

Если в процессе наладки холодильной установки не были получены проектные параметры, то пусконаладочная организация выявляет причины несоответствия фактических параметров проектным и дает предложения по устранению их, фиксируя это в акте сдачи-приемки холодильной установки заказчиком.

В процессе выполнения работ представители пусконаладочной организации знакомят персонал заказчика со схемами аммиачной (фреоновой) или рассольной систем, циркуляции охлаждающей воды, а также инструктируют его по следующим элементам работы данной холодильной установки: оптимальным режимам работы установки в технологическом и экономическом отношениях в зависимости от степени загрузки холодильника продуктами и времени года; устранению причин отклонения работы установки от оптимальных режимов; способам обслуживания и устранения неисправностей в работе каждого агрегата установки при эксплуатации; профилактическому ремонту оборудования установки; возможности взаимной заменяемости и способам переключения работы компрессоров и остальных агрегатов установки с одной температуры испарения на другую; пополнению системы хладагентом, хладоносителем и маслом; способам оттаивания охлаждающих устройств; правилам техники безопасности.

Инструктаж персонала заказчика оформляют в виде журнала, в котором отражают темы инструктажа, время и продолжительность его проведения.

О выполненных пусконаладочных работах составляют техническое заключение, содержащее следующие разделы: общую часть; краткую техническую характеристику холодильной установки и характеристику проекта, по которому выполнялись монтажные работы, с указанием проектной организации, разработавшей или привязавшей проект (в случае привязки типового проекта), даты выпуска или привязки проекта и организации, утвердившей проект; характеристику монтажных работ; данные о выполненных пусконаладочных работах; рекомендации и предложения по рациональной эксплуатации холодильной установки.

В общей части приводят следующие данные: наименование заказчика, генподрядчика, монтажных организаций, выполнявших специальные строительные и монтажные работы по данному проекту с указанием сроков производства их (начала, окончания); наименование пусконаладочной организации с указанием сроков выполнения ею работ с ссылкой на договор, заключенный с заказчиком (в случае изменения сроков — с указанием их причины); состав пуско-наладочной бригады с указанием должности, специальности, разряда, фамилии, имени и отчества исполнителей.

Краткая характеристика объекта содержит: описание схем холодильной установки — аммиачной (насосной, безнасосной), фреоновой, рассольной, водяной (охлаждения конденсаторов и компрессоров), перечень установленных компрессоров, центробежных насосов, холодильной аппаратуры с указанием марок (типов), холодопроизводительности и поверхности охлаждения; описание элементов автоматизации регулирования работы установки и защиты компрессоров; указание емкости холодильных камер, производительности морозильных камер и других потребителей холода (льдогенераторов, охладителей молока и пр.).

Характеристика выполненных монтажных работ содержит оценку качества их в части: соответствия проекту, техническим условиям и правилам производства монтажных работ с ссылкой на акт проверки их выполнения и указанием мер, принятых для устранения дефектов и недоделок, допущенных при монтаже.

Данные о выполненных пусконаладочных работах содержат техническое описание поэтапного производства их со ссылками на соответствующие акты и приложением журнала выполнения работ.

Рекомендации пусконаладочной организации заказчику по рациональной эксплуатации холодильной установки содержат: предложение об оптимальном режиме работы установки в технологическом и экономическом отношениях; указания о недостатках (при наличии таковых) установки в целом, отдельных агрегатов оборудования и мерах, рекомендуемых для устранения этих недостатков; информацию о технике безопасности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Беккергун А. Л., Гальперин Д. М. Монтаж технологического оборудования холодильников и холодильных установок. М., Издательство литературы по строительству, 1969. 334 с.

Гальперин Д. М. Монтаж технологического оборудования птицефабрик и птицеперерабатывающих предприятий. М., Стройиздат, 1971. 254 с.

Гальперин Д. М. Обобщение опыта монтажа холодильного оборудования пищевых предприятий поточно-совмещенным способом (обзор). М., ЦБНТИ Минмонтажспецстроя СССР, 1970. 42 с.

Гальперин Д. М., Горбатов В. М. Справочник по монтажу, наладке, эксплуатации и ремонту оборудования мясной промышленности. М., «Пищевая промышленность», 1975. 615 с.

Инструкция по производству пусконаладочных работ на холодильных установках предприятий пищевой, мясной, молочной и рыбной отраслей промышленности (МСН 227—70), М., ЦБНТИ Минмонтажспецстроя СССР, 1970. 56 с.

Матвеев В. В. Примеры расчета такелажной оснастки. Л. Стройиздат, 1974. 206 с.

Резников А. И. Ценообразование в строительстве (монтажные работы). М., Издательство литературы по строительству, 1969. 142 с.

Рубинович Л. Д. Изготовление и монтаж трубопроводов и охлаждающих приборов холодильных установок. М., «Пищевая промышленность», 1966. 227 с.

Справочник по специальным работам. Монтаж технологического оборудования. Под редакцией М. П. Демата. М., Издательство литературы по строительству, 1970. 815 с.

Строительные нормы и правила. М., Издательство литературы по строительству, 1963—1973.

Чупахин Н. М. Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильных установок, М., «Пищевая промышленность», 1968. 306 с.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Автоматы сварочные
— в среде защитного газа 120
— под флюсом 118
Автопогрузчики для монтажа оборудования 96, 225
Агрегаты сварочные 116
Агрегаты холодильные, монтаж
— компрессорно-конденсаторные с блок-картерными поршневыми компрессорами 239
— компрессорные двухступенчатого сжатия с винтовым бустер-компрессором 251
— — двухступенчатого сжатия с ротационным бустер-компрессором 246
— — одноступенчатого сжатия типа НФ (импортные) 257
— роторные 309
— теплообменные испарительно-конденсаторные 272, 273
— — испарительно-регулирующие 274, 276
— — конденсаторно-ресиверные 276
Агрегаты холодильные, наладка
— скороморозильные ФМБ и ФБМ 444
— морозильные роторные 446
Аппарат скороморозильный ГКА-4
— монтаж 307
— наладка 441
Арматура трубопроводная
— — виды 65
— — техническая характеристика 66
— — условные буквенные и цифровые обозначения 65
— — условные графические обозначения 71

Б

Бассейны брызгальные, см. Охлаждающие пруды
Батареи охлаждающие, изготовление и монтаж
— из оребренных и гладких труб 290—298
— из стеклянных труб рассольные 299
— панельные 298, 299
Бесподкладочный способ монтажа 28
Болты, размеры и масса 80, 83
— сборка резьбовых соединений 194

В

Валы, сборка 185
Вентиляторы, монтаж
— для градирен 217
— центробежные 216
Вентиляторы, установка на фундамент 196
Воздухоотделители, монтаж 289
Воздухоохладители, изготовление 302
— монтаж 307
Вышка телескопическая катучая ВТК-9 128, 129

Г

Гайки, размеры и масса 80
— сборка резьбовых соединений 195
Гайковерт пневматический 129, 132
— электрический 129, 131
Генераторы ацетиленовые переносные 123
Горелки для газовой сварки 122
— — ручной дуговой сварки 121
Градирни, монтаж
— брызгальные 277
— вентиляторные 277
— капельные 277
— пленочные 277
Грузоподъемные механизмы, монтаж 144
— — подъем и установка оборудования 150, 152, 169, 178

Д

Документация на монтажные работы 6
— на трубопроводы 321
— на пусконаладочные работы 412, 465
Домкраты 111

З

Заполнение холодильных систем
— аммиаком 421
— рассолом 420
— фреоном 426
Зубила 135

И

Инструменты слесарно-монтажные 129
Испарители, монтаж
— агрегатированные, см. Агрегаты теплообменные
— кожухозмеевиковые 268
— кожухотрубные 268, 269, 271
— панельные 268, 270, 271
— погружные 272
Испытание холодильных систем перед пуском 420

К

Канаты стальные, 104
Карты технологические на монтаж оборудования 20
Катки для перемещения оборудования 143
Комплектация объекта оборудованием 11
Компрессоры, монтаж
— агрегатированные, см. Агрегаты компрессорные
— блок-картерные 230
— винтовые 251
— оппозитные горизонтальные 242
— ротационные 250
Компрессоры, наладка
— блок-картерные 431
— винтовые 440
— оппозитные горизонтальные 432
— ротационные 439
Компрессоры, подготовка к пуску 401
— установка на фундамент 196
Конвейеры, монтаж
— наклонные 226, 227, 228
— подвесные 226, 228
— штанговые 229
Конвейеры, наладка 430
Конденсаторы, монтаж
— агрегатированные 272, 276
— испарительные 264, 265
— кожухозмеевиковые 261, 265
— кожухотрубные 261, 264, 265, 268
— эвапоративные 265, 268
— элементные 261, 265
Кондиционеры, монтаж 310
— наладка 447
Кран-балки, монтаж 144
— подъем и установка оборудования 150
Краны мостовые, монтаж 144
— — подъем и установка оборудования 150
Краны стреловые самоходные
— автомобильные 84
— гусеничные 87
— пневмоколесные 91, 93
— с маневренными расчаленными стрелами 160
— характеристики грузовысотные 160—164, 167—169
Краны стреловые самоходные
— монтаж блоков подвесных путей 224
— — вентиляторов 218
— — теплообменных аппаратов 166
— — холодильного оборудования 165
Ключи гаечные 129, 135
— динамометрические 135
— трубные 135
Крупноблочный способ монтажа 23

Л

Лебедки
— грузоподъемные характеристики 109
— расчет крепления 139, 142
— монтаж испарителя 180
— — компрессора 230
— — конвейеров 225, 228
— — подвесных путей 221
Линейки измерительные металлические 136
— лекальные 137, 197

М

Маслоотделители, монтаж 281
Маслосборники, монтаж 283
Манометры и мановакуумметры, монтаж 395
Материалы набивочные 73
— обтирочные 75
— прокладочные 72
— сварочные 76
— смазочные 73
Мачты, подъем и установка оборудования 144, 145, 169
— предельные нагрузки 112
Машины для резки металла
— АСШ-70 для кислородной вырезки фигурных деталей из стального листа 123
— «Радуга» для прямоугольной резки листовой стали 123
Метчики 135
Металлоконструкции, документация 362
— изготовление 379, 384
— монтаж 390
Микрометр 138, 200
Модуль зуба 191
Молотки слесарные 129
Монтаж (подготовка и организация) 5
Монтажная площадка 21
Монтажное оборудование 84
Монтажные заготовки 21

Н

Наладка холодильной установки
— без загрузки камер 449
— с загрузкой камер 464
Напильники 135
Насосы, монтаж 212, 213, 215
Насосы, наладка
— для аммиака 430
— для рассола и воды 428
Насосы, установка на фундаменты 196
Ножовочные полотна 135
Нутромеры 136

О

Обкатка холодильных машин 419
Оборудование нестандартизированное
— документация 362
— изготовление 379, 384
— монтаж 390
Основания для установки оборудования 194
Оси 185
Отвесы 136
Отделители жидкости, монтаж 284
Охлаждающие пруды 276

П

Подмости телескопические колесные ПТК-8 127, 128
Подшипники 187
Подъемники самомонтирующиеся конструкции ЦПКБ Главлегпродмонтажа
— конструкция 126, 151
— монтаж 149
— подъем и установка оборудования 151
Подъемники штанговые ручные 127
Полуавтоматы сварочные
— в среде защитных газов 121
— под флюсом 117
Последовательный способ монтажа 23
Поточно-совмещенный способ монтажа 22, 228, 241, 272
Поточно-узловой способ монтажа 26
Приборы автоматики, монтаж 393
Приемка оборудования в монтаж 12
— строительной части здания 9
Приспособление конструкции А. И. Лебедева для установки пристенных батарей 126
Передачи, монтаж
— зубчатые 191
— клиноременные 192
— ременные 192
— цепные 193
— червячные 191
Переохладитель противоточный, монтаж 278
Поверочные плиты 138, 197
Поводок универсальный конструкции Д. М. Гальперина 125
Погрузчики
— перемещение оборудования 139, 142
— техническая характеристика 95, 96
Подвески чугунные 219
Подвесные пути бесконвейерные
— — конструкции 219
— — монтаж 220
— — наладка 431
Подкладки металлические, установка оборудования 126, 195
Подмости выдвижные самоходные 127, 128
— телескопические колесные 127, 128, 129

Прицепы автомобильные 103
Пробойники 135
Проверочные измерения при монтаже 197
Проволока порошковая 78
Проект организации строительства (ПОС) 14
— производства монтажных работ (ППР) 15
Подкладки клиновые регулируемые 126
Промежуточные сосуды, монтаж 285
Пусконаладочные работы (подготовка и организация) 409
Пуск холодильной установки 449

Р

Рашпили 135
Резак 124
Резка металлов 211
Ревизия предмонтажная
— запорно-регулирующей арматуры 14
— оборудования 13
Ревизия холодильных машин перед пуском 419
Регуляторы, монтаж
— перегрева (ТРВ) 398
— уровня (ПРУД) 396
Реле, монтаж
— давления 394
— контроля смазки (РКС) 399
— протока воды (РП-12) 401
Ресиверы, монтаж
— дренажные 280
— линейные 279
— циркуляционные 280
Рулетка измерительная 136, 198

С

Сварка, виды и назначение 201, 202
— режимы 202—209
Сварочные агрегаты, см. Агрегаты сварочные
Сверла 135
Сверлильные машины, виды и характеристика 129, 130
Светофильтры, выбор и назначение 212
Скороморозильный аппарат, см. Аппарат скороморозильный
Системы холодильных установок
— испытание 407
— продувка и промывка 406
Соединительные муфты 188
Соединения резьбовые 194
Соленоидный вентиль, монтаж 399
Специальные приспособления для монтажных работ 125
Способы монтажа 27
— бесподкладочный 28
— крупноблочный 23
— последовательный 23
— поточно-совмещенный 22
— поточно-узловой 26

Сталь 28
Станок для оребрения труб 125
Стрелы монтажные переносные 179

Т

Такелажная оснастка, расчеты при подъеме груза 104, 176, 178
Такелажные работы 138
Тали 109
Термометры, монтаж 393
Тракторы для перемещения оборудования 102
— для сварки металлов 118
Трансформаторы сварочные 115
Трайлеры 103
Трубопроводы технологические
— арматура, см. Арматура трубопроводов
— группы и категории 321
— документация 320—327
— — деталировочные чертежи 324, 326, 327
— — монтажно-технологические схемы 322
— — монтажные чертежи 322, 323
— изготовление деталей 329
— — узлов 339
— испытание узлов 352
— монтаж металлических трубопроводов 353
— — стеклянных трубопроводов 358
— ревизия и испытание арматуры 347
— сборка и сварка элементов 343
Тягачи 102

У

Угольник для проверки измерений 198
Уровни для проверки измерений 197
— слесарные 136
— рамные 136
Установка сублимационная, монтаж 318

Ф

Флюсы 77
Фундаменты
— монтаж испарителей 271
— — компрессоров 230, 245, 254, 259
— установка оборудования 194

Х

Холодильные агрегаты, см. Агрегаты холодильные
Холодильные машины, монтаж 254
Холодильная установка, наладка с загрузкой камер 464
Холодильная установка, пуск и наладка без загрузки камер 449
— — автоматизированная 451
— — двухступенчатая 457
— — с ротационным бустер-компрессором 462

Ч

Чертежи монтажные рабочие 6
— на трубопроводы 6, 322—327
— на металлоконструкции 7

Ш

Шаберы 129, 133, 135
Шаблоны резьбовые 138
Шаг зубьев 191
Шайбы 80
Шестерня 191
Шлифовальные машины
— — пневматические 129, 134
— — электрические 129, 133
Штангенциркули 136, 199
Штангенрейсмус 199
Штангенглубиномер 199
Штихмассы 197, 198, 200
Щупы 137, 201

Э

Электроды 76
Электропогрузчики 98
Электротельферы 150

Я

Якори 112

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Глава I. **Подготовка и организация производства монтажных работ** 5

Проектно-техническая и монтажно-технологическая документация 6
Сметная документация 7
Приемка строительной части зданий и сооружений под монтаж оборудования и конструкций 9
Производственно-технологическая комплектация объекта оборудованием и материальными ресурсами 11
Предмонтажная ревизия оборудования и запорно-регулирующей арматуры 13
Проект организации строительства и проект производства монтажных работ 14
Технологические карты на монтаж оборудования, изготовление и монтаж охлаждающих устройств 20
Организация монтажной площадки и изготовления монтажных заготовок 21
Способы производства монтажных работ 22

Глава II. **Материалы, применяемые при монтаже и наладке холодильных установок** 28

Сталь 28
Трубы и детали трубопроводов 36
Выбор и обозначение трубопроводной арматуры 65
Прокладочные и набивочные материалы 72
Смазочные и обтирочные материалы 73
Сварочные материалы 76
Болты, гайки и шайбы 80

Глава III. **Выбор монтажного оборудования, механизмов, приспособлений и инструментов для производства монтажных и наладочных работ** 84

Стреловые самоходные краны, погрузчики, тракторы, автотягачи и трайлеры 84
Такелажная оснастка 104
Оборудование для сварки и резки металлов 114
Основные специальные приспособления для изготовления монтажных заготовок и производства монтажных работ 125
Механизированные и ручные слесарно-монтажные инструменты 129

Глава IV. **Такелажные работы** 138

Перемещение оборудования по горизонтальной и наклонной плоскостям 138
Монтаж грузоподъемных механизмов и приспособлений для производства механомонтажных работ 144
Подъем и установка оборудования и конструкций мостовыми кранами, кран-балками, электротельферами и самомонтирующимися подъемниками 150
Подъем и установка оборудования и конструкций стреловыми самоходными кранами 152
Подъем и установка оборудования и конструкций монтажными мачтами 169
Подъем и установка оборудования и конструкций с креплением такелажной оснастки к строительным конструкциям зданий и сооружений 178

Глава V. **Монтажно-сборочные и сварочные работы** 185

Сборка типовых узлов и деталей оборудования 175
Установка и крепление оборудования на фундаментах и основаниях 194
Проверочные измерения при монтаже оборудования и конструкций 197
Сварочные работы 201

Глава VI. **Монтаж общезаводского оборудования и транспортных устройств** 212

Монтаж насосов 212
Монтаж вентиляторов 416
Монтаж подвесных монорельсовых путей и конвейеров . . . 218

Глава VII. **Монтаж компрессоров, компрессорных агрегатов и холодильных машин** 230

Монтаж блок-картерных аммиачных и фреоновых компрессоров 230
Монтаж аммиачных и фреоновых компрессорных и компрессорно-конденсаторных агрегатов с блок-картерными поршневыми компрессорами 239
Монтаж аммиачных горизонтальных оппозитных компрессоров 242
Монтаж аммиачных компрессорных агрегатов двухступенчатого сжатия с ротационными бустер-компрессорами 246
Монтаж аммиачных компрессорных агрегатов двухступенчатого сжатия с винтовыми бустер-компрессорами 251
Монтаж холодильных машин для охлаждения рассола и непосредственного охлаждения 254
Особенности монтажа импортных аммиачных компрессорных агрегатов для охлаждения воды, рассола и для систем непосредственного охлаждения 257

Глава VIII. **Монтаж основных теплообменных аппаратов, аппаратных агрегатов и устройств для охлаждения воды** . . 261

Монтаж конденсаторов и испарителей 261
Монтаж аппаратных агрегатов 272
Монтаж градирен и охлаждающих прудов 276

Глава IX. **Монтаж вспомогательных аппаратов холодильных установок** 278

Монтаж противоточных переохладителей 278
Монтаж ресиверов 279
Монтаж маслоотделителей и маслосборников 281
Монтаж отделителей жидкости 284
Монтаж промежуточных сосудов 285
Монтаж воздухоотделителей 289

Глава X. **Изготовление и монтаж охлаждающих устройств** . 290

Изготовление и монтаж охлаждающих батарей 290
Изготовление и монтаж воздухоохладителей 301
Монтаж скороморозильных аппаратов, кондиционеров и холодильной системы сублимационной установки 307

Глава XI. **Изготовление и монтаж технологических трубопроводов холодильных установок** 320

Технологические трубопроводы холодильных установок . . . 320
Техническая документация на трубопроводы 320
Изготовление деталей и узлов трубопроводов 329
Монтаж технологических трубопроводов 353

Глава XII. **Изготовление и монтаж технологических металлоконструкций и нестандартизованного оборудования** 361

Технологические металлоконструкции и нестандартизованное оборудование холодильников и холодильных установок . . . 361
Техническая документация на технологические металлоконструкции и нестандартизованное оборудование 362
Изготовление технологических металлоконструкций и нестандартизованного оборудования 379
Монтаж технологических металлоконструкций 390

Глава XIII. **Монтаж приборов автоматического контроля и управления** 393

Глава XIV. **Испытания и сдача систем смонтированных холодильных установок в производство пусконаладочных работ** . . 401

Подготовка к пуску воздушного компрессора и его обслуживание 401
Продувка и промывка систем 406
Последовательность испытания систем и сдача в производство пусконаладочных работ 407

Глава XV. **Подготовка и организация производства пусконаладочных работ** 409

Глава XVI. **Общие сведения о производстве пусконаладочных работ** 412

Ознакомление с объектом, проектно-сметной и технической документацией 412
Проверка соответствия проекту выполненных монтажных работ 413

Проверка качества и соответствия техническим условиям выполненных монтажных работ 418
Ревизия, пуск, обкатка машин, продувка и испытание холодильных систем 419
Заполнение холодильных систем хладагентом и хладоносителем 420
Глава XVII. **Особенности наладки основных видов общезаводского и холодильного оборудования** 426
Глава XVIII. **Пуск холодильной установки и наладка ее работы на холодопроизводительность** 448
Пуск и наладка холодильной установки без загрузки камер грузами 449
Наладка холодильной установки в эксплуатационных условиях с загрузкой камер холодильника грузами 464
Глава XIX. **Отчетность и техническая документация на выполненные пусконаладочные работы** 465
Список использованной литературы 468
Предметный указатель 469

Давид Миронович Гальперин

МОНТАЖ И НАЛАДКА ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Редакторы: *А. Л. Циперсон, Г. А. Гусева*
Художник *Е. Н. Волков*
Художественный редактор *Е. К. Селикова*
Технический редактор *Г. Г. Хацкевич*
Корректоры *Р. А. Любарская, И. М. Авейде*

Т—09684. Сдано в набор 22/I—1976 г. Подписано в печать 31/V—1976 г. Формат 84×108 1/32. Бумага типографская № 3. Объем 15 п. л. = =25,2 усл. п. л. Уч.-изд. л. 29,57. Тираж 60.000 экз. Заказ 466. Цена 1 р. 71 к.

Издательство «Пищевая промышленность»
113035, Москва, М-35, 1-й Кадашевский пер., 12.

Владимирская типография Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
600610. Гор. Владимир, ул. Победы, д. 18-б.