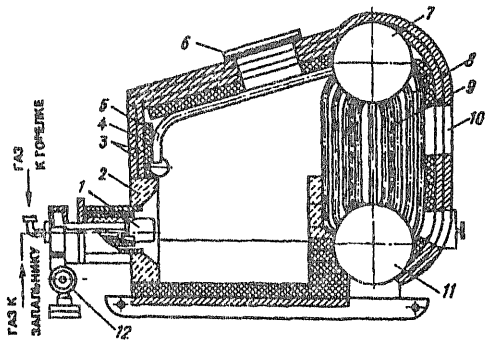
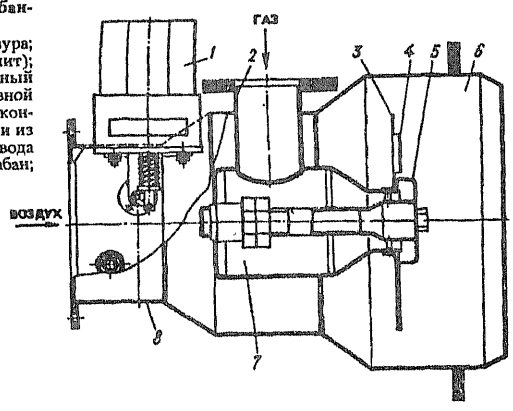
ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

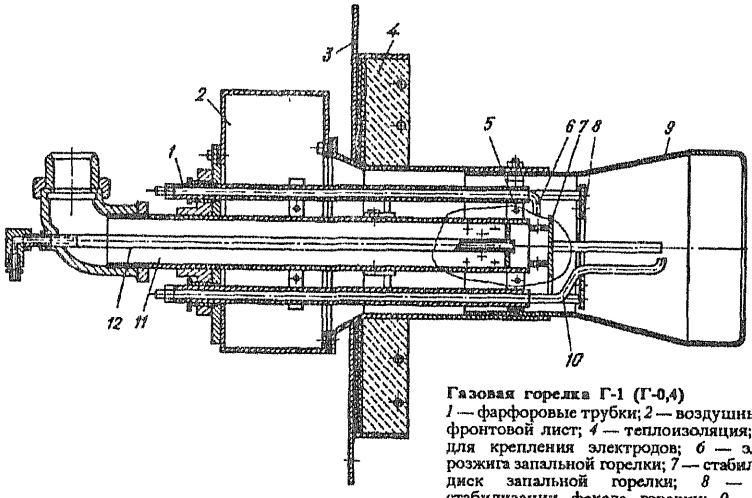
ЭНЦИКЛОПЕДИЯ



Вертикально-водотрубный двухбарабанный котел Е-1/9-11
1 — горелка Г-1; 2 — коническая амбразура; 3 — теплоизоляция (вулканит или совелит); 4 — огнеупорный кирпич; 5 — потолочный экран; 6 — предохранительный взрывной клапан; 7 — верхний барабан; 8 — конвективный пучок труб; 9 — перегородки из жаростойкой стали; 10 — канал для отвода продуктов сгорания; 11 — нижний барабан; 12 — дутьевой вентилятор



Основная горелка газогорелочного автоматизированного блока Л1-Н
1 — электромагнитный привод к воздушной заслонке; 2 — газовый патрубок; 3 — стабилизирующий диск с лопатками; 4 — лопатка; 5 — газовый распределитель; 6 — смеситель; 7 — газовая камера; 8 — воздушный патрубок



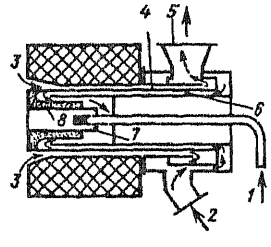
Газовая горелка Г-1 (Г-0,4)
1 — фарфоровые трубки; 2 — воздушный короб; 3 — фронтовой лист; 4 — теплоизоляция; 5 — хомуты для крепления электродов; 6 — электрод для розжига запальной горелки; 7 — стабилизирующий диск запальной горелки; 8 — шайба для стабилизации факела горелки; 9 — конический смеситель; 10 — контрольный электрод; 11 — основная труба для подачи газа; 12 — запальная труба

горелками Г-1 и Г-0,4. Горелку устанавливают с фронта в верхней части котла к конич. амбразуре из жаростойкого бетона. Горелка с принудит. подачей воздуха Г01 имеет 2 трубы для подвода газа: осн. и запальную (для розжига и стабилизации горения). Горелка в соответствии с применяемой системой автоматики работает в двухпозиц. режиме: 100 и 40% номин. расхода газа. Подачу воздуха в горелку в зависимости от расхода газа регулируют заслонкой, установл. на воздушном регистре. Разработаны 2 модификации горелок: устанавливаемые вертик. и горизонт., отличающиеся размерами и способом крепления стабилизирующей шайбы. Воздух, необходимый для горения, подают вентилятором.

Выпускаемые чугунные секц. котлы оборудуют топками для сжигания твердого топлива в слое на *колосниковой решетке*; стальные отопит. котлы малой мощности приспособлены для сжигания твердого, жидкого и газообразного топлив. Поэтому при наличии газообразного топлива котлы переоборудуют для сжигания газа. Тип газогорелочного устройства зависит от марки котла, его мощности, наличия резервного топлива, его вида, давления газа в подводящем газопроводе. При переоборудовании котлов на газообразное топливо выполняют ряд условий, гл. из к-рых — соблюдение равномерного темпрного поля по объему топки, исключающего локальные перегревы чугунных секций.

При переводе котлов на газообразное топливо используют 2 способа: 1) горелки располагают на колосниковой решетке, частично закрытой огнеупорным кирпичом; 2) топку оборудуют одной или неск. факельными горелками, располагаемыми на фронтальной стенке котла. При газооборудовании котлов по первому способу применяют атм., подовые, форкамерные и др. трубчатые горелки, обеспечивающие сжигание газа по двухстадийному принципу; по второму — горелки, обеспечивающие короткий кинетич. факел. Наибольшее распространение получили эжекц. (ИГК, БИГ) и дутьевые (ГГВ, Г-1,0, ГМГм, Л1-Н) горелки. Чугунный автоматизиров. котел "Факел" и чугунно-стальной котел "Братск-1г" комплектуются автоматизиров. горелочным блоком Л1-Н и блоком автоматики. Блок Л1-Н работает в режиме автоматич. двухпозиц. регулирования тепловой мощности котла: 100% ("большое горение") и 40% ("малое горение") номин. мощности, обеспечивая поддержание пост. темп-ры воды на выходе из котла при перем. теплопотреблении. Автоматика безопасности блока прекращает подачу газа в случаях: отсутствия пламени у осн. или запальной горелки; повышения или понижения давления газа или воды в котле; понижения давления воздуха перед осн. горелкой; повышения в котле темп-ры воды выше 115°С.

ГОРЕЛКА ГАЗОВАЯ РЕКУПЕРАТИВНАЯ — горелочное устройство, совмещающее функции топливосжигающего устройства и теплоутилизац. (рекуперативного) *теплообменного аппарата*, позволяющее использовать *теплоту* уходящих газов (продуктов сгорания). Г.г.р. предназначена для сжигания природного газа в пром. печах (камерных, с тарельчатым подом, безокислит., скоростных и др.). Совмещение горелки и теплообменника позволяет исключить трубопроводы горячего *воздуха*, повысить темп-ру воздуха и факела (до 2000°С). В Г.г.р. газ



Горелка газовая рекуперативная

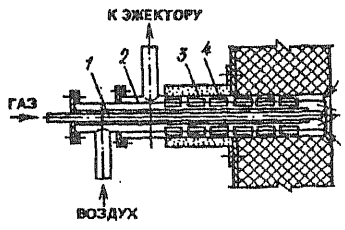
UTILITIES IN BUILDINGS AND STRUCTURES

ENCYCLOPAEDIA

Editorial Board

S.V. Yakovlev
(Head of the Board, Academician of the Russian Academy of Sciences),
V.N. Bogoslovsky, Doctor of Technical Sciences,
V.A. Gladkov (Secretary in Charge, Doctor of Technical Sciences),
A.A. Ionin, Doctor of Technical Sciences,
V.G. Nemzer, Bachelor of Technical Sciences,
A.N. Scanavi, Bachelor of Technical Sciences,
V.P. Titov, Doctor of Technical Sciences

Moscow Stroyizdat 1994

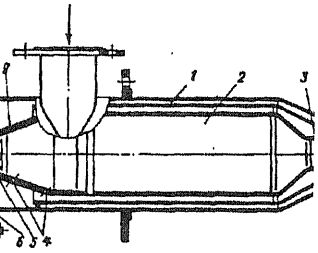


Скоростная горелка газовая рекуперативная

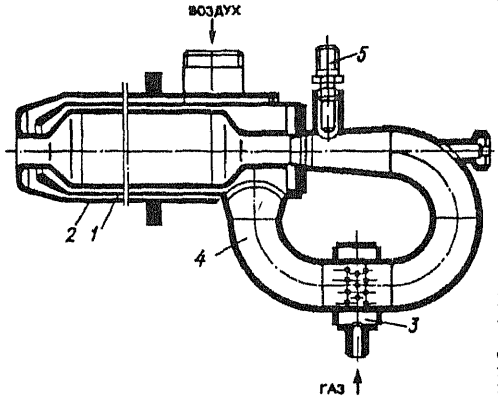
поступает по трубе *1*, воздух — в патрубок *2*. Продукты сгорания газа отбираются из объема топки в зоне *3* и отводятся по кольцевой трубе *4*, а по кольцевой трубе *5*, располож. внутри трубы *4*, подается воздух, необходимый для горения. Трубы *4* и *6* выполняют роль рекуперативного теплообменника с противоточным движением греющей и нагреваемой сред. Нагретый в межтрубном пространстве воздух до 600°С подается к соплу *7*, в к-ром смешивается с газом. Горение происходит в туннеле *8*. Охлажд. продукты сгорания отводятся из горелки через патрубок.

Скоростная Г.г.р. состоит из 3 концентрически располож. труб: внутр. *1* для подвода газа, трубы *2*, образующей с газовой кольцевую щель, в к-рой движется воздух, и наружной *3*, охватывающей воздушную трубу и образующей с ней вторую кольцевую полость, через к-рую продукты сгорания газа из топочного пространства отсасываются *инжектором* из печи. Воздухоотводящая труба *4*, выполняющая роль рекуператора, оребрена и выполнена из жаропрочной стали. Темп-ра подогрева воздуха достигает 900°С. В горелке осуществляется также и подогрев газа, к-рый истекает из сопла в трубе *1* со скоростью 20—40 м/с, а воздух — из отверстий, располож. по конич. поверхности носика горелки, со скоростью 100 — 200 м/с. При таких условиях происходят интенсивное смесеобразование и сжигание газа по кинетич. методу коротким факелом. Г.г.р. обеспечивает широкий диапазон регулирования тепловой мощности.

ГОРЕЛКА ГАЗОВАЯ СКОРОСТНАЯ — устройство, обеспечивающее полное сжигание газа во встроенной камере сгорания и истечение продуктов сгорания из нее в топочное пространство с большой скоростью (до 200 м/с). При сжигании газа в закрытом небольшом объеме внутри Г.г.с. развивается высокая темп-ра (1700—1900°С и более), резко увеличивается давление газов, что обеспечивает их высокую скорость на выходе из калибров сопла горелки. Созданы Г.г.с. с камерой горения 2 типов: из жаростойкой стали с охлаждением ее стенок воздухом, подаваемым на горение (ГВ, ПИВС, СВП), и из высококачественных огнеупорных материалов (ГНПС). Г.г.с. типа ГВ с воздухоохлаждаемой камерой сгорания, выполн. из жаропрочной хромоникелевой стали, работает на холодном природном газе и подогретом воздухе. Последний нагревается, охлаждая металлич. камеру сгорания с зауженным выходом (калиброванным соплом). Горелка типа ГВ спроектирована из условия, что темп-ра стенки камеры сгорания не должна превышать 900—950°С, а темп-ра подогрева воздуха — 600°С. Для предварит. смешения газ подается в поток подогретого воздуха мелкими струями. Диапазон регулирования не менее 1:4. Разработаны *5* типоразмеров горелок ГВ с номин. теплопроиз-стью 33,7—133,7 кВт при давлении газа перед горелкой 7,5, воздуха — 11 кПа и коэфф. избытка воздуха $\alpha = 1{,}05$. Г.г.с. воздухоохлаждаемые типа СВП состоят из металлич. камеры сгорания, 2-ходового контура воздушного охлаждения и газового насадка с соплами. Горелка СВП — с центр. подачей газа. Газ из сопла истекает в камеру сгорания, в к-рую поступает подогретый (350—360°С) поток воздуха и где происходят полное смешение газа с воздухом и горение. Розжиг горелки производится с помощью электрич. свечи зажигания. Горелки ПИВС — скоростные с перем. избытком воздуха предназначены для сжигания природного газа в *системах отопления* скоростных нагреват., термич. печей, сушильных и др. тепловых установок, где требуется *теплоноситель*, обладающий скоростью и перем. темп-рой. Газ через тангенциально располож. патрубок поступает в газовую камеру и далее через сопла в камеру предварит. смешения. Сюда же через отверстия из воздушной камеры поступает первичный воздух. Газовоздушная смесь (газ + первичный воздух) кольцевой струей подается вдоль внутр. поверхности перфориров. корпуса-стабилизатора. Струя смеси интенсивно перемешивается со вторичным воздухом, образуя за стабилизатором газовоздушную смесь, горение к-рой характеризуется высокой интенсивностью и малой длиной пламени. Высокая устойчивость горения достигается при большом изменении скоростей истечения газа и воздуха благодаря развитому рециркуляц. течению за стабилизатором. Продукты сгорания истекают со скоростью до 200 м/с через калибров. сопло в агрегат. На базе горелки ГНП (см. *Горелка газовая турбулентного смешения*) разработана применяемая в туннельных печах для обжига фарфорофаянсовых сан-технич. изделий Г.г.с. типа ГНПС. Расход газа горелками ГНПС разных типоразмеров 6,0—30 м^3/ч.



Горелка ПИВС (со свечой электрозажигания)
1 — двухходовой контур воздушного охлаждения камеры сгорания; *2* — камера сгорания; *3* — калиброванное сопло; *4* — отверстия (перфорация) для подачи вторичного воздуха; *5* — свеча электрозажигания; *6* — камера предварительного смешения; *7* — сопла для подачи первичного воздуха; *8* — воздушная камера; *9* — перфорированный конус-стабилизатор



Горелка ГВ с металлической воздухоохлаждаемой камерой сгорания
1 — камера сгорания; *2* — двухходовой контур охлаждения камеры сгорания; *3* — электрозапальная свеча; *4* — смеситель; *5* — газовый коллектор

ГОРЕЛКА ГАЗОВАЯ СТРУЙНО-СТАБИЛИЗАТОРНАЯ — устройство, обеспечивающее сжигание газа по диффуз. способу. Газ отд. струями подают непосредственно в зону рециркуляции за стабилизатором, через к-рый мелкими струями поступает *воздух*, в результате чего газовоздушная смесь сгорает мелкими факелами. В этих горелках смесеобразование и сжигание газа происходят в конич.

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

Редакционная коллегия

С.В. Яковлев
(главный редактор, академик Российской академии наук),
В.Н. Богословский, д-р техн. наук,
В.А. Гладков (ответственный секретарь, д-р техн. наук),
А.А. Ионин, д-р техн. наук,
В.Г. Немзер, канд. техн. наук,
А.Н. Сканави, канд. техн. наук,
В.П. Титов, д-р техн. наук

Москва Стройиздат 1994

ББК 38.76я2
И62
УДК696/697(032)

Федеральная целевая программа книгоиздания России

Научный консультант — В.С.Лупач

Рецензенты — Ю.А.Александрович, Ю.Н.Саргин, Ю.И.Шиллер

Авторы: В.С.Алексеев, Л.С.Алексеев, Д.И.Алтунин, Л.А.Алферова, Э.Г.Амосова, А.А.Аскерния, Г.Ю.Асс, Е.Д.Бабенков, Б.В.Баркалов, А.Н.Белевцев, А.Х..ерелович, В.Н.Богословский, А.А.Бондарев, С.Г.Булкин, С.Н.Бурсова, Ю.В.Воронов, В.Г.Гагарин, В.Е.Генкин, В.А.Гладков, М.В.Горохов, Ю.Г.Грачев, Р.И.Гутникова, Л.И.Гюнтер, Е.В.Двинских, Е.С.Драчикова, Г.Г.Жабин, В.А.Жила, П.И.Журавлев, В.Н.Журов, Т.А.Заболотная, Н.В.Захватаева, А.А.Ионин, В.И.Калицун, В.А.Кирдун, Б.С.Кленов, Т.В.Колесникова, Д.В.Коптев, В.И.Красиков, Э.Н.Кривобок, Я.Г.Кронфельд, Ю.Я.Кувшинов, М.С.Кузьмин, Ю.М.Ласков, Б.С.Лезнов, П.В.Лобачев, В.М.Любарский, А.Н.Ляпин, Е.Г.Малявина, Р.Маносыпов, Н.Б.Манусова, Г.Л.Медриш, И.М.Миркис, Г.М.Мирончик, И.М.Михайленко, О.П.Михеев, Б.А.Москвитин, А.М.Мотинов, А.Ж.Муфтахов, И.Н.Мясников, В.В.Найденко, В.В.Невский, В.Г.Немзер, Г.И.Николадзе, В.М.Патеюк, А.М.Пахоруков, В.В.Поляков, В.Г.Пономарев, В.С.Пономаренко, Г.А.Разумов, Э.С.Разумовский, Г.И.Рогожкин, И.Д.Родзиллер, И.Н.Рыбников, В.И.Рыбьев, Э.В.Сазонов, А.Л.Самойлович, В.И.Сасин, И.Ш.Свердлов, А.В.Селюков, А.Н.Сканави, И.В.Скирдов, А.А.Смирнов, Д.Н.Смирнов, У.А.Соатов, М.А.Сомов, В.Ю.Старов, В.А.Субботин, Е.Н.Терлецкая, Е.И.Тертычник, В.П.Титов, В.С.Тишкин, А.И.Тринко, И.С.Туровский, В.С.Фаликов, А.И.Федоров, М.Н.Федоров, Н.В.Харченко, С.А.Чистович, И.Н.Чурбанова, А.В.Шахов, В.Н.Швецов, Н.Г.Шеер, А.А.Шилкин, С.А.Щелкунов, С.М.Юдина

38.76я2

The Encyclopaedia, the first edition in our home practice, contains about 2,500 articles and terms on water supply, sewerage, ventilation and air conditioning, heat and gas supply, physics of heat. Intended for technicians, engineers and scientists, project, building, scientific and research organizations and operating services.

Инженерное оборудование зданий и сооружений: Энциклопедия/Гл.ред. С.В.Яковлев. — М.: Стройиздат, 1994. — 512 с.: ил.— ISBN 5-274-02094-1

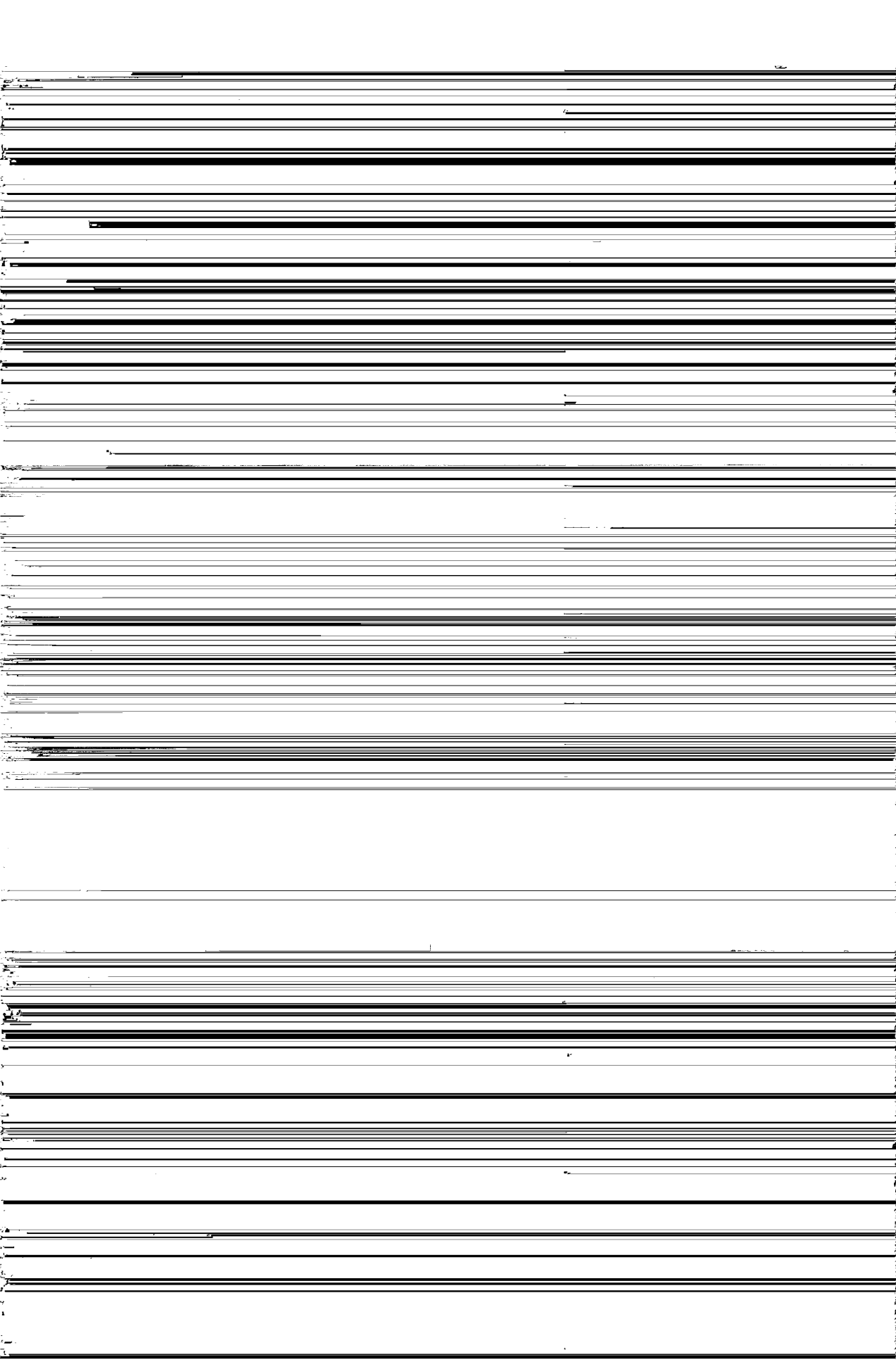
Энциклопедия — первое в отечественной практике издание, содержащее около 2500 статей и терминов по вопросам водоснабжения, канализации, вентиляции и кондиционирования воздуха, тепло- и газоснабжения, а также теплофизики.

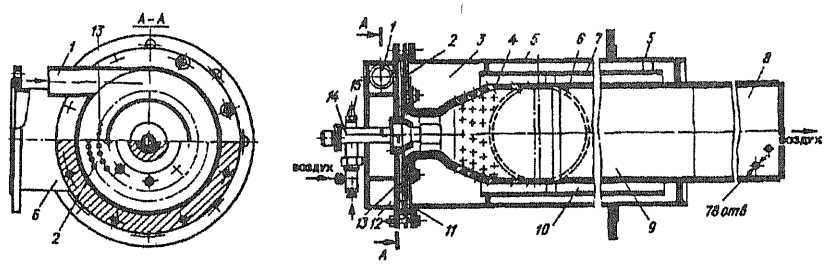
Для инженерно-технических и научных работников, проектных, строительных и научно-исследовательских организаций, а также служб эксплуатации.

3309000000-423
И ——————————— Без объявл.
047(01)-94

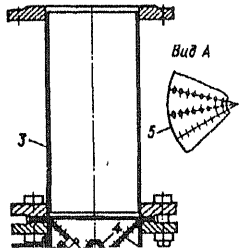
ISBN 5-274-02094-1

© Стройиздат, 1994





Горелка ПИВ
1 — патрубок для подачи газа; *2* — отверстия для подачи первичного воздуха; *3* — воздушная камера; *4* — отверстия в стабилизирующем конусе для подачи вторичного воздуха; *5* — корпус (наружная обечайка) горелки; *6* — патрубок для подачи воздуха; *7* — цилиндр; *8* — перфорированный насадок; *9* — камера сгорания; *10* — каналы охлаждения камеры сгорания; *11* — камера предварительного смешения; *12* — цилиндрическая газовая камера; *13* — отверстие для подачи газа в камеру предварительного смешения; *14* — пилотно-защитное устройство; *15* — электрическая свеча зажигания



происходит постепенное смешение его с закрученными в разные стороны струями первичного воздуха, т.к. воздушные отверстия в камере выполнены тангенциально и под углом к оси горелки. По ней через воздушное сопло подается вторичный воздух, обеспечивающий дожигание газа и при необходимости дополнит. разбавление продуктов сгорания для получения *теплоносителя* (продуктов сгорания) с более низкой темп-рой. Горелка используется с керамич. сужающимся туннелем, к-рый позволяет повысить скорость истечения смеси продуктов сгорания и вторичного воздуха, подаваемого через центр. сопло. Горелки могут работать при подаче подогретого до 350°С вторичного воздуха.

Горелки типа ПИВ предназначены для сжигания природного и сжиженных углеводородных газов с перем. избытком воздуха. Сжигание газа в них основано на отверстиями, располож. в пределах центр. угла 150° по длине.

Горелки типа СГ используют гл.обр. в циркуляц. системах низкотемп-рных печей и сушилок и устанавливают в воздухопроводе после вентилятора. Горение в них стабилизируется подачей воздуха мелкими струями через перфориров. конус, а газа — радиально в затененные зоны между рядами перфорации. В результате в затененных зонах образуется большое кол-во мелких факелов, устойчиво горящих при большом избытке воздуха. Горелки СГ разработаны двух модификаций: с кольцевой щелью между стабилизатором и воздухопроводом (СГ-10-4, СГ-16-5, СГ-90-3,5) и без нее (СГ-4, СГ-16). В горелках первого типа к коническому перфориров. стабилизатору приварен цилиндрич. насадок, ограничивающий камеру сгорания. Первичный воздух проходит через отверстия конуса, смешивается с газом, и получ. смесь сгорает. Вторичный воздух движется через кольцевую щель между цилиндрич. насадком и воздухопроводом, охлаждая стенки камеры сгорания, а затем смешивается с продуктами сгорания. Содержание оксидов азота NO_x (при $\alpha = 1$) на расстоянии 2 м от торца камеры горения для горелок СГ и ПИВ — не более 0,01% об. Розжиг горелок и контроль горения осуществляют с помощью пилотно-запального устройства.

СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

абс. — абсолютный
АКХ — Академия коммунального хозяйства
АН — Академия наук
АНХ — Академия наук народного хозяйства
АСТ — автономная станция теплоснабжения
АСУ — автоматизированная система управления
атм. — атмосфера, атмосферный
АТЭЦ — автономная теплоэлектроцентраль
АЭС — атомная электростанция
БПК — биологическая потребность в кислороде
б.ч. — большая (ей) часть(ью)
В — вольт
в-во — вещество
вкл. — включительно
внешн. — внешний
внутр. — внутренний
вод.ст. — водяной столб
Вт — ватт
в т.ч. — в том числе
Г — гига (приставка, означающая 10^9)
г — грамм
г. — город
газообр. — газообразный
ген. — генеральный
гл. — главный
гл.обр. — главным образом
гор. — городской
гос-во — государство
ГРЭС — государственная районная электростанция
ГЭС — гидроэлектростанция
др. — другой (ая,ое)
Дж — джоуль
ед. — единица
жил. — жилищный
ж.д. — железная дорога
ж.-д. — железнодорожный
з-д — завод
значит. — значительно
изб. — избыточный
инж. — инженер, инженерный
ин-т — институт
искл. — исключительно
к — кило (приставка, означающая 10^3)
кам. — каменный
кам.-уг. — каменноугольный
кв. — квадратный
кг — килограмм
к.-л. — какой (ая,ое)-либо
кол-во — количество
к.-н. — какой (ая,ое)- нибудь
кпд — коэффициент полезного действия
к-рый — который
к-та — кислота
коэфф. — коэффициент
КС — конденсационная станция
л — литр
М — мега (приставка, означающая 10^6)
м — *милли (приставка, означающая* 10^{-3})
ММ — молекулярная масса
макс. — максимум, максимально (ый)
мин — минута
мн. — многие
Н — ньютон
наз. — называется, называемый
назв. — название
напр. — например
нар.х-во — народное хозяйство
нар.-хоз. — народнохозяйственный
нач. — начало
НПО — научно-производственное объединение
насел. — населенный
наст. — настоящий
нек-рый — некоторый
неск. — несколько
н.-и. — научно-исследовательский
н.э. — нашей эры
об/мин — оборотов в минуту
ок. — около
орг-ция — организация
осн. — основной
отд. — отдельно (ый)
Па — паскаль
ПАВ — поверхностно-активное вещество
п.г.т — поселок городского типа
ПДВ — предельно допустимый выброс
ПДК — предельно допустимая концентрация
ПДС — предельно допустимый сброс
пл. — площадь
ПО — производственное объединение
пос. — поселок
пр. — прочий (ие)
произ-сть — производительность
произ-во — производство
пром. — промышленный
пром-сть — промышленность
рад. — радиан
разл. — различный
р-н — район
росс. — российский
рт.ст. — ртутный столб
с — секунда
сан. — санитарный
сан.-тех. — санитарно-технический
САУ — система автоматического управления
св. — свыше
сев. — северный
с.-х. — сельскохозяйственный
с. х-во — сельское хозяйство
след. — следующий
СПАВ — синтетическое поверхностно активное вещество
спец. — специально (ый)
стр-во — строительство
сут — сутки
т — тонна
табл. — таблица
т.к. — так как
т.н. — так называемый
т.о. — таким образом
темп-ра — температура
ТЭС — теплоэлектростанция
ТЭЦ — теплоэлектроцентраль
тыс. — тысяча
уд. — удельный
ур-ние — уравнение
физ. — физический
физ.-хим. — физико-химический (ое)
ф-ла — формула
ф-ция — функция
хар-ка — характеристика
хим. — химический
хоз. — хозяйственный
х-во — хозяйство
ХПК — химическая потребность в кислороде
центр. — центральный
ч — час
чуг. — чугунный
ЭВМ — электронно-вычислительная машина
эдс — электродвижущая сила
юж. — южный

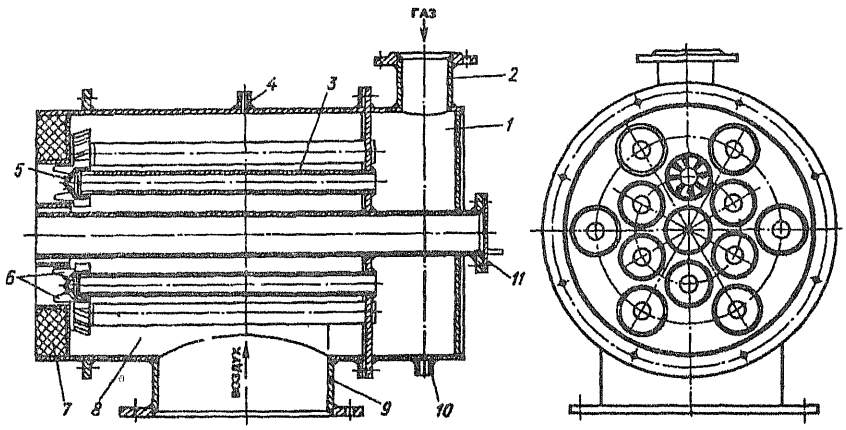
В Энциклопедии применяется сокращение слов, обозначающих государственную, языковую, географическую или национальную принадлежность (например: "англ." - английский, "рус." - русский, "амер." - американский).

В прилагательных и причастиях допускается отсечение частей слов "енный", "янный","ионный", "еский", "альный", "ельный" и др. (например: геометрич., энергетич., минер., отопит.,рециркуляц., строит.)

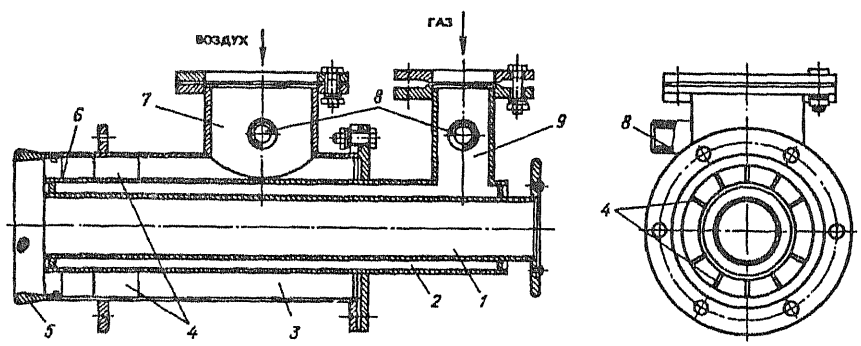
пригодны для длит. работы при темп-ре 1450—1500°С и выдерживают резкие колебания темп-р, к-рые возникают при каждом включении и выключении горелки. В зависимости от условий установки эжекц. горелки изготовляют с прямым или угловым смесителем. Недостатки последних: большое аэродинамич. сопротивление, приводящее к уменьшению коэфф. эжекции, снижение устойчивости пламени при его проскоке. Г.г.т. эжекц. среднего давления однотипны по конструкции и отличаются только размерами и стабилизирующими устройствами. Горелки типа В и ВП предназначены для сжигания природного и коксового газов, а также их смесей в нагреват. и термич. печах и в теплоагрегатах, где нецелесообразна принудит. подача воздуха, а давление в *топке* агрегатов поддерживается в пределах ±20 Па. Изготовляют 14 типоразмеров горелок с тепловой мощностью 12—690 кВт и диаметром выходного насадка 15—100 мм: В — с прямым смесителем, ВП — с угловым. Горелки с диаметром кратера более 86 мм выполняют с водоохлаждаемой огневой насадкой, к-рая повышает устойчивость работы горелки против проскока пламени и расширяет эксплуатац. пределы регулирования. Горелки В и ВП рассчитаны на работу с коэфф. избытка воздуха 1,05 и коэфф. рабочего регулирования 3, с номин. давлением природного газа $P_{ном}$ = =80 кПа, а сжиж. углеводородного — 315 кПа.

ГОРЕЛКА ГАЗОВАЯ ТУРБУЛЕНТНОГО СМЕШЕНИЯ — горелка, у к-рой смесеобразование, осуществляемое за счет турбулентной диффузии, начинается в устье и завершается в топочной камере. Г.г.т.с. — горелка с незаверш. (до поступления в топку) предварит. смешением газа с воздухом. Интенсификация и равномерность смесеобразования достигаются: разделением потока газа (реже воздуха) на мелкие струи (многоструйные вихревые горелки низкого и среднего давлений); направлением газовых струй под углом в закруч. или незакруч. поток воздуха; повышением степени крутки потока воздуха (горелка низкого давления — ГНП); увеличением пути перемешивания и продолжительности контакта газа и воздуха внутри горелки. Интенсивность крутки улучшает качество и быстроту смешения газа с воздухом, вследствие чего ускоряется процесс выгорания топлива и сокращается длина факела. Осн. достоинства этих горелок: возможность сжигания большого кол-ва газа при небольших габаритах горелки; широкий диапазон регулирования произ-сти горелки; возможность подогрева газа и воздуха до темп-р, превышающих темп-ру самовоспламенения; простое конструктивное выполнение горелок с комбиниров. сжиганием топлива (газ — мазут; газ — угольная пыль).

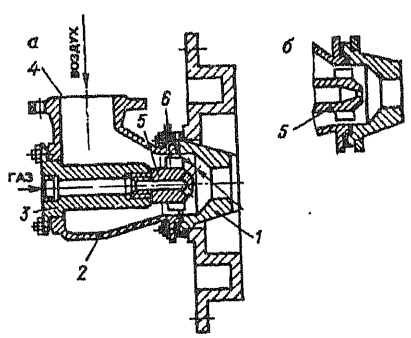
Произ-сть Г.г.т.с. — 60 кВт — 60 МВт. Их используют для обогрева котлов и пром. печей. Для сжигания газа в топках котлов применяют многоструйные вихревые горелки низкого и среднего давлений (ГА, ГГВ), а также комбиниров. горелки (газомазутные или пылегазовые). Горелка ГА предназначена для сжигания природного газа с теплотой сгорания 35,6 МДж/м^3, имеет 9 типоразмеров (4 на низкое давление, 5 на среднее) с производительностью 395—10 890 кВт (39—1100 м^3/ч). Эта горелка блочная и состоит из неск. газораспределит. трубок (от 5 до 34), объедин. общей воздушной камерой. Из каждой трубки газ выходит в виде 8 или 12 тонких струек. Каждый малый поток воздуха закручивается с



Горелка типа ГА
1 — газовая камера; *2* — газовый патрубок; *3* — газораспределительная трубка; *4, 10* — штуцеры для манометров воздушного и газового; *5* — наконечник с газовыми отверстиями; *6* — лопатки направляющего аппарата; *7* — футеровка; *8* — воздушная камера; *9* — воздушный патрубок; *11* — смотровая труба



Горелка типа ГГВ
1 — центральная направляющая труба; *2, 3* — камеры газовая и воздушная; *4* — завихритель; *5* — насадка; *6* — отверстия для выхода газа; *7, 9* — воздушный и газовый патрубки; *8* — штуцеры для подключения манометров воздушного и газового



Горелка ГНП с многосопловым (*а*) и одиосопловым (*б*) наконечниками
1 — насадок; *2* — корпус; *3* — газораспределительное устройство; *4* — воздушный патрубок; *5* — наконечник; *6* — завихритель

А

АБОНЕНТСКИЙ ВВОД — комплекс оборудования, с помощью к-рого *системы отопления, вентиляции* и *кондиционирования воздуха* здания присоединяются к *тепловым сетям*. А.в. заканчиваются тепловые сети *системы теплоснабжения* и начинаются местные системы зданий. В зависимости от способа присоединения контакт между этими системами может проявляться: в едином гидравлич. режиме при определяющем значении режима тепловых сетей; в трансформации темп-рных потенциалов для снижения темп-ры местных систем; в снижении влияния режима давлений в тепловых сетях на давления в местных системах. По иерархии тепловые сети систем теплоснабжения выше местных систем и определяют способ присоединения. Способ выбирают таким образом, чтобы выполнялись требования к местным системам по гидравлич. и тепловым режимам и условиям *прочности* оборудования. Поскольку гидравлич. и тепловые режимы систем теплоснабжения и местных взаимосвязаны и в источнике теплоты поддерживаются давления и темп-ры, удовлетворяющие большинству местных систем, при выборе схемы А.в. и способа присоединения местных систем параметры последних и тепловых сетей должны быть согласованы, в противном случае гидравлич. связь между ними в месте присоединения должна быть разорвана. Наиболее распространенный способ присоединения — элеваторный. При нем задвижки на входе в А в отделяют местную систему от тепловой сети, а после *грязевика* — элеваторный узел от системы отопления здания. Наличие задвижек позволяет производить отд. гидравлич. испытания ответвления тепловой сети, А.в или системы отопления, облегчает ремонт элементов узла. Первый грязевик предотвращает проникновение механич частиц, земли и песка, попавших в тепловую сеть и систему отопления, второй — защищает от мусора простой в эксплуатации горячеводный водомер, к-рый для малых тепловых пунктов предпочтительнее расходомеров. Водомер позволяет контролировать расход сетевой воды и обеспечивает его регулирование.

При давлении в обратной линии, недостаточном для заполнения водой отопит. системы, на обратной трубке А в. устанавливают регулятор давления "до себя". Если схемой регулирования подачи теплоты на отопление здания предусмотрено поддержание пост расхода *теплоносителя*, то на подающей трубе устанавливают регулятор расхода. В диффузоре *элеватора* часть кинетич. энергии потока трансформируется в потенц. энергию давления, к-рая используется для создания циркуляции в системе отопления Такой способ присоединения тепловых сетей и систем отопления получил назв зависимого. Вода из системы отопления непосредственно поступает в обратную линию тепловой сети. Давление в подающей линии снижается в сопле элеватора. Если оно превышает требуемое, его дополнит. снижают регулятором. Как в динамич. режиме, когда в тепловой сети работают *циркуляционные насосы*, так и в статич., когда они остановлены, давление в обратной линии не должно превышать допустимое для нагреват. приборов. Так, для чугунных *радиаторов* напор не должен быть больше 60 м Для залива местных систем водой напор в обратной линии, измеряемый в м, должен быть больше высоты здания Если его значение оказывается ниже, на обратной линии устанавливают регулятор давления "до себя" (регулятор подпора), а на подающеи — обратный клапан, чтобы при останов. насосе вода по ней не вытекала из здания. Кроме того, располагаемый напор (разность напоров в подающей и обратной трубах перед элеватором) не должен быть менее 15 м.

Одним из видов зависимого присоединения является присоединение систем отопления с помощью *смесительных насосов*, к-рые применяют, если располагаемый напор мал и нельзя установить элеватор. Требования к давлению в обратной линии такие же, как и при использовании элеватора Обычно смесит. насос располагают на перемычке между подающей и обратной линиями. Через него проходит подмешиваемое кол-во охлажд. воды из обратной линии Создаваемый смесит. насосом напор соответствует циркуляц. напору в системе отопления Если давление в подающем *трубопроводе* выше необходимого, его снижают, дросселируя на клапане регулятора давления. При достаточной стабильности давления регулятор можно заменить *дросселирующей шайбой*. Для повышения давления в подающей линии теплового пункта и заполнения водой системы отопления высокого здания смесит. насос можно установить на подающей линии после перемычки. Это позволяет также получить дополнит. разность давлений, необходимую для циркуляции воды в системе отопления при малом располагаемом напоре на вводе. В этом случае смесит. насос выполняет и смесит., и повысительные функции. Через него проходит весь расход, отчего мощность насоса повышается. В случае установки смесит. насоса на обратной линии системы отопления можно понизить в ней давление при высоком давлении в обратном трубопроводе внеш. тепловой сети. Однако в этом случае при остановке смесит. насоса давление в местной системе будет повышаться, и нельзя допустить, чтобы оно превысило предельное значение В данной ситуации надежнее независимое присоединение

При независимом присоединении тепловые сети и системы отопления гидравлически разобщены, что достигается применением поверхностных водонагревателей При использовании скоростного секционного водонагревателя вода из теп-

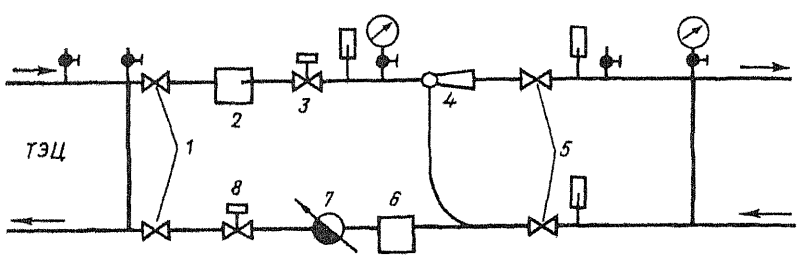


Схема элеваторного узла

1, 5 — задвижки, *2, 6* — грязевики, *3* — регулятор расхода, *4* — элеватор, *7* — водомер, *8* — регулятор давления "до себя"

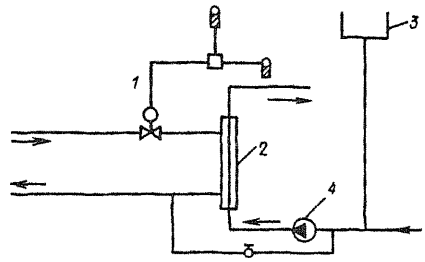


Схема независимого присоединения системы отопления к тепловой сети

1 — регулятор отопления, *2* — подогреватель, *3* — расширительный бак, *4* — циркуляционный насос

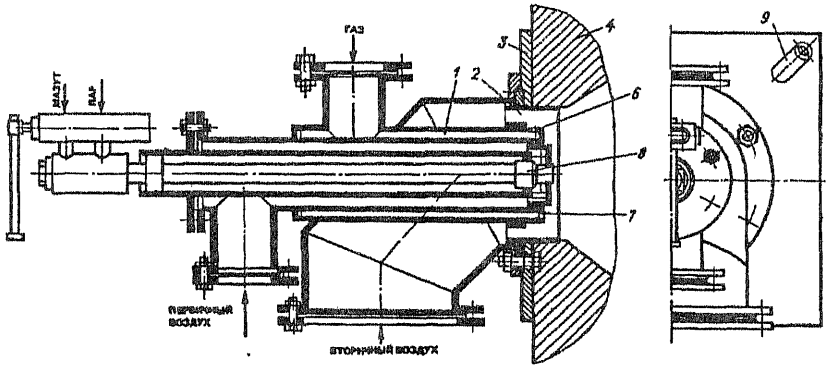
помощью лопаток направляющих аппаратов и поступает в цилиндрич. выходные каналы, в к-рых начинается процесс смесеобразования между закруч. потоком воздуха, пересекающим газовые струйки. Горелки ГА сложны в изготовлении и имеют большую массу (42—539 кг). Для устранения этих недостатков разработана горелка упрощ. конструкции, имеющая 10 типоразмеров, производительностью 115—8660 кВт, получившая назв. горелка газовая вихревая — ГГВ. Она обеспечивает центр. струйную подачу газа (число струек 12; 24; 36 или 48 в зависимости от типоразмера). Центр. направляющая труба служит для розжига горелки переносным запальником, для установки мазутной форсунки и для наблюдения за работой горелки. Полное сгорание обеспечивается при номин. тепловой мощности и номин. давлении газа 2 или 30 кПа с коэфф. избытка воздуха 1,02—1,05. В таких условиях длина факела изменяется от 140 до 2000 мм. Коэфф. рабочего регулирования горелки 6,3. В качестве стабилизатора пламени применяют керамич. туннель с внезапным расширением. Для сжигания природных газов с теплотой сгорания 30—45 МДж/м^3 в пром. печах наибольшее распространение получила горелка ГНП. Разработано 9 типоразмеров этой горелки с номин. тепловой мощностью 73—2980 кВт с двумя типами наконечников газового сопла (А и Б). Наконечник типа А обеспечивает короткий факел (равный 9—16 диаметрам выходного отверстия) за счет многоструйной подачи газа (4; 6 и 8 струй) под углом к потоку воздуха; типа Б — более длинный факел (равный 14—19 диаметрам), обусловленный образованием центр. газовой струи. Номин. давление газа — 3,92, воздуха — 0,83—3,2 кПа. Коэфф. рабочего регулирования горелки — 7—10. Горелки обеспечивают полное сжигание газа при коэфф. избытка воздуха, равном 1,05—1,07. В качестве стабилизатора пламени применяют керамич. туннель.

ГОРЕЛКА ГАЗОМАЗУТНАЯ — комбиниров. газогорелочное устройство с единой системой воздухопроводов, к-рое обеспечивает как раздельное сжигание *газообразного топлива* и *жидкого котельного топлива* (мазута), так и их комбиниров. сжигание. Комбиниров. Г.г. используют в *топках котлоагрегатов* электростанций, *котельных* и в нагреват. печах. Они позволяют быстро переводить работу котлоагрегатов с одного вида топлива на др. При комбиниров. сжигании топлива мазут рассматривают как добавку к осн. газовому топливу, позволяющую повысить радиац. свойства (излучат. способность) факела. В этом случае сжигание газообразного и жидкого котельного топлива происходит в разл. условиях. Газообразное топливо легче воспламеняется, сжигается с меньшим коэфф. избытка воздуха, сгорает быстрее и полнее. Жидкое котельное топливо надо сначала распыливать, затем смешивать с воздухом, обеспечивая его испарение и горение. При одноврем. сжигании газообразного и жидкого котельного топлива горение последнего затягивается, т.к. газ сгорает (т.е. потребляет кислород) в первую очередь. Для малых котлов добавка мазута и совместное с газом сжигание интенсифицируют *теплообмен* в топке, т.к. степень черноты факела возрастает примерно в 2 раза. При добавке газа к мазуту и в процессе их совместного сжигания улучшаются геометрич. хар-ки комбиниров. факела и снижается содержание токсичных и загрязняющих ингредиентов в продуктах сгорания. Расход мазута составляет 25—40% всего расхода топлива на агрегат.

Г.г. различаются: конструкцией воздухозавихрителей (регистров), к-рые выполняют тангенц., аксиальными и тангенц.-аксиальными; способом подачи газа в воздушный поток (с центр. и периферийной подачей); способом распределения воздуха (однопоточные — горелки котлов ПТВМ или двухпоточные — горелки котлов ГМГм, ГМП, РГМГ); способом распыливания мазута (паромеханич. — для котлов ГМГм, ГМП, пневматич. низконапорные — для котлов НГМГ). В нек-рых горелках газ и мазут подают в зону горения через концентрич. трубки, располож. по оси горелки (ГМГм, горелка акустическая ГКА-100, горелка с регулируемым факелом ГМР и др.). В др. Г.г. мазут и газ подают по разным (не объединенным) трубкам (ГМП, РГМГ, горелки котлов ПТВМ и др.), при этом мазут всегда подают по внутр. трубке, т.к. он труднее смешивается с воздухом. Для улучшения смешения топлива с воздухом в воздушных каналах устанавливают воздухозавихрители, а газ подают в виде струй в закруч. поток воздуха. В случае чисто газового отопления мазутная *форсунка* может быть вынута из горелки.

Горелка ГМГм — газомазутная модернизиров., предназначена для раздельного и совместного сжигания жидкого и газообразного топлива. Устанавливается в топках котлоагрегатов типа ДКВР. Состоит из газовой камеры, имеющей 2 ряда газовых отверстий, направленных под углом 90° один к др., лопаточных завихрителей вторичного и первичного воздуха, паромеханич. форсунки. Газ из газовых отверстий истекает в закруч. потоки первичного и вторичного воздуха. Первичный воздух (около 15% общего расхода) подается к корню факела и улучшает смесеобразование при малых нагрузках, вторичный — закруч. потоком подается к месту горения. Во время работы горелки ГМГм регулятор (шибер) первичного воздуха полностью открыт и не регулируется. У горелок ГМГм применены завихрители с одностор. закруткой первичного и вторичного воздуха тангенц.-аксиального типа с прямыми лопатками, установл. под углом 60° (для первичного воздуха), и с лопатками, установл. под углом 45° (для вторичного воздуха). Стабилизация пламени обеспечивается керамич. конич. туннелем за счет рециркуляции продуктов сгорания. Содержание NO_x в продуктах сгорания — до 0,18 мг/м^3. Разработаны 5 типоразмеров Г.г. типа ГМГм. Горелки работают с коэфф. избытка воздуха: для газа — 1,05, для мазута — 1,15. Длина факела в зависимости от тепловой мощности изменяется от 1 до 2,5 м.

Горелки ГМ и ГМП предназначены для раздельного сжигания природного газа и мазута. Устанавливаются в топках котлов типа ДЕ. Это горелки с периферийной подачей газа и паромеханич. форсункой. Коэфф. избытка воздуха для газа — 1,05, для мазута — 1,1. Горелка состоит из газо-



Горелка ГМГм
1 — труба для подвода газа; 2, 5 — лопаточные завихрители вторичного и первичного воздуха; 3 — монтажная плита; 4 — конический керамический туннель; 6, 7 — продольные и поперечные газовые отверстия; 8 — паромеханические форсунки; 9 — стакан для установки запальной горелки

ловой сети по подающей линии поступает в его трубки, проходит по ним, отдавая теплоту нагреваемой воде системы отопления, и возвращается в тепловую сеть по обратной линии. Из системы отопления вода движется по межтрубному пространству навстречу сетевой воде (осуществляется противоток), нагревается до требуемой темп-ры и вновь поступает в систему отопления. Циркуляцию в системе отопления обеспечивает циркуляц. насос (при установке в здании он должен быть бесшумным). Статич. давление поддерживает расширит. бак, а подпитка, восполняющая возможные утечки, осуществляется из тепловой сети, т.к. в ней циркулирует умягч. и деаэриров. вода. Темп-ру воды в системе отопления контролирует регулятор, к-рый в зависимости от наружной темп-ры устанавливает и поддерживает соответственно отопит. графику пост. темп-ру воды в подающей линии.

Схемы независимого присоединения применяют при любом давлении в тепловой сети в точке присоединения А.в., т.е. они обладают универсальностью. Гидравлич. изоляция системы отопления от тепловой сети значительно повышает надежность теплоснабжения, предохраняя местные системы от повышения и понижения давления в тепловой сети, при аварии позволяет сохранить воду в системе отопления; работа циркуляц. насосов препятствует замерзанию воды в схеме. Схема позволяет проводить количеств. регулирование в тепловой сети и существенно снижать расход теплоносителя при авариях без опасения нарушить режим циркуляции в системе отопления. Недостатки схем независимого присоединения: необходимость установки дополнит. оборудования (водонагревателей, бесшумных насосов, расширит. бака), большой расход энергии и бо́льшая (на 10—15%) по сравнению со схемами зависимого присоединения стоимость монтажа и эксплуатации.

Системы вентиляции и кондиционирования воздуха присоединяют к тепловым сетям непосредственно через калориферы без снижения темп-ры теплоносителя. Регулирование произ-сти калориферов, т.е. поддержание необходимой темп-ры воздуха, осуществляется автоматически путем изменения кол-ва теплоносителя, подаваемого в калорифер.

АБСОРБЕНТЫ И АДСОРБЕНТЫ — жидкие и твердые в-ва, используемые в аппаратах для термодинамич. обработки приточного воздуха и для очистки от вредных газообразных примесей вытяжного воздуха. В *системах кондиционирования воздуха* в качестве жидких сорбентов используют р-ры солей, среди к-рых наибольшее распространение получил раствор хлористого лития. При одной и той же темп-ре над поверхностью раствора парциальное давление (упругость) водяного пара ниже, чем над поверхностью чистой воды. Изменяя концентрацию р-ра и его темп-ру, можно обеспечить практически любой процесс обработки воздуха (см. *Политропный процесс изменения состояния воздуха*).

Для защиты окружающей среды широко применяют аппараты, использующие свойства абсорбентов и адсорбентов.

Наиболее распространенными абсорбентами являются водные растворы щелочей, солей, спиртов, органич. растворителей, отвечающие требованиям: высокая поглотит. способность и селективность по отношению к извлекаемому компоненту; термич. устойчивость и способность к регенерации; антикоррозионность аппаратуры и коммуникаций; небольшая вязкость и более высокая, чем у воды, темп-ра кипения (150°С и выше); низкая стоимость.

Твердые адсорбенты, применяемые в промышленных установках — селикагель, алюмогель и др., — капиллярно-пористые в-ва. Жидкость, частично смачивающая капилляр, имеет вогнутый мениск, парциальное давление над к-рым меньше, чем над плоским, за счет чего обеспечиваются конденсация влаги в капилляре и осушка проходящего через сорбент воздуха.

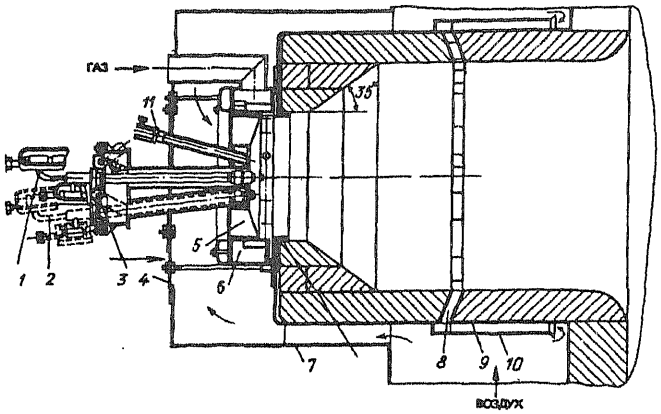
АБСОРБЕР — аппарат, в к-ром осуществляется процесс физ. или хим. абсорбции (см. *Очистка воздуха абсорбционная*). В абсорбц. процессах массообмен происходит на поверхности соприкосновения фаз. А., используемые для очистки газов, подразделяют на: поверхностные — насадочные и пленочные аппараты (площадь поверхности массообмена в них ра на площади поверхности *насадок* или с: кающих пленок жидкости); барботажные — аппараты колонного типа с тарелками разл. конструкций (поверхность массообмена в них формируется при прохождении газового потока через слой жидкости в виде пузырьков и струек); распылительные — полые форсуночные аппараты, трубки Вентури; механич. распыляющие (поверхность массообмена в них формируется за счет распыления жидкости на мелкие капли). По конструкции и принципу действия А. идентичны мокрым *пылеуловителям*.

АВАРИЙНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ СЛУЖБА СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ — подразделение эксплуатац. предприятия, занимающееся аварийно-восстановит. работами, к-рые включают обнаружение, локализацию и ликвидацию аварий на *тепловых сетях*. А.-в.с.с.т. выполняет эти работы совместно с персоналом сетевого р-на при содействии диспетчера центр. диспетчерского пункта (см. *Эксплуатация систем теплоснабжения*). Для выполнения указ. работ А.-в.с.с.т. должна быть оснащена транспортом, экскаватором, бульдозерами, сварочными агрегатами, передвижными компрессорами, насосами и вентиляторами. В составе А.-в.с.с.т. 2 группы: оперативно-выездная и подготовительно-ремонтная. Последовательность проведения аварийно-восстановит. работ: 1) обнаружение и локализация поврежд. участка, наличие к-рого определяют по резкому возрастанию подпитки и увеличению расхода воды на одной из магистралей, отключаемой диспетчером. Оперативная группа А.-в.с.с.т. устанавливает на месте поврежд. участок, в частности с помощью течеискателей, и отключает его от остальной сети секционирующими задвижками; восстанавливает норм. режим работы неповрежд. участков магистрали путем открытия головных задвижек; ликвидирует повреждения и заменяет поврежд. участок новым; включает участок и восстанавливает теплоснабжение потребителей.

АВТОМАТИЗАЦИЯ — применение технич. средств, экономико-математич. методов и систем управления, частично или полностью освобождающих человека от непосредств. участия в процессах получения, преобразования, передачи или использования энергии, материалов или информации. Цель А. — повышение произ-сти и эффективности труда, улучшение качества продукции, оптимизация планирования и управления, устранение человека от работы в условиях, опасных для здоровья. А. — одно из осн. направлений научно-технич. прогресса и защиты окружающей среды от загрязнений.

АВТОМАТИЗАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД — применение технич. средств, экономико-математических методов, систем контроля и управления, частично или полностью освобождающих человека от участия в процессах, происходящих в *песколовках*, первичных и вторичных *отстойниках*, *аэротенках*, *окситенках* и др. сооружениях на станции биологич. очистки сточных вод.

Осн. технологич. процессы, контролируемые и управляемые на сооружениях биологич. очистки сточных вод, — выгрузка песка из песколовок и сырого осадка из первичных отстойников; стабилизация значения pH воды, поступающей в аэротенки, на оптимальном уровне; сброс токсичных сточных вод в аварийную емкость и последующая постеп. подача его в аэротенки; сброс части потока воды в накопитель или подкачка из него воды; распределение сточной воды между параллельно работающими аэротенками; распределе-



Горелки ГМП с камерой двухступенчатого сжигания топлива
1, 2 — основная и резервная форсунки; *3* — узел захлопок; *4* — фронтовой лист; *5* — лопаточный завихритель первичного воздуха; *6* — газовый коллектор; *7* — корпус камеры сгорания; *8* — тангенциальный завихритель вторичного воздуха; *9, 10* — внутренняя и наружная обечайки; *11* — фотодатчик

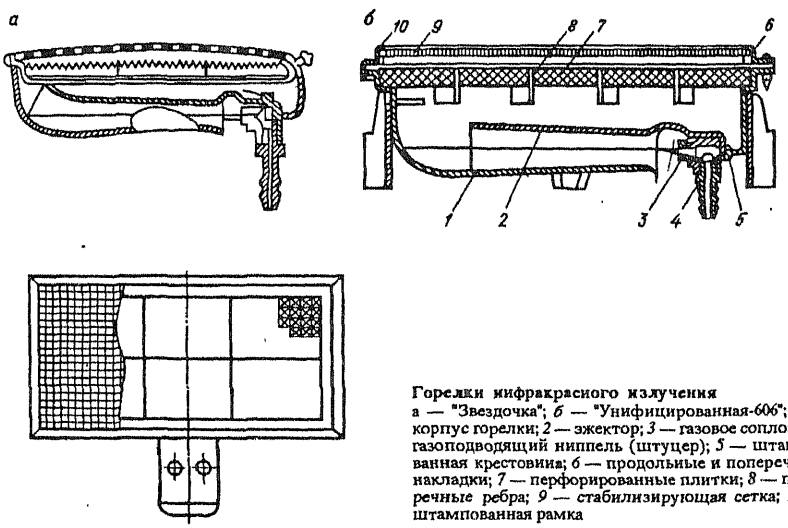
вой части, лопаточного завихрителя, форсуночного узла, узла заслонок для автоматич. закрытия воздушного клапана при снятии форсунок. Газовая часть представляет собой кольцевой коллектор прямоугольного сечения с одним рядом газовых отверстий, внутри к-рого установлена разделит. обечайка для равномерного распределения истечения газа из отверстий коллектора. Воздух в воздухораспределит. устройство поступает по воздуховоду, огранич. фронтом котла и металлич. стенкой, за счет чего снижаются потери теплоты в окружающую среду.

Ротац. Г.г. РГМГ предназначены для раздельного сжигания газа и мазута. Совместное сжигание топлива допускается только при переходе с одного вида топлива на др. Горелки РГМГ компонуют с котлоагрегатами типа КВ-ГМ. Особенностью этих горелок является блочность исполнения, т.е. соединение в едином изделии газораспределит. кольцевой камеры, располож. в устье горелки, вентилятора с направляющим аппаратом, завихрителей воздуха, запально-защитного устройства и др. элементов. Во всех горелках, за исключением РГМГ-7, газ из газораспределит. камеры истекает через отверстия перпендикулярно воздушному потоку, а в горелке РГМГ-7 — через 11 трубок, присоедин. к камере, изогнутых под углом 90^0 и направл. в сторону амбразуры. Горелки РГМГ-4 и РГМГ-7 изготовляют со встроенным вентилятором первичного воздуха и улиточным подводом вторичного воздуха, а остальные модификации — с автономным, отд. установл. вентилятором первичного воздуха и прямым подводом вторичного воздуха к завихрителю.

ГОРЕЛКА ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ — устройство радиац. нагрева, в к-ром сгорание газовоздушной смеси происходит в огнеупорных насадках, одновременно являющихся излучающими элементами. В Г.и.и. происходит полное предварит. смешение газа с *воздухом*. Г.и.и. — *горелки эжекционные* низкого давления. Г.и.и. выпускают тепловой мощностью 2,8—23 кВт для работы на природном (номин. давление газа $P_н$ = 1,3; 2 кПа) и сжиженном ($P_н$ = 3 кПа) газах. Перевод их с одного вида газа на др. производят с помощью съемных сопел разных диаметров.

Инфракрасные газовые излучатели характеризуются радиац., энергетич. и геометрич. параметрами. К первым относятся диапазон длин волн, на к-рый приходится генерируемое излучение, определяемое темп-рой излучающей поверхности, и распределение интегральной плотности излучения (Вт/м^2) по направлениям. К энергетическим параметрам относятся тепловая мощность, темпра излучающей поверхности (низкотемпрные — темп-ра поверхности насадки до 900 К; среднетемп-рные — 900—1300 К; высокотемп-рные — выше 1300 К), давление газа (низкое). Геометрические параметры характеризуют конфигурацию излучателя и его габариты. Эффективность работы Г.и.и. оценивают радиац. кпд, определяемым как отношение мощности излучения в окружающее пространство (в полном пространств. угле распределения излучения) к тепловой мощности горелки.

Г.и.и. состоят из газового сопла, эжекц. смесителя, выравнивающей камеры, излучателя горелки. Газ истекает из сопла горелки, засасывает воздух, необходимый для горения (α = 1,08), перемешивается с ним в эжекц. смесителе. Полностью подготовл. газовоздушная смесь поступает в выравнивающую (распределит.) камеру, в к-рой динамич. давление потока, истекающего из диффузора смесителя, переходит в статич. — пост. во всей камере. При этом создаются одинаковые условия для истечения газовоздушной смеси через любой канал излучателя. Он может быть изготовлен с керамич., металлокерамич. или металлич. (сетчатой) насадками. Керамические огневые насадки представляют собой пластины размером 65х45х12 мм (плитки) с большим числом сквозных цилиндрич. каналов, материалом для к-рых служит легкая пористая огнеупорная керамич. масса с малым коэфф. теплопроводности [0,46—0,7 Вт/(м·К)]. Диаметр цилиндрич. каналов — 1—1,2 и 1,55 мм, коэфф. живого сечения — 0,45—0,68. Применяемые керамич. насадки Г.и.и. отличаются по геометрии шероховатости излучающей поверхности. Интенсивность излучения керамич. излучателей зависит от гео-



Горелки инфракрасного излучения
а — "Звездочка"; *б* — "Унифицированная-606"; *1* — корпус горелки; *2* — эжектор; *3* — газовое сопло; *4* — газоподводящий ниппель (штуцер); *5* — штампованная крестовина; *6* — продольные и поперечные накладки; *7* — перфорированные плитки; *8* — поперечные ребра; *9* — стабилизирующая сетка; *10* — штампованная рамка

ние сточной воды по длине аэротенка для динамич. перераспределения рабочего объема между окислителем и регенератором с целью накопления ила и повышения среднесуточного качества очищенной воды; подача воздуха для поддержания во всем объеме аэротенков оптим. концентраций растворенного кислорода; подача возвратного *активного ила* для поддержания пост. нагрузки на ил по органич. в-вам; выгрузка ила из вторичных отстойников; вывод избыточного активного ила из аэротенков для поддержания его оптим. возраста; включение в работу насосов и нагнетателей и их выключение для минимизации энергозатрат на перекачку воды, ила, осадка и воздуха. На основании данных технологич. контроля и управления процессами прогнозируют график поступления сточной воды, ее качество и график энергопотребления для минимизации общих затрат на обработку воды. Контроль и управление этими процессами осуществляются с помощью вычислит. комплекса, работающего в режиме либо советчика диспетчера, либо автоматич. управления.

При контроле и управлении автоматич. измеряются уровни песка в песколовках и сырого осадка в первичных отстойниках, концентрация и скорость потребления кислорода в емкостях, уровень ила во вторичных отстойниках.

Качественный контроль процесса и оптим. управление им могут быть обеспечены при измерении таких параметров, как степень токсичности сточной воды для микроорганизмов активного ила, интенсивность биоокисления, БПК поступающей и очищенной воды, активность ила и др., к-рые нельзя определить непосредств. измерением. Указ. параметры могут быть определены путем расчета на основании измерения скорости потребления кислорода в технологич. емкостях малого объема со спец. режимом нагрузки. Скорость потребления кислорода определяют по времени снижения концентрации растворенного кислорода от макс. до миним. заданных значений при отключ. аэрации или по уменьшению концентрации растворенного кислорода за заданное время в тех же условиях. Измерение производят в установке циклич. действия, состоящей из технологич. блока и микропроцессорного контроллера, управляющего узлами измерителя и вычисляющего скорость потребления кислорода. Время одного цикла измерения составляет 10—20 мин в зависимости от скорости. Технологич. блок может устанавливаться на мостике обслуживания аэротенка или аэробного стабилизатора. Конструкция обеспечивает работу измерителя на открытом воздухе в зимнее время. Скорость потребления кислорода может определяться непрерывно в реакторах большого объема при пост. подаче активного ила, сточной воды и воздуха. Система снабжена дозаторами с плоской струей произ-стью 0,5—2 м^3/ч. Простота конструкции и большие расходы воды обеспечивают высокую надежность измерения в производств. условиях. Измерители могут быть использованы для непрерывного контроля нагрузки по органич. в-вам. Большую точность и чувствительность измерения скорости потребления кислорода обеспечивают манометрич. системы измерения, оборудов. герметичными реакторами, давление в к-рых поддерживается за счет добавки кислорода. Источником кислорода служит, как правило, электролизер, управляемый импульсной или непрерывной системой стабилизации давления. Кол-во поданного кислорода является мерой скорости его потребления. Измерители этого типа предназначены для лабораторных исследований и систем измерения БПК.

Основное назначение АСУ подачей воздуха — поддержание заданных концентраций растворенного кислорода во всем объеме аэротенка. Стабильную работу таких систем можно обеспечить, если использовать для управления сигнал не только кислородомера, но и расхода сточной воды или скорости потребления кислорода в активной зоне аэротенка.

Регулирование систем аэрации позволяет стабилизировать технологич. режим очистки и снизить среднегодовые затраты электроэнергии на 10—20%. Доля энергозатрат на аэрацию составляет 30—50% себестоимости биологич. очистки, а уд. энергозатраты на аэрацию изменяются от 0,008 до 2,3 кВт·ч/м^3.

Типовые системы управления выпуском ила поддерживают заданный уровень раздела ил — вода. Фотодатчик уровня раздела устанавливают у борта отстойника в застойной зоне. Качество регулирования подобных систем может быть улучшено, если применить ультразвуковой сигнализатор уровня раздела сред. Более высокое качество очищ. воды можно получить, если применить для регулирования следящий уровнемер раздела ил — вода.

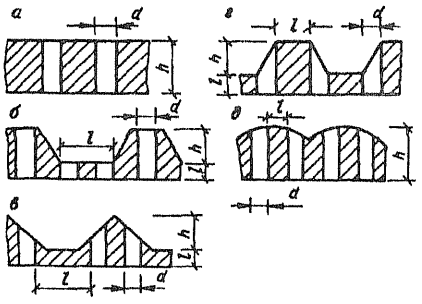
Для стабилизации илового режима не только отстойников, но и всей системы аэротенк — насосная станция возвратного ила — вторичный отстойник необходимо поддерживать заданный коэфф. рециркуляции т.о., чтобы расход выгружаемого ила был пропорционален расходу поступающей сточной воды. Уровень стояния ила измеряется для косвенного контроля изменения илового индекса или неисправности системы регулирования расхода иловой смеси.

При регулировании сброса избыточного ила необходимо вычислять кол-во ила, приросшего в течение суток, для удаления из системы только приросшего ила и стабилизации возраста ила. Этим обеспечиваются высокое качество ила и оптим. скорость биоокисления. Из-за отсутствия измерителей концентрации активного ила эту задачу можно решить с помощью измерителей скорости потребления кислорода, т.к. скорость роста ила и скорость потребления кислорода взаимосвязаны. Вычислит. блок системы интегрирует кол-во потребл. кислорода и кол-во удаленного ила и 1 раз в сутки корректирует заданный расход избыточного ила. Система может использоваться как при непрерывном, так и при периодич. сбросе избыточного ила

В окситенках предъявляются более высокие требования к качеству поддержания кислородного режима из-за опасности интоксикации ила при высоких концентрациях растворенного кислорода и резкого снижения скорости очистки при малых концентрациях. При эксплуатации окситенков необходимо управлять как подачей кислорода, так и сбросом отработанных газов. Подачу кислорода регулируют либо по давлению газовой фазы, либо по концентрации растворенного кислорода в активной зоне. Сброс отработ. газов регулируют либо пропорционально расходу сточной воды, либо по концентрации кислорода в отработ. газе.

АВТОМАТИЗАЦИЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ — использование комплекса автоматич. устройств для управления работы *насосных станций* систем теплоснабжения. Осн. задачи А.н.с.т.: стабилизация гидравлич. режима работы *тепловой сети*, гарантирующая заданную подачу *теплоносителя* потребителям (для подкачивающих и дроссельных станций); защита теплоиспользующих установок потребителей от повыш. давлений и опорожнения; стабилизация или регулирование коэфф. смешения (для *смесительных насосов*); включение резервного насосного агрегата при аварийном отключении рабочего с открытием и закрытием электрозадвижек на нагнетательных трубопроводах насосов; включение резервного источника энергопитания при падении напряжения в осн. источнике; включение и отключение дренажного насоса в соответствии с уровнем жидкости в дренажном приямке. Осн. функции А.н.с т. по стабилизации и защите, зависящие от назначения и места установки насосной станции в тепловой сети и профиля местности, приведены в табл.

Указанные в табл. функции реализуются с помощью регуляторов давления, подпора и рассечки тепловой сети на зоны с применением регулирующих клапанов типа РК-1, реле давления типа РД-3а, импульсных клапанов типа ИК. Например, при ровном профиле местности (для снижения давления в обратном *трубопроводе* во 2-й зоне тепловой сети) (схема *а*) с помощью *регулирующего клапана* РК-1 регулятора подпора в точке Т1 (схема *б*) под-



Перфорированные керамические насадки
а — плоские; *б* — с выступами и впадинами; *в, г* — с пирамидальными впадинами и выступами; *д* — с полусферическими впадинами; *h* — глубина прогрева насадки до поверхностной температуры; *d* — диаметр канала; *l* — расстояние между каналами

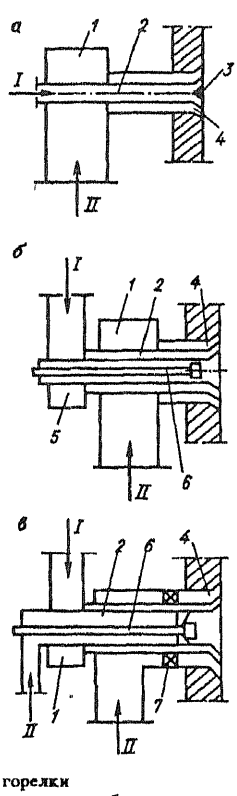
метрич. параметров поверхности: живого сечения плитки, диаметра огневого канала и шероховатости. Наибольшая интенсивность излучения наблюдается у керамич. насадок в виде пирамид. выступов.

Металлокерамич. насадки имеют дополнит. металлич. сетку из жаростойкой стали, располож. на расстоянии 8—12 мм от керамич. плиток. Благодаря применению сетки повышается кол-во теплоты, передаваемой излучением, улучшаются равномерность нагрева насадки и полнота сгорания газа. В Г.и.и. также используются металлич. насадки — набор жаростойких металлич. сеток или перфориров. плит из жаростойкого чугуна. В перфориров. и пористых керамич. и металлокерамич. насадках сжигают предварительно подготовл. газовоздушные смеси. В них поток смеси разбивается на множество мелких струй, к-рые сгорают в виде плоского пламени и микрофакелов в устье каналов насадки без видимых языков пламени. Вследствие малой скорости (0,1—0,14 м/с) газовоздушной смеси в каналах плитки, а также наличия сетки, к-рая является вторичным излучателем, предотвращается отрыв пламени. Для обеспечения устойчивости пламени по отношению к проскоку диаметры каналов должны быть меньше критических. Однако при значит. увеличении тепловой мощности горелки, когда возникают условия для прогрева керамич. каналов в глубину, а зона горения перемещается внутрь насадки, происходит проскок пламени. Близость зоны горения к поверхности перфориров. насадка обеспечивает нагрев его до высоких темп-р, и он становится источником теплового излучения. Темпра излучающей поверхности составляет 900—1000 К.

Во всех Г.и.и. 40—60% энергии, выделяемой при сжигании газа, передается излучением. При работе в номин. режиме Г.и.и. обеспечивают полное сгорание газа. В неразбавл. продуктах сгорания ($\alpha = 1$) содержится оксидов углерода не более 0,02 об.% (250 мг/м^3). В Г.и.и. при изменении уд. тепловой мощности от 25 до 100 Вт/см^2 содержание оксидов азота NO_x не превышает соответственно 40—100 мг/м^3. Содержание CO у Г.и.и. примерно в 2 раза меньше, чем у горелок *газовых плит* и *газовых проточных водонагревателей*, NO_x — в 5—2 раза меньше, чем у эжекц. горелок газовых плит и водонагревателей и эжекц. горелок БИГ, ИГК.

Г.и.и. используют для отопления произв. помещений и теплиц, отд. рабочих мест на открытых и полузакрытых площадках; в технологич. процессах сушки и нагрева (термообработка листового металла и труб, цилиндрич. поверхностей, сушка лакокрасочных покрытий), где требуется равномерность нагрева; в передвижных нагреват. установках (ремонт асфальтобет. дорожных покрытий); для сварки полиэтиленовых труб.

ГОРЕЛКА ПЫЛЕУГОЛЬНАЯ — устройство для образования смесей пылевидного *топлива* с воздухом и подачи его к месту сжигания. Через Г. в топку поступают два различных потока: топливовоздушная смесь (топливная пыль при темп-ре 70—130°С и первичный воздух) и вторичный воздух с темп-рой 250—420°С. Образование горючей смеси завершается в топочной камере. От работы Г. и их размещения зависит характер смесеобразования, что в сочетании с аэродинамикой топочной камеры определяет интенсивность воспламенения, скорость и полноту сгорания. Г. для камерного сжигания *твердого топлива* подразделяют на к р у г л ы е (турбулентные), п р я м о т о ч н ы е (щелевые) и п ы л е в ы е. Для сжигания пылевидного топлива совместно с газом применяют комбиниров. Г. На *котлоагрегатах* большой произ-сти устанавливают одно- и двухулиточные, лопаточные и улиточно-лопаточные пылеугольные круглые Г. При любой конструкции круглой Г. потоки пылевоздушной смеси и вторичного воздуха закручиваются в одном направлении. В одноулиточной Г. пылевоздушная смесь поступает в топку прямоточно; вторичный воздух закручивается в улитке и, пройдя кольцевой канал, через амбразуру поступает в топку. Необходимый для хорошего перемешивания со вторичным воздухом разнос струи пылевоздушной смеси достигается рассекающим конусом. В получивших широкое распространение двухулиточных Г. и улиточно-лопаточных Г. оба потока закручиваются в улиточном или лопаточном подводе. Потоки образуют в топке два концентрически расходящихся усеченных конуса, как бы опирающихся малыми основаниями на кольцевые выходы из Г. Внутри образуется конус пылевоздушной смеси, к к-рому снаружи примыкает конусообразный поток вторичного воздуха. По мере движения в топке оба потока проникают один в другой, перемешиваются, увлекая за собой топочные газы. Чем больше горячих топочных газов вовлекается в этот процесс, тем быстрее воспламеняется и сгорает топливо. Для увеличения угла раскрытия факела мощные Г. имеют конич. выходную насадку. С этой же целью выходную часть амбразуры часто выполняют конич., расширяющейся к устью, в результате чего достигается лучшее сочетание форм развития факела и амбразуры, увеличивается площадь поверхности контакта факела, ускоряется воспламенение топлива. Полнота сгорания топлива зависит от скорости вдувания в топку первичной смеси и вторичного воздуха. При малой скорости первичной смеси возможны выпадание из потока крупных частиц топлива и обгорание выходных патрубков Г.; при слишком большой скорости ухудшаются условия воспламенения и увеличивается длина факела. Скорость пылевоздушной смеси в круглых закручивающих Г. при сжигании пыли



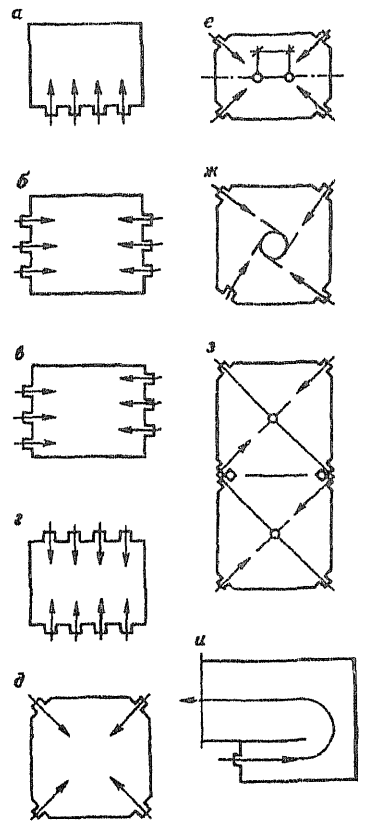
Круглые горелки
а — одноулиточная; *б* — двухулиточная; *в* — улиточно-лопаточная; *I* — пылевоздушная смесь; *II* — вторичный воздух; *1* — улитка вторичного воздуха; *2* — труба; *3* — рассекающий конус; *4* — кольцевой канал вторичного воздуха; *5* — улитка пылевоздушной смеси; *6* — растопочная мазутная форсунка; *7* — закручивающий лопаточный аппарат

Функции автоматизации поддержания гидравлического режима и защиты в насосных станциях систем теплоснабжения

Характер профиля местности	Насосы и дроссельные станции и место их установки	Назначение насосной станции	Функции автоматизации					
			стабилизация давления в подающем трубопроводе регулятором давления	стабилизация давления в обратном трубопроводе регулятором подпора	отключение подкачивающих насосов при останове сетевых	рассечка тепловой сети на зоны	включение подпиточного насоса	регулирование подпитки 2-й зоны тепловой сети
Ровный	Подкачивающие на обратном трубопроводе	Увеличение пропускной способности тепловой сети	–	+	+	–	–	–
	Подкачивающие на обратном трубопроводе	Снижение давления в обратном трубопроводе до подкачивающего насоса во 2-й зоне теплосети и увеличение располагаемого напора у потребителей 2-й зоны	–	+	+	+	–	–
	Подкачивающие на подающем трубопроводе	Увеличение располагаемого напора во 2-й зоне тепловой сети	–	+	+	+	–	–
Понижение от источника теплоты	Дроссельная станция на подающем трубопроводе и подкачивающие на обратном трубопроводе	Снижение давления в подающем трубопроводе до значения, не превышающего макс. допустимого, снижение давления в обратном трубопроводе 2-й зоны тепловой сети	+	+	+	+	–	+
Повышение от источника теплоты	Подкачивающие на подающем трубопроводе, дроссельная станция на обратном трубопроводе и подпиточные	Увеличение давления в подающем трубопроводе до значения, необходимого для подачи теплоносителя потребителям 2-й зоны тепловой сети и защита от опорожнения их систем отопления	+	+	+	+	+	+

Примечание. Знак "+" означает функции система выполняет; "–" – функции система не выполняет.

держивается пост. давление при работающих подкачивающих насосах (линия *1*). При отключении их регулирующим клапаном РК-2 обеспечивается частичная рассечка тепловой сети на 1-ю и 2-ю зоны, т.е. снижение давления в этом трубопроводе до допустимого уровня (линия *4*); отсутствие регулирующего клапана РК-2 привело бы к недопустимому повышению давления во 2-й зоне (линия *2*). При остановке сетевых насосов на *источнике теплоты системы теплоснабжения* и работе подкачивающих насосов произойдут недопустимое опрокидывание циркуляции воды у потребителей 1-й зоны и опорожнение системы отопления потребителей 2-й зоны (линия *5*). Поэтому по импульсу понижения давления, возникающему в подающем трубопроводе в точке Т2, отключатся подкачивающие насосы и установится одинаковое для потребителей обеих зон заданное статич. давление (линия *3*). Работа комплекса автоматич. устройств при этом следующая (схема *в*): при норм. режиме вентили В1 открыты, вентили В2 и В3 закрыты, подкачивающий насос включен. С помощью реле давления РД1 регулирующий клапан поддерживает заданное давление в точке Т1. Реле давления РД2 настроено на давление, превышающее регулируемое на 0,05—0,1 МПа. Поэтому клапан РК2 этого реле находится в верхнем положении, командное давление равно макс., золотник клапана ускорителя ИК1 находится в нижнем положении, командное давление на привод регулирующего клапана РК2 равно атмосферному, поэтому он полностью открыт. При остановке сетевых насосов падает давление в точке Т2, контакты электроконтактного манометра замыкаются и подают команду на отключение подкачивающего



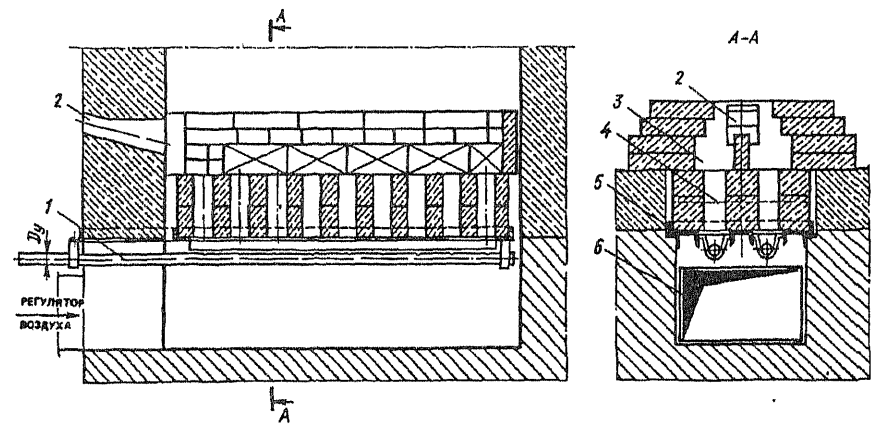
Схемы расположения пылеугольных горелок
а — фронтальное; б — встречное (боковое); в — встречно-смещанное (боковое); г — двухфронтальное; д — угловое с одним фокусом встречи факелов; е — угловое боковое с двумя фокусами встречи; ж — тангенц. угловое; з — угловое в топке с двусветным экраном; и — потолочное

антрацитов, полуантрацитов и тощих углей принимают равной 15—20 м/с, а каменных и бурых углей — 20—25 м/с; соответственно скорости вторичного воздуха принимают равными 20—30 и 25—35 м/с. Кол-во первичного воздуха, к-рое необходимо подавать в Г., с повышением выхода летучих в-в из топлива возрастает с 20—30% при сжигании антрацита до 50—60% при сжигании бурых углей. Остальное кол-во воздуха приходится на вторичный. Круглые Г. применимы для любого твердого топлива, но наиболее распространены для топлива с малым выходом летучих в-в. Единичная мощность круглых Г. достигает 14 т/ч.

В прямоточных Г. пылевоздушная смесь и вторичный воздух подаются в топку самостоят. потоками через узкие прямые щели. Ввиду отсутствия турбулизирующего эффекта прямоточные Г. создают дальнобойные плоские паралл. струи с малым углом расширения. Такие Г. сжигают пылевидное топливо в тонких плоских паралл. струях. Пылевоздушная смесь подается в топку со скоростью 20—30 м/с через вертик. вытянутые амбразуры, расположенные на расстоянии 1,2—2 м одна от другой. Подсос топочных газов создает в пространстве между соседними струями мощные очаги вихревых зон горячих продуктов сгорания, что обеспечивает устойчивое зажигание факела. Малая ширина Г., большой периметр и сравнительно большая скорость воспламенения обеспечивают быстрое распространение пламени на все сечение факела и расположение ядра горения вблизи амбразур. Такие Г. применяют в топках для сжигания высокореакц. топлив: бурого угля, фрезерного *торфа*, *горючих сланцев*. Пылеугольные Г. размещают на фронт. и боковых стенках топочного объема котла; в зависимости от паропроизводит. их можно располагать в несколько ярусов (в котлах большой мощности на фронт. и задней стенках в 2—4 яруса). В топках с удалением *шлака топливного* в твердом состоянии Г. располагают на фронт. стене, одну против другой, на двух стенах или в углах топочной камеры. При одно-, двухфронт. и боковом размещении применяют круглые и щелевые Г. с расстоянием между круглыми большим, чем между щелевыми. Продукты сгорания, выходящие из крайних Г., не должны касаться топочных экранов. Во избежание сепарации пыли гнезда Г. располагают на 1,5—2 м выше скоса холодной воронки. Дальнобойные Г. вызывают шлакование заднего экрана топки. Фронт. расположение возможно при короткофак. круглых Г. При нем пылепроводы короткие, а распределение темп-ры по ширине топки равномерное. В котлоагрегатах умеренной мощности Г. чаще располагают на противоположных боковых стенках симметрично-встречно или встречно-смещенно. При последней компоновке Г. с тонкими струями образуется мощное ядро факела с высокой темпрой в нижней части топки, что предотвращает шлакование экранов. Распространена тангенц. компоновка угловых Г., при к-рой их оси направлены тангенциально к воображаемой окружности диаметром 1—2 м в центре топки. В топке образуется вертик. вихрь, обеспечивающий хорошее перемешивание. При тангенц. компоновке угловых Г. лучшие результаты достигаются в топках, имеющих в плане форму, близкую к квадрату, что обусловливает хорошую аэродинамику топочного объема. Хорошее заполнение топки факелами достигается при потолочном расположении Г., но оно применяется редко из-за сложности компоновки и ухудшения условий воспламенения. При жидком шлакоудалении обычно применяют угловые щелевые горелки, а для топки с умеренной темп-рой плавления *золы* — круглые. При высокой темп-ре в топке и тугоплавкой золе круглые Г. подвержены сильному радиац. обогреву и быстро обгорают. При жидком шлакоудалении с целью создания высокотемп-рной зоны Г. располагают ниже, чем при удалении шлака в твердом состоянии. При малой нагрузке Г., расположенные слишком низко, подвержены шлакованию и могут привести к сепарации топливной пыли в ванну.

Горелка форкамерная
1 — газовый коллектор с отверстиями; 2 — отверстия для запальной горелки; 3 — форкамера; 4 — керамический моноблок; 5 — опорная конструкция; 6 — канал для поступления воздуха

ГОРЕЛКА ФОРКАМЕРНАЯ — устройство, состоящее из газового коллектора с отверстиями для выхода газа, моноблока с каналами и керамич. огнеупорной форкамеры, размещаемых над коллектором, в к-рых происходят смешение газа с *воздухом* и горение газовоздушной смеси. Г.ф. предназначена для сжигания природного газа в *топках* секц. чугунных котлов, сушилок и др. тепловых установок, работающих с разрежением 10—30 Па. Г.ф. располагают на поду топки, благодаря чему создаются хорошие условия для равномерного распределения тепловых потоков



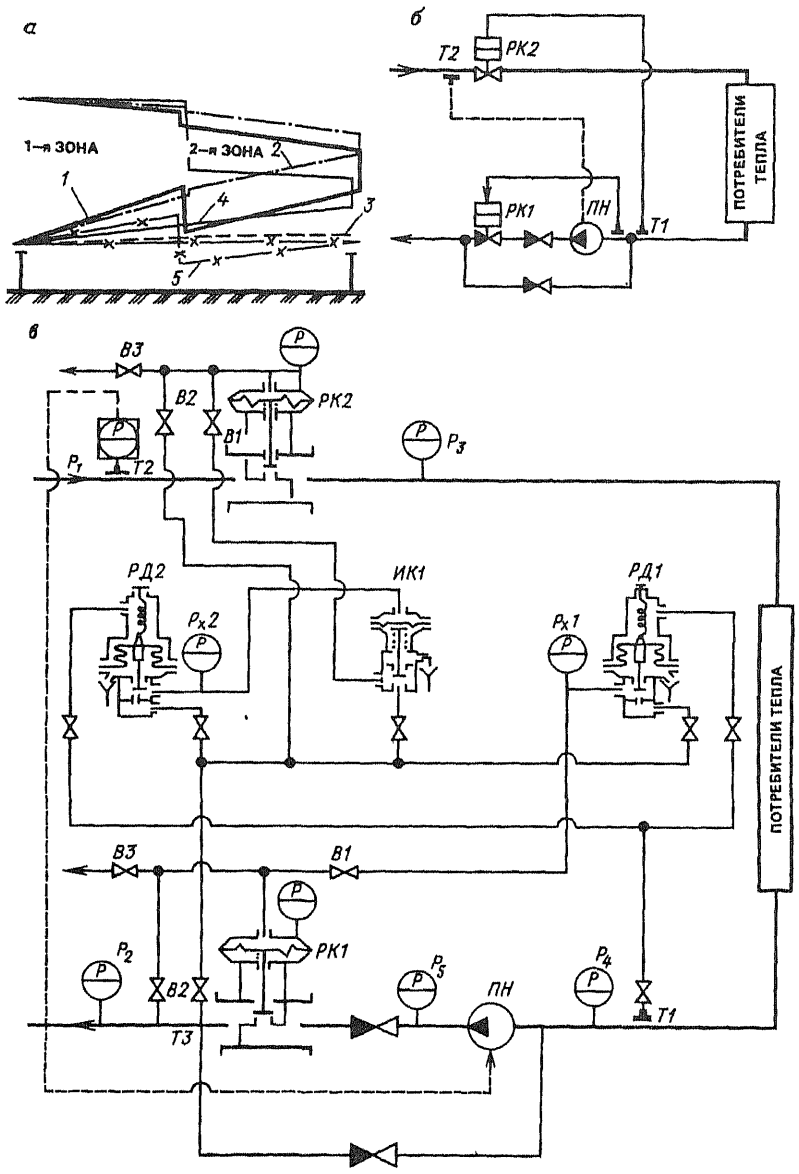


Схема автоматизации насосных станций теплоснабжения при ровном профиле местности

насоса. Благодаря работе подпиточного устройства на источнике теплоты в тепловой сети поддерживается заданное статич. давление (линия *3*). Если происходит остановка только подкачивающего насоса, резко возрастает давление в точке Т1 (линия *2*), закрываются нижние сопла реле РД1 и РД2, командные давления падают до атмосферного. Это приводит к полному открытию регулирующего клапана РК1, к резкому переходу в верхнее положение золотника клапана-ускорителя и подаче рабочей воды к приводу регулирующего клапана РК2. Последний прикрывается настолько, чтобы в точке Т1 установилось давление, близкое к давлению настройки (линия *4*). При включении подкачивающего насоса давление в точке Т1 уменьшается, реле давления РД-2 переходит в верхнее положение, возрастает командное давление, золотник клапана-ускорителя опускается, давление в верхней полости привода регулирующего клапана РК2 падает до атмосферного, и он полностью открывается. Реле давления РД1 и регулирующий клапан РК1 переходят на нормальный режим регулирования давления в точке Т1 (линия *1*).

Схему автоматизации поддержания пост. коэфф. смешения или регулирования его в смесит. насосных станциях см. *Регулирующий клапан смешения*. Автоматич. включение резервных насосов осуществляется как по импульсу падения давления на нагнетательных грубопроводах рабочих насосов с помощью электроконтактного манометра, так и по импульсу исчезновения напряжения в обмотке электродвигателя насоса. Открытие и закрытие электрозадвижек на напорных патрубках насосов при их включении и отключении производятся путем электрич. блокировки электродвигателей насосов и задвижек. Переход на резервный источник питания выполняется путем аварийного включения резервного электроснабжения, предусматривающим автоматич. включение секционного выключателя при исчезновении на одной из секций напряжения 6—10 кВ. Для контроля параметров теплоносителя и работы насосов по месту устанавливают приборы для измерения давления и темпры, а также темп-ры подшипников. Дистанц. управление насосными агрегатами производится с местного щита управления, к-рый оборудуют соответствующими органами управления. На нем устанавливают самопишущие приборы для регистрации давления, расхода и темп-ры, а также теплосчетчики. Телемеханическое управление насосной станцией осуществляется с помощью средств телемеханики из диспетчерского пункта теплоэнергетического предприятия. Объем телеинформации см. *Телеконтроль и телеуправление теплоснабжением*.

АВТОМАТИЗАЦИЯ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ — применение спец. приспособлений и устройств, полностью или частично выполняющих обязанности дежурного персонала по централизов. диспетчерскому управлению и контролю за работой *насосных станций*, координации режима их работы с др. объектами (очистными сооружениями, водоводами, резервуарами, сетями и проч.), а также оперативному обслуживанию насосных установок; обеспечивающих заданные параметры эксплуатации (уровень воды и сточных вод в емкостях, напор и расход воды и сточных вод в трубопроводах и др.); включающих и отключающих насосные агрегаты и вспомогат. механизмы (вращающиеся водоочистные сетки, механические грабли, системы вентиляции и отопления и др.); регулирующих режим их работы; сигнализирующих о неисправностях и авариях оборудования и т.п. Диспетчерское управление и контроль осуществляются с помощью средств телемеханики с использованием линий телеф. сети и каналов радиосвязи. Системы телемеханики по характеру выполняемых функций делятся на системы телесигнализации, телеизмерения и телеуправления. Системы телесигнализации передают с насосных станций на диспетчерский пункт сигналы о состоянии контролируе-

по длине топки. Г.ф. могут работать на низком и среднем давлении газа. Г.ф. состоит из газового коллектора (стальной трубы) с одним рядом отверстий для выхода газа. В зависимости от тепловой мощности горелка может иметь 1, 2 или 3 коллектора. Над газовым коллектором на стальной раме установлен керамич. моноблок, образующий ряд каналов (смесителей). Каждое газовое отверстие имеет свой керамич. смеситель. Газовые струи, истекая из отверстий коллектора, эжектируют 50—70% воздуха, необходимого для горения, остальной воздух поступает за счет разрежения в топке. В результате эжекции интенсифицируется смесеобразование. В каналах смесь подогревается, и при выходе начинается ее горение. Из каналов горящая смесь поступает в форкамеру, в к-рой осуществляется сгорание 90—95% газа. Форкамеру изготовляют из шамотного кирпича; она имеет вид щели. Догорание газа происходит в топке. Высота факела — 0,6—0,9 м, коэфф. избытка воздуха α = =1,1...1,15.

ГОРОДСКАЯ СИСТЕМА ГАЗОСНАБЖЕНИЯ — сложный комплекс сооружений, технич. устройств и трубопроводов, обеспечивающий подачу и распределение газа между пром., коммун. и бытовыми потребителями в соответствии с их спросом. Состоит из след. осн. элементов: *газовых сетей* низкого, среднего и высокого давлений, *газорегуляторных станций* (*ГРС*), *газорегуляторных пунктов* (*ГРП*) *и газорегуляторных установок* (*ГРУ*), системы контроля и автоматич. управления, диспетчерской службы и системы эксплуатации. Потоки природного газа поступают по магистр. газопроводам через газораспределит. станции в гор. газовые сети. На газораспределит. станции давление газа снижается клапанами автоматич. регуляторов и поддерживается пост. на требуемом для города уровне. Технологич. схема газораспределит. станции включает систему автоматич. защиты, гарантирующую значение давления газа в гор. сетях, не превышающее допустимого уровня. Из ГРС газ по газовым сетям поступает к потребителям. Осн. элемент Г.с.г. — газовые сети, к-рые состоят из газопроводов разл. давлений, классифицируемых след. образом: низкого давления — до 5 кПа (избыточных); среднего — 5 кПа — 0,3 МПа; высокого II категории — 0,3—0,6 МПа и высокого давления I категории — 0,6—1,2 МПа. По газопроводам низкого давления транспортируют и распределяют газ по жилым и обществ. зданиям и пред- приятиям бытового обслуживания. В газопроводах жилых зданий разрешается давление до 3 кПа, а предприятий бытового обслуживания и обществ. зданиях — до 5 кПа. Обычно в сетях поддерживают низкое давление до 3 кПа, и все указанные здания и предприятия присоединяют к газовой сети непосредственно без *регуляторов давления газа*. По газопроводам среднего и высокого (0,6 МПа) давлений газ подают через ГРП в сети низкого и среднего давлений. В ГРП установлена автоматич. защита, исключающая возможность повышения давления на низшей ступени сверх допустимой нормы. По этим газопроводам через ГРП и ГРУ газ также подают пром. и коммун. предприятиям. По действующим нормам макс. давление для пром., с.-х. и коммун. предприятий, а также для отд. стоящих отопит. и производств. *котельных* допускается до 0,6 МПа, для предприятий бытового обслуживания, пристроенных к зданиям, — не более 0,3 МПа. К ГРУ, располож. на стенах жилых и обществ. зданий, можно подавать газ с давлением не более 0,3 МПа. Газопроводы среднего и высокого давлений составляют осн. гор. распределит. сети; газопроводы высокого давления (до 1,2 МПа) применяют только в крупных городах. Пром. предприятия можно присоединять к сетям среднего и высокого давлений непосредственно без регуляторов давления, если это обосновано технич. и экономич. расчетами. Связь между газопроводами разл. давлений осуществляется только через ГРП.

Г.с.г. имеют иерархичность в построении, к-рая увязана с классификацией газопроводов по давлению. Первый иерархич. уровень составляют сети высокого и среднего давлений, являющиеся осн. газопроводами города. Их резервируют путем кольцевания или дублирования отд. участков. Только у малых городов сети могут быть тупиковыми. Газ последовательно перетекает по ступеням со снижением давления, к-рое осуществляется скачками на клапанах регуляторов давления ГРП и поддерживается после них пост. При наличии разнородных потребителей в газоснабжаемом р-не по одной и той же улице или проезду можно параллельно прокладывать газопроводы разл. давлений. Газопроводы высокого и среднего давлений образуют единую гидравлически связ. гор. сеть. Второй иерархич. уровень составляют сети низкого давления, подающие газ многочисл. потребителям. Сети проектируют смеш. типа, закольцовывая только осн. газопроводы, а остальные выполняя тупиковыми. Газопроводами низкого давления не пересекают большие естеств. (реки, озера, овраги) и искусств. (ж.-д. линии, автомобильные магистрали) препятствия, их не прокладывают по пром. зонам, поэтому они не составляют единую гидравлически связ. гор. сеть. Сети низкого давления проектируют как локальные системы, имеющие по неск. точек питания (ГРП), в к-рые газ поступает из сетей среднего или высокого давления. Третий иерархич. уровень. — газовые сети жилых и обществ. зданий, пром. цехов и предприятий. Их выполняют, как правило, нерезервированными. Давление в них определяется назначением сетей и требуемым уровнем для газоиспользующих установок.

Г.с.г. по числу ступеней давления разделяют на: двухступенчатые, состоящие из сетей низкого и среднего или низкого и высокого давлений; трехступенчатые, включающие газопроводы низкого, среднего и высокого давлений; многоступенчатые, состоящие из газопроводов всех градаций давлений. Привед. градация газопроводов по давлению вызвана необходимостью иерархич. построения Г.с.г., а также след. обстоятельствами: в городе имеются потребители, для систем газоснабжения к-рых требуется разл. давление газа; необходимость в среднем и высоком давлениях связана с большими потоками газа и протяж. направлениями их транспортирования; улицы и проезды центр. (старых) р-нов городов неширокие, и прокладка по ним газопроводов высокого давления может оказаться неосуществимой. Чем больше давление газа, тем большее расстояние требуется между газопроводом и зданиями. Кроме того, прокладка газопроводов высокого давления в р-нах с высокой плотностью населения нежелательна; ограничения, накладываемые на условия присоединения газорегуляторных шкафных установок, размещаемых на зданиях, обусловливают необходимость наряду с сетями высокого давления проектировать и сети среднего давления.

По назначению газопроводы делят на: распределит. высокого, среднего и низкого давлений, транспортирующие газ по снабжаемой территории; абонентские ответвления, подающие газ от распределит. сетей к отд. потребителям; внутридомовые и внутрицеховые. Гор. распределит. газопроводы высокого и среднего давлений проектируют как единую сеть, подающую газ пром. предприятиям, отопит. котельным, коммун. потребителям и в сетевые ГРП. Создание единой сети экономически выгоднее, чем разделительной для пром-сти и коммунально-бытового сектора.

На выбор конкурентоспособных вариантов Г.с.г. влияют след. факторы: размеры города, его планировка, застройка, плотность населения и хар-ки пром. предприятий, электростанций, наличие больших естеств. и искусств. препятствий для прокладки газопроводов; перспективный план развития города. Принятая Г.с.г. должна быть экономичной, безопасной и надежной в эксплуатации, проста и

мых агрегатов и механизмов. Системы телеизмерения сообщают информацию об измеряемых на станции заданных параметрах эксплуатации. Системы телеуправления передают на насосные станции с диспетчерского пункта управляющие сигналы (команды).

Для сбора и передачи информации, для приема и передачи команд с диспетчерского пункта на насосных станциях размещают контрольные пункты. Линии связи между ними и диспетчерскими пунктами могут быть много- и малопроводными. Многопроводные системы применяют при расстояниях между пунктами до 1 км. В этом случае каждый объект управления (насос, задвижка и т.п.) с органами управления соединяют или непосредственно, или с помощью приборов, воспринимающих информацию. В малопроводных системах неск. сигналов передают по одному каналу линии связи. Для этого систему телемеханики оснащают распределителями, фильтрами, шифраторами и дешифраторами кода. Информация о технологич. и электрич. параметрах (давление, расход и уровень воды, электрич. ток, напряжение) в устройствах телемеханики и автоматики преобразуется в маломощные унифициров. электрич. аналоговые и релейные сигналы. Регулирование режима работы насосных установок осуществляется обычно по пропорционально-интегральному закону (ПИ-закону). Для задания требуемого значения параметра регулирования в систему автоматизации вводят задающие устройства. Для реализации команд, поступающих из системы автоматизации, агрегаты и др. оборудование оснащают дополнительными механизмами.

В насосных установках получают распространение микропроцессорные устройства, к-рые позволяют легко и быстро перенастраивать законы регулирования при изменении динамич. хар-к управляемого объекта.

Системы автоматизации могут быть как локальными, так и входить в состав АСУ технологич. процессами подачи и распределения воды. В данных АСУ используют ЭВМ, с помощью к-рой производят анализ информации, собираемой по каналам телемеханики от насосных станций, водоводов, резервуаров и распределит. сетей, и выполняют расчеты по оптимизации режимов работы системы подачи и распределения воды.

При автоматизации основных насосных агрегатов в первую очередь автоматизируют пуск и останов. Импульс на включение агрегата выдает дежурный диспетчер или датчик, реагирующий на заданное значение технологич. параметра (уровень воды в емкостях, давление в трубопроводах и т.п.). Дальнейшие операции пуска осуществляются автоматически: открытие и закрытие затворов и задвижек, залив корпусов насосов водой, подача охлаждающей воды в подшипники и сальниковые уплотнения насосов для перекачки сточных вод, включение и отключение соответствующих электрич. коммутац. аппаратов (контакторов, выключателей, пускателей и т.п.). Для упрощения и повышения надежности пуска насосы, как правило, устанавливают под заливом, т.е. ниже уровня воды в приемных емкостях.

Остановка насосных агрегатов автоматизируется аналогичным образом. Импульс на отключение насоса выдается от технологич. датчика (уровня, давления и т.п.), выходного реле электрич. и технологич. защиты или от диспетчера. Электрич. защита работает при коротких замыканиях в приводном электродвигателе, перегрузке двигателя, исчезновении напряжения на шинах распределит. устройства и др. повреждениях в электрич. части насосной установки. Технологич. защита действует при чрезмерном понижении уровня воды в приемных емкостях, при резких изменениях давления и расхода в напорных линиях установки и т.п. Если разместить насосы под заливом невозможно, применяют принудит. залив насосов с помощью вакуум-установки. В этом случае схема автоматизации насосного агрегата предусматривает после подачи импульса на включение осн. агрегата включение *вакуум-насоса*. Затем к вакуумной линии автоматически подключается насос путем открытия соответствующего вентиля. После заполнения насоса водой реле контроля залива дает импульс на включение осн. агрегата с последующим отключением его насоса от вакуумной линии и остановкой вакуумного насоса.

Для насосных установок с перем. режимом работы предусматривают автоматическое регулирование выходных параметров (давления, подачи) насосных агрегатов. Режим работы насосной установки регулируют изменением числа работающих агрегатов, дросселированием напорных линий, изменением угловой скорости вращения насосов или сочетанием этих способов.

В насосных установках наибольшее применение нашли приводы с многоскоростными (двухскоростными) электродвигателями, с индукторными муфтами скольжения, с гидромуфтами, приводы по схеме асинхронно-вентильного каскада, частотные приводы и приводы на базе вентильного электродвигателя. Многоскоростные двигатели используют в тех случаях, когда применение плавного регулирования не требуется, напр. при ступенчатом графике водопотребления, а также при отсутствии плавно регулируемых приводов. Многоскоростные двигатели позволяют увеличить число возможных комбинаций напорных хар-к насосных агрегатов без увеличения числа насосов. Привод с индукторными муфтами скольжения преимущественно используют в системах автоматич. управления насосных установок, оборуд. горизонт. насосными агрегатами сравнительно небольшой мощности (40—250 кВт). Этот привод относится к группе приводов, работающих с потерями скольжения. Привод с гидромуфтами по своим энергетич. хар-кам аналогичен приводу с индукторными муфтами скольжения. Привод по схеме асинхронно-вентильного каскада получил наибольшее распространение в горизонт. насосных агрегатах средней и большой мощности (250—1600 кВт). В отличие от приводов с индукторными муфтами скольжения и гидромуфтами в этом приводе потери скольжения не теряются, а рекуперируются в питающую электросеть. Привод на базе вентильного двигателя используют в агрегатах большой мощности (1600—5000 кВт), особенно вертик. исполнения. Частотный привод применяют гл. обр. в низковольтных агрегатах мощностью 40—250 кВт. Эти приводы работают без потерь скольжения, однако отличаются сравнительно высокой стоимостью и сложностью конструкции.

Применение регулируемого электропривода в системах автоматического управления (САУ) насосных установок позволяет привести в соответствие режим их работы с водопотреблением или притоком сточных вод. Благодаря этому стабилизируются давление в водопроводной сети и уровень сточных вод в приемных емкостях канализац. насосных станций или напорных резервуарах *систем водоснабжения*, экономится энергия, сокращаются утечки и непроизвод. расходы воды, появляется возможность увеличить единичную мощность насосных агрегатов и соответственно уменьшить их число. Регулируемый электропривод используют обычно в насосных установках, оснащенных агрегатами достаточно большой мощности (75—100 кВт и выше), характеризующихся неравномерностью подач и большой динамич. высотой подъема воды, т.е. большой крутизной графич. хар-к водоводов и сети.

В САУ водопроводных насосных станций регулируемым параметром обычно является давление в диктующей точке (точках) водопроводной сети. В тех случаях, когда насосная станция расположена вблизи потребителей или когда падение давления в трубопроводах между диктующей точкой и коллектором насосной станции мало зависит от расхода воды, в качестве параметра регулирования принимают давление на напорном коллекторе станции. В САУ канализац. насосных станций за параметр регулирования принимают уровень сточных вод в приемном резервуаре станции. Из экономич. соображений регулируемым электроприводом обычно

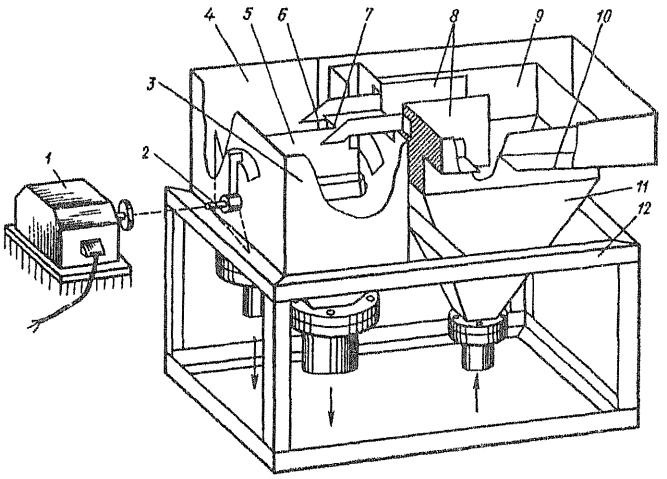
оборудуют один агрегат в группе из двух-трех насосов. В качестве регулируемого принимают наиболее крупный насос с наиболее пологой графич. хар-кой, что препятствует образованию мертвых зон в процессе регулирования. Оснащение всех установл. на станции насосных агрегатов регулируемым электроприводом необходимо только в тех случаях, когда изменение угловой скорости вращения регулируемых агрегатов выводит нерегулируемые агрегаты в зону ненормальных режимов работы: низких кпд, кавитации или помпажа.

При одновременной работе регулируемых и нерегулируемых насосных агрегатов САУ обеспечивает их взаимодействие: изменяет угловую скорость вращения регулируемых агрегатов, включает или отключает в нужный момент нерегулируемые агрегаты, ограничивает по энергетич. и технологич. показателям допустимый диапазон изменения угловой скорости вращения регулируемых агрегатов. При работе неск. насосных установок, подающих воду в водопроводную сеть труб целого района, САУ поддерживает оптим. средневзвешенное значение кпд группы насосных станций.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД — применение комплекса приборов контроля и систем управления технологическими процессами в водоочистных сооружениях, полностью или частично обеспечивающих их работу без участия обслуживающего персонала. Объемы и уровни А.о.п.в. определяются технологией очистки и наличием средств контроля и автоматики. Технология очистки для технич. и коммун. целей различна. В первом случае она диктуется требованиями к качеству *воды* для конкретного технологич. процесса; во втором она должна обеспечить качество воды, соответствующее требованиям стандарта на питьевую воду.

К контролируемым технологич. параметрам относятся: расходы воды и реагентов, уровни в резервуарах чистой воды и баках растворов реагентов, состояние осн. оборудования и нек-рые физ.-хим. показатели, в т.ч. концентрация растворов реагентов, мутность и цветность воды, значение pH, щелочность, содержание остаточного хлора. Автоматич. приборы и др. средства технологич. контроля образуют информационно-измерит. систему водоочистной станции и основу А.о.п.в.

Автоматизация удаления взвешенных и коллоидных веществ из воды ограничивается пропорциональным дозированием *коагулянта*, для чего используют два расходомера: один — для измерения расхода раствора коагулянта, другой — обрабатываемой воды. Необходимое соотношение расходов обеспечивается П-регулятором. Оптим. дозу коагулянта устанавливают пробным *коагулированием* в лаборатории. В нашей стране получила распространение кондуктометрич. система дозирования коагулянта, основанная на измерении разности между уд. электропроводимостью воды, смешанной с коагулянтом, и сырой (исходной) воды. Кондуктометрич. система дозирования коагулянта пригодна там, где щелочность относительно стабильна, а доза коагулянта не менее 5 мг/л по $Al_2(SO_4)_3$. При этом общее солесодержание может быть достаточно высоким.



Бункерный дозатор ДИМБА для растворов коагулянтов и извести

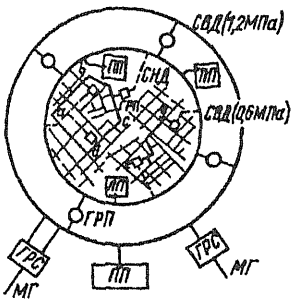
1 — исполнит. механизм; *2* — вал ножа-делителя; *3* — приемный бункер; *4* — бункер возврата; *5* — нож-делитель; *6* — стенки сливного лотка; *7* — сливной лоток; *8* — стабилизирующие щитки; *9* — переливные стенки приемного бункера; *10* — лоток приемного бункера; *11* — приемный бункер; *12* — рама

Дозирование коагулянта может осуществляться также по концентрации алюминия, входящего в состав раствора коагулянта, и остаточного алюминия в очищенной воде. Содержание остаточного алюминия нормируется стандартом на питьевую воду (0,5 мг/л). Для определения концентрации алюминия используется электрокинетический датчик (ЭКД), обеспечивающий непрерывное измерение контролируемого параметра с точностью не ниже точности при аналитическом методе. Система автоматического управления дозирования коагулянта (САУДК) построена на базе ЭКД. Система работает по принципу стабилизации оптим. дозы реагента, оцениваемой по Al^{3+} и найденной в процессе пробной коагуляции. Отклонение от заданной дозы компенсируется уменьшением или увеличением подачи реагента. Осн. звенья системы — ЭКД, электронный импульсный регулятор, дозирующее устройство с исполнит. механизмом. Кроме того, в схему САУДК входит коммутацион., пусковая и др. аппаратура. Датчик снабжен амперметром, отградуиров. в единицах концентрации Al^{3+}. Его сигнал может передаваться на регистрирующий прибор, устанавливаемый на диспетчерском пункте. Для САУДК необходимо дозирующее устройство, регулирующее подачу раствора хим. реагента и измеряющего его расход. В нашей стране в качестве дозирующих устройств используют насосы-дозаторы, мембранные клапаны в антикорроз. исполнении с электроприводом или бункерные дозаторы типа ДИМБА. Для измерения расхода, вводимого в воду отдозир. раствора реагента, регулирующее устройство дополняется расходомерами.

Автоматизация подщелачивания воды при коагуляции. Автоматический контроль осуществляют с помощью пром. pH-метров с проточным или погружным датчиком, оснащенным измерит. стекл. электродом и проточным вспомогат. Автоматизиров. система обеспечивает повышение pH до требуемого значения (8,5—9) при отклонении от него не более чем на ±0,2 единицы. Этот процесс осложнен интенсивным отложением карбонатов на стекл. электроде. Однако несложное устройство позволяет снимать их раствором соляной к-ты, не извлекая датчика pH-метра из потока воды.

Схема автоматизации процесса фторирования воды кремнефтористым и фтористым натрием включает чувствит. элемент с селективным электродом на фторид-ион, преобразователь, откуда сигналы поступают на ПИ-регулятор и далее через пусковую аппаратуру на привод органа, регулирующего расход раствора реагента, — клапан или насос-дозатор.

Применяются системы автоматизации процесса обработки во-



Многоступенчатая система газоснабжения крупного города
СВД – сеть высокого давления; СНД – сеть низкого давления; ПП – промышл. предприятия

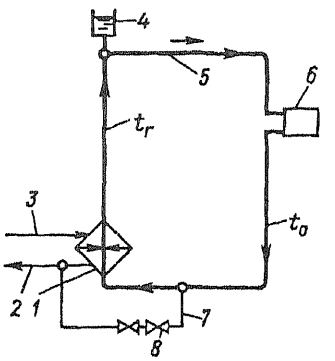
удобна при обслуживании, допускать выключение из работы отд. частей для произ-ва ремонта. Сооружения, оборудование и узлы в системе должны быть однотипными. В гор. сеть многоступенчатой системы газоснабжения газ поступает по 2 магистр. газопроводам через ГРС, что повышает надежность газоснабжения. Газораспределит. станции связаны неск. ответвлениями с кольцом высокого давления I категории (до 1,2 МПа), к-рое располагается по периферии города. Из этого кольца через неск. сетевых ГРП газ поступает в кольцевые сети высокого (до 0,6 МПа) или (и) среднего давления. От них идут ответвления газопроводов к пром. потребителям и в ГРП сетей низкого давления, после к-рых поддерживается давление до 3 кПа. На схеме газопроводы расположены последоват., но по улицам могут прокладываться паралл. газопроводы разных давлений. Это связано с тем, что для сокращения расхода металла сети низкого давления питают в неск. точках через ГРП и для подачи газа в центр. располож. ГРП прокладывают паралл. газопроводы высокого или среднего давлений. Такие прокладки также необходимы для подачи газа отопит. котельным и пром. предприятиям, располож. внутри жилых массивов. Сеть низкого давления выполнена в виде 2 зон, к-рые не соединены между собой. Это вызвано структурой города. Для повышения надежности ГРП каждой зоны соединены газопроводами низкого давления больших диаметров (*a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *g*). Это резервирует ГРП по низкой ступени давления. В средних и небольших городах обычно применяют двухступенчатую систему с газопроводами высокого (до 0,6 МПа) и низкого давлений. Если в центр. части города проложить газопроводы высокого давления нельзя, то их разделяют на две составляющие: сети среднего давления в центр. части и сети высокого давления на периферии. Получается трехступенчатая система. Диаметры распределит. газопроводов обычно изменяются в пределах 50—400 мм.

Для возможности отключения участков газопроводов высокого и среднего давлений, отд. зон сетей низкого давления, сооружений на сетях и жилых, обществ. и пром. зданий или групп зданий устанавливают отключающие устройства — задвижки или пробковые краны. Задвижки устанавливают на вводах и выводах из ГРП, на ответвлениях от уличных газопроводов к микрорайонам, кварталам, группам жилых домов, при пересечении водных преград, железных и автомобильных дорог. Задвижки на наружных газопроводах располагают в колодцах совместно с линзовыми компенсаторами, к-рые снимают темп-рные и монтажные напряжения, а также обеспечивают удобный монтаж и демонтаж запорной арматуры. Колодцы разрешается устанавливать на расстоянии не менее 2 м от линии застройки или ограждения территории предприятий. Число отключающих устройств должно быть обоснованным и миним. необходимым. Задвижки на вводах в здания монтируют на стенах, выдерживая определ. расстояния от дверных и оконных проемов. При расположении арматуры на высоте более 2,2 м предусматривают площадки с лестницами для их обслуживания.

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ — полезные ископаемые, дающие при сухой перегонке значит. кол-во смолы (близкой по составу к *нефти*). Г.с. состоят из *минер.* и *органич.* частей. Г.с. имеют пром. значение как *топливо* и энергохим. сырье. Из отходов (*золы*) получают стройматериалы (цемент и др.). Потребителями Г.с. являются ТЭС, *котельные*, сланцеперерабатывающие комбинаты.

ГРАВИТАЦИОННОЕ ДАВЛЕНИЕ НА ОГРАЖДЕНИЯ ЗДАНИЯ — избыточное давление, возникающее за счет разницы уд. веса *воздуха* снаружи и внутри здания.

ГРАВИТАЦИОННОЕ ОТОПЛЕНИЕ — обогреват. установка или совокупность обогреват. установок, в к-рых происходит естеств. циркуляция *теплоносителя* под воздействием гравитац. сил. Применительно к *водяному отоплению* гравитац. циркуляция возникает в замкнутых кольцах системы с вертик. участками вследствие неравномерного распределения плотности воды на них. Область применения Г.о. ограничена *отоплением* отд. жилых квартир (см. *Квартирное отопление*), обособл. зданий (особенно в отдал. сел. местности), зданий при неналаженном снабжении электрич. энергией. Г.о. применяется также в зданиях, в к-рых недопустимы вызываемые *циркуляционными насосами* шум и вибрация конструкций (напр., при точных измерениях). Г.о. может быть устроено для отопления верхних помещений высоких зданий (напр., технич. этажа). Ограничение области применения Г.о. связано с тем, что для циркуляции воды используется сравнительно малое различие в гидростатич. давлении в вертик. частях системы, к-рое только в высоких зданиях достигает значений, соизмеримых с давлением, создаваемым циркуляц. насосом.



Принципиальная схема гравитационной системы отопления
1 — теплообменник (теплогенератор); 2, 3 — наружные обратный и подающий теплопроводы; 4 — расширительный бак; 5 — верхняя подающая магистраль; 6 — отопительный прибор; 7 — наполнительно-подпиточная труба; 8 — обратный клапан

В малоэтажных зданиях системы Г.о. имеют след. недостатки по сравнению с насосной системой водяного отопления: сокращ. радиус действия; повыш. первонач. стоимость; увелич. расход металла и затраты труда на монтаж; замедл. включение в действие; повыш. опасность замерзания воды в трубах, пролож. в неотапливаемых помещениях. Вместе с тем системы Г.о. обладают достоинствами, определяющими в отд. случаях их выбор: относит. простота устройства и эксплуатации; независимость действия от снабжения электрич. энергией; отсутствие циркуляц. насосов и соответственно шума и вибраций; сравнит. долговечность; улучшение теплового режима помещений, обусловл. действием с количеств. саморегулированием. В системе Г.о. создается своеобразный механизм естеств. регулирования: при проведении обычного качеств. регулирования (т.е. при изменении темп-ры воды) самопроизвольно возникают количеств. изменения (изменяется расход воды). Одновремен. изменение темп-ры и колва циркулирующей воды обеспечивает необходимую *теплоотдачу отопительных приборов* для поддержания ровной темп-ры помещений. При естеств. циркуляции воды преимущество в малоэтажных зданиях отдается *двухтрубной системе отопления*; вертик. *однотрубная система водяного отопления* предпочтительна в многоэтажных зданиях, где благодаря увеличению естеств. циркуляц. давления можно уменьшить диаметр труб (по сравнению с

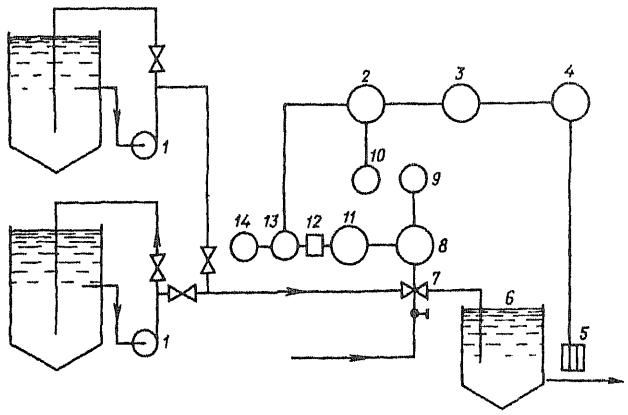


Схема автоматизации подщелачивания природной воды на водоочистной станции

1 — насосы; *2* — импульсный ПИ-регулятор; *3* — потенциометр КДС с регулирующим устройством; *4* — преобразователь Р-215 pH-метра; *5* — датчик магистральный ДМ-5 pH-метра с электродами ЭСП-01-14 и ЭКСВ-1; *6* — смеситель; *7* — регулирующий клапан; *8* — электропривод регулирующего клапана; *9* — указатель положения клапана; *10* — задатчик регулятора; *11* — усилитель тиристорный (пускатель магнитный реверсивный); *12* — реле пусковое промежуточное; *13* — ключ перевода на дистанц. управление дозированием извести или соды; *14* — ключ дистанц. управления дозированием реагентов

ды хлором с дозированием его пропорционально расходу обрабатываемой воды. Более совершенны комбиниров. системы, в к-рых по осн. каналу связи регулируют дозу хлора по расходу воды, а по обратному каналу — содержание остаточного хлора с помощью автоматич. анализатора. При больших расстояниях между хлоратором и точкой ввода хлора *эжектор* устанавливают вблизи точки ввода, чтобы хлоропровод находился под разрежением.

Обычно автоматизируют процесс вторичного хлорирования, требующий более точной дозировки, соответствующей требованиям стандартов по содержанию остаточного хлора (0,5—0,7 мг/л после 30-минутного контакта). Необходимость автоматизации первичного хлорирования определяется задачами данной технологии обработки воды (обесцвечивание, подавление развития биологических обрастаний и т.д.)

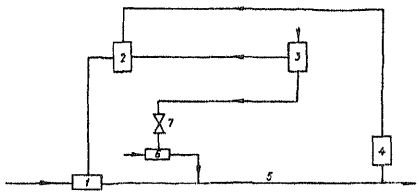
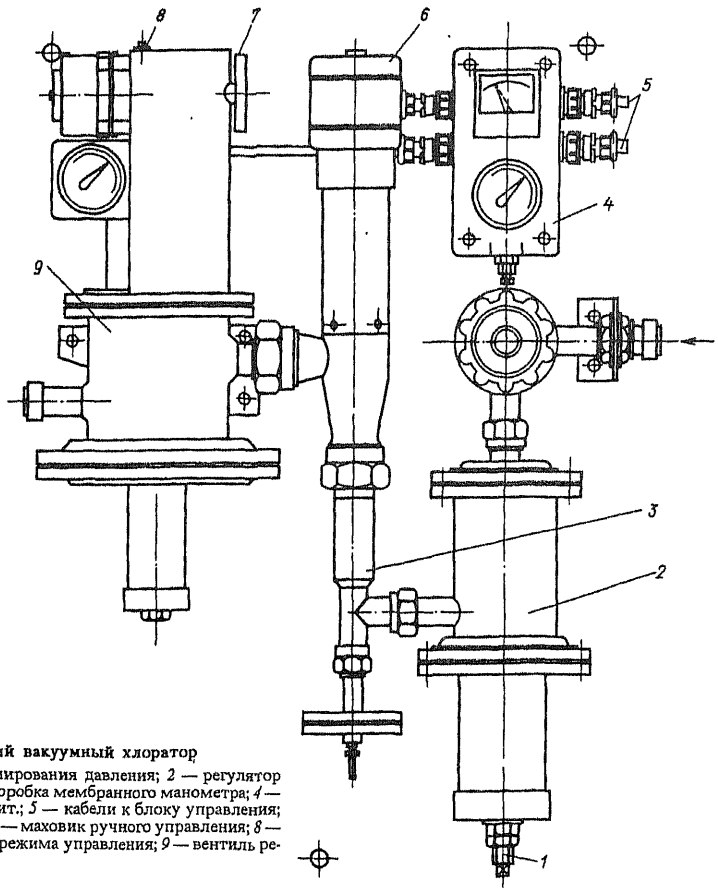


Схема автоматизации обработки воды хлором

1 — расходомер; *2* — блок управления; *3* — автомат. хлоратор; *4* — анализатор хлора; *5* — трубопровод хлорируемой воды; *6* — эжектор; *7* — вентиль



Автоматический вакуумный хлоратор

1 — винт регулирования давления; *2* — регулятор давления; *3* — коробка мембранного манометра; *4* — коробка соединит.; *5* — кабели к блоку управления; *6* — ротаметр; *7* — маховик ручного управления; *8* — переключатель режима управления; *9* — вентиль редукц.

Автоматизация аналитического определения хлора применяется для контроля остаточного содержания его в питьевой воде. В мировой практике для этой цели используют только автоматич. электрохим. анализаторы хлора, основ. на методе амперметрии. В нашей стране разработаны амперметрич. анализаторы АПК-1М и АХС-203, а также КОХ-1 и АХВ. В анализаторах АХС напряжение создается гальванич. парой, составленной из платинового (катод) и медного (анод) электродов; в анализаторах АХВ, где используется чашечный ртутный электрод, применяется внешн. источник электропитания. Однако анализаторами с гальванич. парой платина — медь можно измерять только концентрацию свободного хлора. Потенциал связанного хлора не известен. Поэтому в амперметрич. анализаторах используют иодометрич. методику определения общего хлора. С этой целью в воду, поступающую в электрохим. ячейку, добавляют иодит калия и буферный раствор для стабилизации значения pH, равного 4,5. При этом свободный и связанный хлор преобразуется в эквивалентное кол-во свободного иода, к-рый восстанавливается примерно при том же поляризац. напряжении. Т.о., одна и та же электрохим. ячейка пригодна для измерения свободного и суммарного хлора, если в нее добавить иодистый калий. Буферные растворы нужны в обоих случаях. В ряде зарубежных анализаторов хлора платиновый катод делают вращающимся.

Автоматизация управления фильтрами с зернистой загруз-

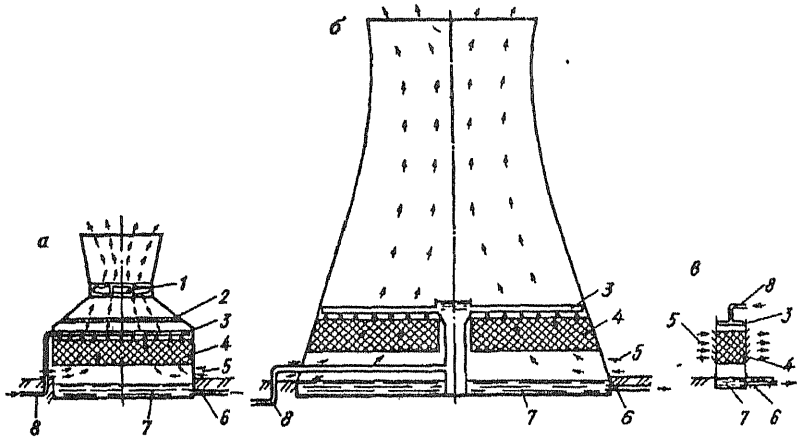
двухтрубной), а также располагать отд. отопит. приборы ниже котла или *теплообменного аппарата*. Схема системы Г.о. во многом подобна схеме насосной системы отопления. Особенности ее конструкции: как правило, применяется верхняя разводка для улучшения циркуляции воды; *бак расширительный* присоединяется непосредственно к гл. стояку; подающая магистраль прокладывается с увелич. уклоном для сбора воздуха в точке присоединения бака расширит.; применяются *радиаторы*, присоединяемые к стоякам с обеспечением движения воды в них сверху вниз; однотрубные стояки устраиваются с замыкающими участками у радиаторов. Принцип. схема системы водяного Г.о. с верхней разводкой и теплообменником применяется при независимом присоединении ее к наружным *теплопроводам*. Наполнение и подпитка системы осуществляются водой (обычно деаэрированной) из наружного обратного теплопровода без подпиточного насоса, что возможно при достаточно высоком давлении в нем. При местном *теплоснабжении* теплообменник заменяется котлом.

Возможно применение системы Г.о. с нижней разводкой обеих магистралей. Однако при этом уменьшается циркуляц. давление, что приводит к увеличению диаметра труб; усложняются сбор и удаление воздуха из системы. Бак расширит. в этом случае можно использовать для удаления воздуха только при прокладке спец. *воздушных труб*. В двухтрубной системе Г.о. для создания достаточного циркуляц. давления желательно увеличивать вертик. расстояние между нижними отопит. приборами и теплообменником, доводя его хотя бы до 3 м.

Система с "опрокинутой" циркуляцией при естеств. циркуляции воды не используется, т.к. в ней иногда возникает "обратное" движение охлажденной воды в стояках.

ГРАДИРНЯ (от нем. gradieren — сгущать соляной раствор) — сооружение, аппарат для охлаждения воды атм. воздухом. Первоначально Г. служили для добычи соли выпариванием. Современные Г. применяют гл. обр. в системах оборотного водоснабжения пром. предприятий, ТЭС и АЭС для понижения темп-ры воды, отводящей теплоту от теплообменных аппаратов, компрессоров и др. оборудования. Охлаждение происходит в основном за счет испарения части воды, стекающей по оросителю под действием силы тяжести. Испарение 1% воды в Г. понижает ее темп-ру примерно на 6°С. При испарительном охлаждении может быть достигнута темп-ра воды, более низкая, чем темп-ра воздуха.

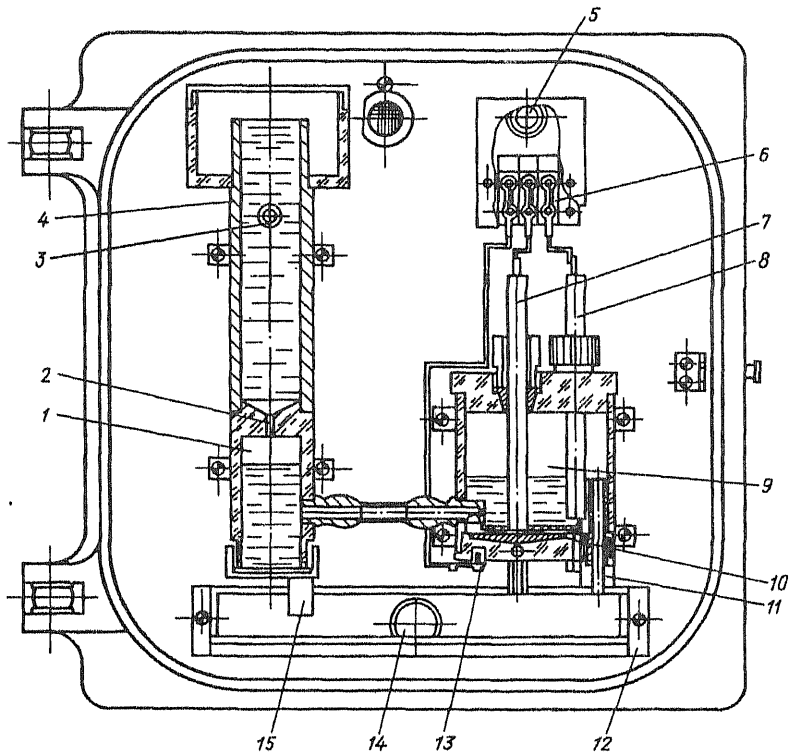
Ороситель — один из осн. элементов Г. предназначен для увеличения площади соприкосновения воды и воздуха и, следовательно, для ускорения процесса охлаждения воды. Он представляет собой систему вертик. щитов из тонких листовых материалов или из дерева, по поверхности к-рых вода стекает в виде пленки (пленочный ороситель), либо систему горизонт. планок и реек, разбивающих воду на мелкие капли (капельный ороситель). Существует еще брызгальный ороситель, в к-ром соприкосновение воды и воздуха осуществляется за счет ниспадающего потока капель воды, создаваемого водоразбрызгивающими соплами водораспределителя по площади Г. В брызгальном оросителе отсутствуют к.-л. конструктивные элементы, увеличивающие площадь поверхности контакта воды и воздуха. По типу оросителя Г. подразделяют на пленочные, капельные и брызгальные; по способу подачи воздуха — на вентиляторные, башенные (в к-рых создается тяга воздуха с помощью высокой вытяжной башни) и открытые (или атм.), использующие силу ветра и отчасти естеств. конвекцию для протока воздуха по оросителю. Вентиляторные Г. в свою очередь делятся на секционные и отдельно стоящие. Имеются и т.н. сухие или радиаторные Г., в к-рых вода передает теплоту атм. воздуху через стенки радиаторов, не вступая с ними в непосредств. контакт. Радиаторные Г. могут быть вентиляторными и башенными. Вентиляторные Г. обеспечивают более глубокое и устойчивое охлаждение воды и большие уд. тепловые нагрузки, чем башенные и атм., но требуют дополнит. расхода электроэнергии. На вентиляторные Г. допускается уд. тепловая нагрузка 90—120 тыс. Вт/м^2 [80—100 тыс. ккал/(ч·м^2)] и выше, в то время как на башенные Г. при прочих равных условиях эта нагрузка не превышает 90 тыс. Вт/м^2 [80 тыс. ккал/(ч·м^2)]. Для атм. Г. макс. тепловая нагрузка составляет 35—60 тыс. Вт/м^2 [30—50 тыс. ккал/(ч·м^2)]. Зависимость охладит. эффекта атм. Г. от силы и направления ветра ограничивает область их применения. Тип и размеры Г. и ее осн. элементов определяют технико-экономич. расчетами в зависимости от кол-ва и темп-ры охлаждаемой воды и параметров атм. воздуха — темпры по сухому и влажному термометрам и барометрич. давления. Вместо темп-ры по влажному термометру может быть задана относит. влажность атм. воздуха. Теоретич. пределом охлаждения воды в Г. считается темп-ра атм. воздуха по влажному термометру, к-рая всегда ниже темп-ры по сухому термометру при относит. влажности менее 100%. С помощью вентиляторных Г. темпру охлажденной воды получают на 4—6°С (в отд. случаях на 2—3°) выше темп-ры воздуха по влажному термометру, с помощью башенных Г. — на 8—10°С. Радиаторные Г. обеспечивают охлаждение воды только выше темп-ры воздуха по сухому термометру.



Градирня
а — вентиляторная; *б* — башенная; в — атмосферная; *1* — вентилятор; 2 — водоуловитель; *3* — водораспределитель; *4* — ороситель; *5* — вход воздуха; *6* — отвод воды; *7* — резервуар; *8* — подвод воды

ГРАДУСО-СУТКИ — числовой показатель сравнит. суровости зимы в данной местности, определяемый путем умножения нормативной продолжит. *отопительного сезона*, выраженной в сут, на разность темп-ры внутр. воздуха (18—20°С) и темп-ры наружного воздуха, средней в течение этого времени года. Для Москвы, напр., число Г.-с. составляет 213[+18 − (-3,6)] = 4600 (для сравнения: в Сочи — 1040, на севере Красноярского края — 12800).

ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ — описывают тепловые условия на границах тела в процессах *теплопередачи*. Границами являются как внешн., так и внутр. поверхности, отделяющие тело от другого тела или от внутр. полости, содержащей газ или жидкость. Различают Г.у.: I рода — заданная темп-ра на поверхности $t_п$, °С; II рода — заданная плотность теплового потока $q_п$, Вт/м^2; III рода — заданный теплообмен на поверхности $q_п = \alpha (t_c - t_п)$, где α — коэфф. теплообмена, Вт/(м^2·К); IV рода — заданные условия на стыке материальных слоев.



Автоматический анализатор хлора

1 — отстойник; 2 — диафрагма; 3 — штуцер входной; 4 — сосуд пост. уровня; 5 — ввод сальниковый; 6 — колодка клеммная; 7 — электрод хлорсеребряный ЭВП-08; 8 — электрод вспомогат.; 9 — измерит. ячейка; 10 — электрод индикаторный; 11 — патрубок сливной; 12 — поддон; 13 — контакт в виде платиновой проволоки; 14 — штуцер сброса воды; 15 — патрубок сливной дозатора

кой обеспечивает необходимую скорость фильтрования и выполнение всех операций по регенерации фильтров.

Осн. задача регулирования скорости фильтрования — воспрепятствовать слишком большой скорости фильтрования и выносу из фильтра песка, что может происходить после его промывки, когда еще не сформировалась пленка в верхних слоях загрузки. Разл. системы для автоматич. управления процессом регенерации (промывки) фильтров выполняют пять осн. операций: отключение фильтра от общей магистрали (0,5—1 мин); включение промывных насосов или напорного резервуара, а также воздуходувок для предварит. водовоздушного взрыхления загрузки (3—5 мин); отключение воздуходувок и закрытие задвижки промывной воды (5—10 мин); спуск первого фильтрата (3—5 мин) и включение фильтра в рабочий цикл (1—2 мин). В зависимости от вида привода задвижек на обвязке фильтров системы управления бывают электрическими или гидравлическими. Последние получили распространение при химводоочистках энергетич. объектов и сохранились на нек-рых старых водопроводах. Сигналом вывода на промывку могут служить показания расходомера на водоотводящем трубопроводе каждого фильтра, предельное положение регулятора скорости или потери напора в загрузке фильтра, измеряемые дифференц. манометрами. Окончание промывки фильтра может производиться по сигналу мутномера, установленного на общем трубопроводе, отводящем промывную воду от группы фильтров. Полная автоматизация управления фильтрами осуществляется с помощью микропроцессорных программируемых устройств.

Автоматизация измерения мутности и цветности производится в неск. створах водоочистных станций неск. раз в сутки. Для этих целей применяют фотоколориметры (мутномеры), к-рые измеряют концентрацию взвеш. в-в по оптич. плотности. В этих приборах используют два способа измерения концентрации коллоидов и мелкодисперсных примесей: нефелометрич. (тиндалеметрич.) и турбодиметрич. (абсорбционный). По первому способу измеряют рассеянный свет, по второму — поглощенный; используют и комбинацию этих способов. Существует обширный класс автоматич. мутномеров, обычно проточных, устанавливаемых на месте и имеющих преобразователи оптич. плотности в электрич. ток для передачи данных на расстояние и в управляющие ЭВМ.

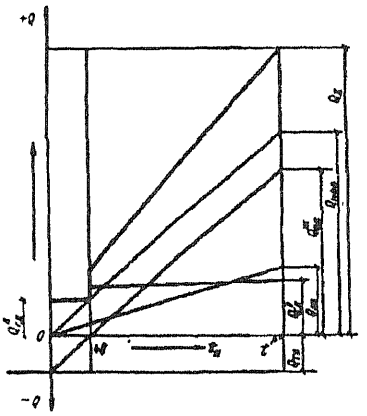
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДПИТКИ — использование автоматич. устройств для регулирования подпитки *тепловых сетей* с целью поддержания в них заданного давления. *Подпиточное устройство тепловых сетей* восполняет утечки или потребляемый из тепловых сетей расход воды. Работа подпиточного устройства в источнике теплоты должна обеспечить как в гидродинамич. (при работе сетевого насоса СН), так и в статич. (при остановке сетевого насоса) режимах поддержание пост. напора в точке *Н* перемычки *1—2*, моделирующей данную тепловую сеть (схема *а*). Давление в этой точке, наз. нейтральной, используют в качестве импульса, подаваемого к регулятору давления РД. В гидродинамич. режиме при увеличении утечки *теплоносителя* из тепловой сети давление в точке *Н* снижается, клапан регулятора давления открывается, увеличивая подпитку тепловой сети, что приводит к восстановлению заданного давления в точке *Н*. При уменьшении утечки давление в этой точке повышается, и клапан регулятора давления закрывается, снижая подпитку. В статич. режиме при остановке сетевого насоса циркуляция теплоносителя в сети прекращается, и во всей системе теплоснабжения падает напор. Регулятор давления открывается на то время, пока напор в системе не станет равным заданному статич. напору, развиваемому подпиточным насосом ПН. В данной схеме А.п. в качестве регуляторов давления используют регуляторы косвенного действия гидравлич. или электрические.

При большой разности геодезич. отметок местности, когда принимают неск. статич. давлений отдельно для каждой из зон, в системе избирают неск. нейтральных точек — осн. на источнике теплоты и дополнит. в сетевых *насосных станциях* с подпиточными насосами и регуляторами давления.

В открытых системах *теплоснабжения* с резко перем. расходом воды в тепловой сети возможно опорожнение систем отопления концевых потребителей в часы интенсивного водоразбора. Для предотвращения этого давление, поддерживаемое *подпиточным насосом*, должно быть увеличено. В часы небольшого водоразбора давление должно быть восстановлено до исходного значения. Т.о., подпиточное устройство (схема *б*) в зависимости от величины водоразбора должно изменять напор в точке ТР перемычки *1—2*, наз. точкой регулируемого давления. Для выполнения этого требования применяют двухимпульсный регулятор давления РД: первый им-

Независимое совместное воздействие на поверхности теплового потока q, Вт/м^2, и темп-ры окружающей среды t_c, °С, обычно приводится к Г.у. III рода увеличением значения t_c на величину эквивалентной надбавки q/α (см. *Принцип суперпозиции*).

ГРАФИКИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛОТЫ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ — зависимости потребной тепловой мощности на *системы отопления*, *вентиляции* и *горячего водоснабжения*, присоедин. к *тепловым сетям*, от темп-ры наружного воздуха. По ним совместно с *графиками температуры* рассчитывают расходы теплоносителя для всех режимов отопит. периода. Зависимости расхода теплоты, Вт, для каждого вида потреблений изображают графически в зависимости от темпры наружного воздуха. Они могут быть построены как уд. расход теплоты, отнес. к 1 чел. Т.к. для всех видов потребления справедлива линейная связь (см. *Расход теплоты в системах теплоснабжения*), для построения графика достаточно знать тепловые нагрузки в неск. характерных точках. За такие точки выбирают наружную расчетную темп-ру $t_{н.о}$, темп-ру начала — конца отопит. периода ($t_н = 8$°С) и расчетную темп-ру воздуха в отапливаемых помещениях ($t^{р}_{в} = 18$°С). Расходы теплоты на теплопотери и инфильтрацию жилых, на отопление и вентиляцию гражданских зданий изображаются прямыми линиями, имеющими нулевое значение при $t^{р}_{в} = 18$°С и расчетное (макс.) при $t^{р}_{н.о}$. Линии существуют от $t_{н.о}$ до $t_н = 8$°С, после к-рой прерываются. Расходы теплоты на горячее водоснабжение описываются двумя горизонт. линиями: в пределах отопит. периода — средний зимний расход, вне пределов этого периода — летний расход. Внутр. тепловыделения в жилых зданиях являются притоком теплоты, поэтому на графике их откладывают в отрицат. области оси ординат в виде горизонт. прямой линии. На схеме по оси абсцисс отложены темп-ры наружного воздуха $t_н$, °С, по оси ординат — расходы теплоты, Вт. Расход теплоты на отопление и вентиляцию жилых зданий определяется как расход на теплопотери через наружные ограждения, плюс расход теплоты на инфильтрацию, минус тепловыделения. Суммарная прямая пересекает ось абсцисс вблизи темп-ры наружного воздуха в 8°С. Это дает основание считать, что при данной темп-ре внутр. тепловыделения покрывают потери теплоты, и отопление здания можно выключать. Темп-ра $t_н$, равная 8°С, считается концом отопит. периода. Учет расхода теплоты на внутр. тепловыделения приводит к тому, что прямая суммарного расхода теплоты на отопление и вентиляцию зданий не проходит через начало координат. Это усложняет пересчеты расхода теплоты с изменением наружной темп. Суммарная прямая общего расхода теплоты в пределах отопит. сезона линейно растет со снижением наружных темп-р, а в летний период сохраняется постоянной.



Графики потребления теплоты в системах теплоснабжения

$Q^{ж}_{ов}$ — расходы теплоты на отопление и вентиляцию жилых зданий; $Q^{}_{в}$ — то же, общественных зданий; $Q_{нов}$ — теплопотери и инфильтрация жилых зданий; $Q_{тв}$ — внутренние тепловыделения; $Q^{з}_{гв}$ — горячее водоснабжение зимой; $Q^{д}_{гв}$ — то же, летом; +8°С — $t^{р}_{но}$ — диапазон температур для текущих значений расходов теплоты; при $t^{р}_{но}$ — расчетные значения расходов теплоты

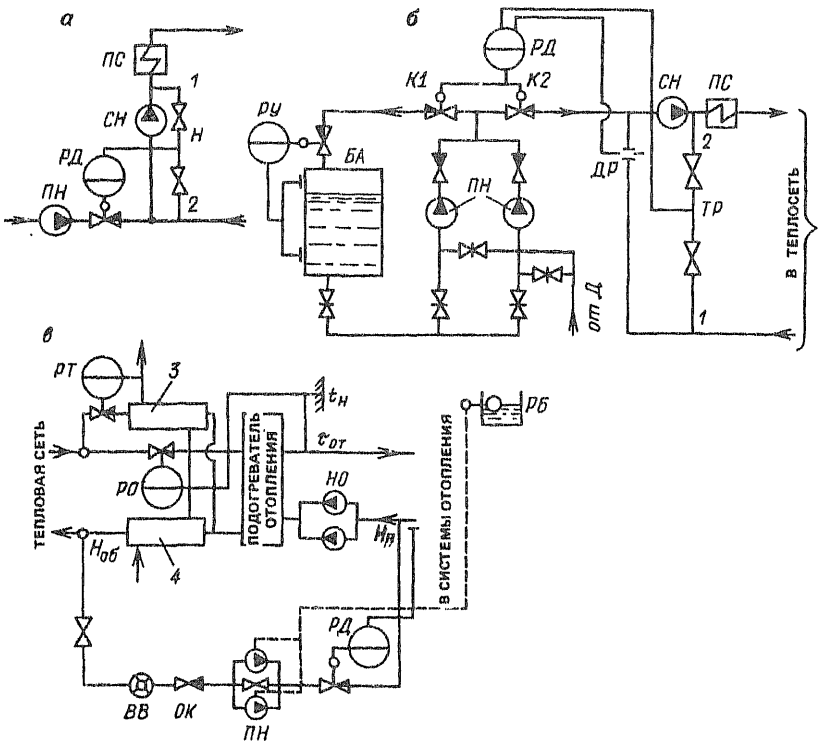
ГРАФИКИ ТЕМПЕРАТУР — зависимости, связывающие темп-ру *теплоносителя*, выходящего из *источников теплоты системы теплоснабжения*, с темп-рой наружного воздуха. Они отражают метод центр. регулирования подачи теплоты потребителям. При качеств. центр. регулировании подачи теплоты изменение ее кол-ва достигается изменением темп-ры теплоносителя при его пост. расходе. Количеств. регулирование можно осуществлять от р-ных *котельных*, при этом на выходе из источника теплоты темп-ру воды поддерживают пост., а потребное кол-во теплоты для нагреват. приборов регулируют потребители, изменяя расход поступающего теплоносителя. При таком регулировании темп-ра воды в источнике теплоты поддерживается на наиболее высоком уровне. Для систем теплофикации это экономически невыгодно, т.к. сокращается выработка электроэнергии на тепловом потреблении. Различие этих двух методов состоит также в том, что качеств. регулирование — это центр. регулирование в источнике теплоты, а количеств. регулирование осуществляют потребители, к-рых необходимо оснастить автоматич. приборами. При качеств. регулировании математич. связь темп-р вытекает из соответствия подаваемой теплоты ее потребностям и отражает хар-ки нагреват. приборов, к-рые изменяются с темп-рой. Осн. потребитель теплоты — *система отопления* зданий, поэтому исходный Г.т. строят т.о., чтобы удовлетворить отопит. нагрузку и наз. его отопит. Г.т. Кол-во теплоты, поступающей в нагреват. прибор, через его стенки отдается окружающей среде, обеспечивая пост. темп-ру воздуха независимо от наружной темп-ры. Вода, охлаждаемая в нагреват. приборах, возвращается в систему, унося с собой неиспользов. энталпию. Если считать коэфф. *теплоотдачи* строит. ограждений зданий пост., то связь между расходом теплоты на отопление и наружной темп-рой оказывается линейной. Но коэфф. *теплопередачи* нагреват. приборов принимать пост. нельзя, поэтому Г.т. получаются нелинейными. Отопит. Г.т. следует получить в результате решения трех (два балансовых и одно теплопередачи) ур-ний нагреват. прибора. Балансовое ур-ние для воздуха написать нельзя, т.к. его темп-ра в помещении считается пост., поэтому отопит. Г.т. получают в результате решения ур-ния теплопередачи и баланса теплоты для воды, циркулирующей через нагреват. прибор $Q = kF[(\tau_3 + \tau_2)/2 - t_{вн}]$; $Q = W_{от}(\tau_3 - \tau_2)$, где Q — расход теплоты, Вт; k — коэфф. теплопередачи, Вт/(м^2·°С); F — площадь поверхности нагрева, м^2; τ_3 и τ_2 — темп-ры входа и выхода воды в нагреват. прибор, °С; $t_{вн}$ — темп-ра воздуха внутри помещения, °С; $W_{от}$ — тепловой эквивалент расхода воды, Вт/°С.

Коэфф. теплопередачи для нагреват. приборов получают экспериментально и приматематич. обработке данных используют арифметич., а не логарифмич. разность темп-р, она и использована в ур-нии теплопередачи. Решение ур-ний дает математич. выражение для отопит. Г.т.:

$\tau_3 = t_{вн} + \overline{Q}(\Delta t^{р}_{ср}/\overline{k}) + \Delta\tau^{р}_{от}/2\overline{W}_{от}$;

$\tau_2 = \tau_3 - \overline{Q}(\Delta\tau^{р}_{от}/\overline{W}_{от})$, где $\overline{Q} = Q/Q^{р}$ и $\overline{W} = W/W^{р}$ — относит. (по сравнению с расчетными значениями) расходы теплоты и эквиваленты расходов воды; $\Delta\tau^{р}_{от} = \tau^{р}_{3} - \tau^{р}_{2}$ — расчетная разность темп-р для системы отопления; $\Delta t^{р}_{ср} = (\tau^{р}_{3} + \tau^{р}_{2})2 - t_{вн}$ — расчетная средняя разность темп-р. Ур-ние для темпры τ_3 написано в предположении, что расход теплоносителя перем., поэтому его можно использовать при качеств. и количеств. регулировании. При качеств. регулировании $W_{от} = 1$.

Коэфф. теплопередачи через нагреват. приборы в осн. определяется интенсивностью отдачи теплоты от стенки прибора в помещение, т.к. термич. сопротивления теплоотдачи от воды к стенке прибора и самой стенки малы. Теплоотдача в помещение зависит от разности темп-р между стенкой и окружающей средой. Эта зависимость, установл. экспериментально, следующая: $k = (\Delta t_{ср}/\Delta t^{р}_{ср})^{n}$, где показатель степени изменяется в



Схемы автоматизации подпитки

а, б — на теплоисточнике при закрытой и открытой системах теплоснабжения; *в* — в тепловом пункте; *ПС* — сетевой подогреватель; *СН* — сетевой насос; *ПН* — подпиточный насос; *Д* — деаэратор; *БА* — бак-аккумулятор; *РБ* — расширительный бак; *НО* — насос отопления; *РД* — регулятор давления (регулятор подпитки); *ОК* — обратный клапан; *ВВ* — водомер; *РТ* — регулятор температуры; *РО* — регулятор отпуска тепла на отопление; *РУ* — регулятор уровня; *ДР* — датчик расхода; *Н* — нейтральная точка; *ТР* — точка регулируемого давления; *1, 2* — перемычка; *3* и *4* — соответственно II и I ступени водонагревателя горячего водоснабжения; *К1, К2* — регулирующие клапаны; $t_н$, $t_{от}$ — датчики температуры наружного воздуха и воды, подаваемой в систему отопления

пульс давления поступает к регулятору от точки ТР, второй — от датчика расхода ДР, измеряющего расход воды в обратном сетевом *трубопроводе*. Сигнал от первого импульса увеличивается с ростом давления в точке ТР и уменьшается со снижением этого давления; сигнал от второго импульса, наоборот, снижается с ростом расхода обратной воды и увеличивается со снижением этого расхода.

Когда водоразбор увеличивается, снижается расход воды в обратном трубопроводе и возрастают сигнал от датчика этого расхода ДР и суммарный сигнал от обоих импульсов, т.е. возрастает давление, к-рое должен поддерживать регулятор давления РД, что приводит к открытию клапана К2. В точке ТР устанавливается более высокое давление, вследствие чего предотвращается опорожнение *систем отопления* зданий. Когда водоразбор отсутствует, расход воды в обратном трубопроводе увеличивается, уменьшаются сигнал от датчика расхода ДР и суммарный сигнал, т.е. уменьшается давление, к-рое должен поддерживать регулятор давления в точке ТР. Это приводит к прикрытию клапана К2 и восстановлению давления в точке ТР до исходного значения.

При наличии *бака-аккумулятора* БА, если водоразбор возрастает, клапан К2 открывается, клапан К1 закрывается, подпиточная вода с помощью подпиточных насосов ПН подается из бака-аккумулятора в тепловую сеть. Когда водоразбор уменьшается, клапан К2 закрывается, а клапан К1 открывается, и подпиточными насосами подача воды от *деаэратора* Д на зарядку бака-аккумулятора увеличивается. Степень заполнения этого бака контролируется регулятором уровня РУ. В качестве автоматич. устройств применяются *электронные автоматические регуляторы*.

Подпиточные устройства предусматриваются и у потребителей в их *тепловых пунктах* при независимом присоединении систем отопления (схема *в*). Если давление в обратном сетевом *трубопроводе* $Н_{об}$ достаточно, то на линии подпитки подпиточные насосы ПН не используют, и давление в обратном трубопроводе тепловой сети потребителя $Н_п$ до насосов отопления НО поддерживается регулятором подпитки РД. Если давление $Н_{об}$ недостаточно, используют подпиточные насосы ПН с электрозадвижкой на нагнетании (на схеме *в* не показана). А.п. в этом случае заключается в автоматич. включении и отключении подпиточных насосов ПН по импульсу от *регулятора уровня* в расширительном баке РБ, а при отсутствии последнего — по импульсу давления $Н_п$ в обратном трубопроводе до насосов отопления.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА — процесс перевода этих систем на автоматич. (без участия человека) или автоматизиров. (с участием человека) управление. Различают частичную, комплексную и полную автоматизацию. В *системах вентиляции* (СВ) и *системах кондиционирования воздуха* (СКВ) широко применяют первые две. Цель автоматизации систем — контроль (в т.ч. измерение) их параметров; регулирование процессов тепломассообмена; защита оборудования при аварийных ситуациях и блокировка; управление электроприводами оборудования; сигнализация о норм. работе оборудования, а также аварийных (предаварийных) ситуациях.

Технич. средства автоматизации СВ и СКВ включают: первичные преобразователи (датчики); вторичные приборы; автоматич. регуляторы и управляющие вычислит. машины; исполнит. механизмы и регулирующие органы; электротехнич. аппаратуру управления электроприводами. Широко применяют простейшие измерит. приборы (стекл., ртутные или спиртовые термометры, пружинные манометры, поплавковые указатели уровня и др.) и регуляторы прямого действия (темпры, давления, расхода, уровня). В осн. используют приборы и аппаратуру общепромышл. назначения, однако ряд устройств разработан специально для автоматизации СВ и СКВ (электронные регуляторы темп-ры ТМ-8, Т-48, датчики для измерения влажности воздуха и др.).

Параметры, наблюдение за к-рыми необходимо для правильной и экономичной работы СВ и СКВ, контролируют показывающими приборами. На щиты автоматизации выносят приборы контроля осн. параметров, отображающих работу систем в целом. Приборы контроля промежуточных параметров устанавливают в местах, наиболее удобных для снятия их показаний.

Приточные системы вентиляции оснащают приборами для измерения: темпры воздуха в обслуживаемых помещениях, а также приточного, если системы не совмещены с *отоплением*, и наружного *воздуха*; темп-ры воды и давления воды или пара до и после *воздухонагревателей*;

зависимости от типа нагревательного прибора в пределах $n = 0{,}25...0{,}32$. Из ур-ния теплопередачи и приведенной зависимости для k получаем связь между k и $\bar{Q}$: $k = Qn/(n+1)$.

Ур-ния для отопит. Г.т. при качеств. регулировании примут след. вид: $\tau_3 = t_{вн} + \Delta t^{р}_{ср}\bar{Q}^{1/(n+1)} + 0{,}5\Delta\tau^{р}_{от}\bar{Q}$;

$\tau_2 = \tau_3 - \Delta\tau^{р}_{от}\bar{Q}$

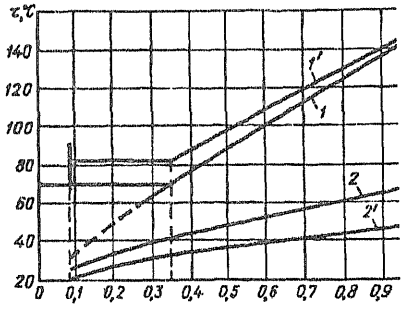
На пути от источника теплоты до нагреват. приборов устанавливают промежуточный теплообменник для снижения темп-ры теплоносителя от τ_1 до τ_3. Тепловые процессы в нем могут отразиться на Г.т., поэтому для источника теплоты Г.т. должен быть такой, чтобы после промежуточного теплообменника темп-ра теплоносителя изменялась соответственно урнию отопит. Г.т. для τ_3. Промежуточные теплообменники применяют двух типов: смесит. или поверхностные. В качестве смесит. используют *элеватор* или смешение осуществляют насосом. В обоих случаях коэфф. смешения на всем диапазоне темп-р наружного воздуха сохраняется пост., и полученная закономерность для отопит. графика не изменится. Темп-ра после смесителя должна быть равной τ_3, это определяет темп-ру τ_1: $W_{т.с}\tau_1 + W_{под}\tau_2 = (W_{т.с} + W_{под})\tau_3$; $u = (\tau_1 - \tau_3)/(\tau_3 - \tau_2)$, где $u = W_{под}/W_{т.с}$ — кофф. смешения.

Коэфф. u сохраняется пост., поэтому приведенное соотношение сохраняется одинаковым для любой наружной темп-ры.

Ур-ние для τ_1: $\tau_1 = \tau_3 + (\tau^{р}_1 - \tau^{р}_3)\bar{Q}$. По получ. зависимостям для τ_1, τ_3 и τ_2 строят отопит. Г.т., кривые *1* и *2* для темп-р τ_1 и τ_2 при $\Delta\tau^{р}_{т.с} = 150...70°C$.

Если в качестве промежуточного устанавливают поверхностный теплообменник, учитывают влияние изменения коэфф. теплопередачи с изменением режима работы на зависимость для τ_1. У водонагревателей с вынужденным конвективным теплообменом этот коэфф. изменяется с изменением расхода теплоносителя. Через теплообменник проходят два расхода: греющий — вода *тепловой сети* и нагреваемый — вода системы отопления. При качеств. регулировании расходы этих теплоносителей постоянны. Сохраняется пост. и коэфф. теплопередачи, поэтому ур-ние для τ_1 будет иметь такой же вид, как и для смесит. теплообменника.

При обеспечении системой теплоснабжения подачи теплоты для отопления зданий и на горячее водоснабжение норм. отопит. Г.т. корректируют. Учитывая остывание теплоносителя, темп-ру воды, к-рая к потребителям должна поступить с темп-рой не ниже 50 °С, на выходе из подогревателей системы горячего водоснабжения принимают равной 60°С, а греющей сетевой воды — не ниже 70 °С. Отопит. сезон заканчивается при темп-ре наружного воздуха, равной 8°С. Ей соответствует темп-ра подаваемой источником теплоты воды примерно 55°С. Она существенно ниже 70°С, поэтому при нагрузке $\bar{Q}$, к-рой соответствует $\tau_1 = 70°C$, производят излом Г.т., сохраняя темп-ру τ_1 пост. и равной 70°С вплоть до конца отопит. сезона. Точке излома Г.т. соответствует нагрузка $\bar{Q} = 0{,}34$. В зоне нагрузок $\bar{Q} < 0{,}34$ Г.т., поддерживаемый на источнике теплоты, не соответствует требованиям качеств. регулирования и превращается в график количеств. регулирования.

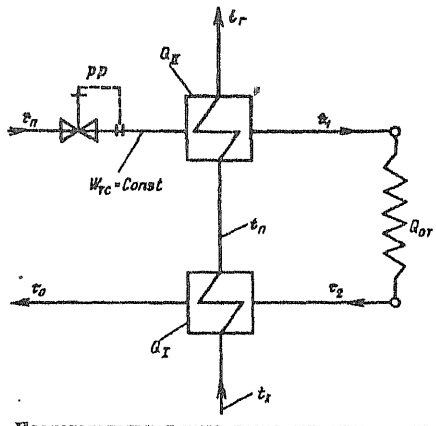


Температура воды в подающем (*1*, *1'*) и обратном (*2*, *2'*) трубопроводах тепловой сети

При транспортировке теплоты, используемой для горячего водоснабжения, по *трубопроводам*, к-рые рассчитаны на пропуск только теплоносителя для отопления, необходимо повысить его темп-ру. Такое увеличение осуществляют при регулировании подачи теплоты по повыш. Г.т., т.е. графику регулирования по совмещенной нагрузке. Его применяют при двухступенчатых схемах присоединения водоподогревателей горячего водоснабжения к тепловым сетям. Г.т. рассчитывают на балансовую нагрузку горячего водоснабжения. При последоват. схеме присоединения теплообменников расходуется след. кол-во теплоты на подогрев горячей воды в подогревателе: I ступени — $Q_I = W_{т.с}(\tau_2 - \tau_0) = W_{т.с}\delta\tau_I$; II ступени — $Q_{II} = W_{т.с}(\tau_п - \tau_1) = W_{т.с}\delta\tau_{II}$.

Суммарный расход теплоты равен расходу теплоты, необходимой для горячего водоснабжения: $Q\Sigma = Q_б = Q_I + Q_{II} = W_{т.с}(\delta\tau_I + \delta\tau_{II}) = W_{т.с}\delta\tau$, где $\tau_п$ и τ_0 — темп-ры в подающей и обратной линиях тепловой сети по повыш. Г.т.; $\delta\tau_I$ и $\delta\tau_{II}$ — перепады темп-р греющего теплоносителя в подогревателях I и II ступеней; $\delta\tau$ — суммарный перепад темп-р.

Подача теплоносителя в тепловой пункт, включая нагрузки на отопление и



Последовательная схема присоединения водоподогревателей горячего водоснабжения к тепловым сетям

горячее водоснабжение, сохраняется автоматич. регулятором расхода пост. $W_{т.с}$ = const. Режим потребления горячей воды в течение суток — переменный. График регулирования строят в предположении выравн. графика потребления горячей воды. Это достигают установкой у потребителей баков-аккумуляторов горячей воды или использованием для аккумуляции теплоемкости строит. конструкций зданий при связ. регулировании подачи теплоносителя.

Расход теплоты на горячее водоснабжение не зависит от наружной темп-ры, поэтому $\delta\tau$ = const. При построении повыш. Г.т. первоначально определяют остывание теплоносителя в подогревателе I ступени, используя ур-ние баланса теплоты: $\delta\tau_I = W^{б}_{г.в}(t_п - t_х)/W_{т.с} = \rho^{б}_{г.в}(\Delta\tau^{р}_{т.с}/\Delta t_{г.в})(t_п - t_х)$, где $W^{б}_{г.в}$ — тепловой эквивалент балансового расхода горячей воды; $\Delta t_{г.в}$ и $t_п$ — подогрев и промежуточная темп-ра горячей воды; $\rho^{б}_{г.в} = Q^{б}_{г.в}/Q^{р}_{от}$ — относит. расход теплоты на горячее водоснабжение по сравнению с расчетным расходом теплоты на отопление; $\rho^{б}_{г.в}$ — осн. хар-ка нагрузки теплового пункта.

Расчетное значение $\delta\tau_I$ получают для точки излома Г.т., принимая недогрев водопроводной воды в теплообменнике I ступени в 5°С, т.е. считая $t^{из}_п = \tau^{из}_2 - 5$. Для др. темп-р наружного воздуха $\delta\tau_I$ рассчитывают из соотношения $\delta\tau_I = \delta\tau^{из}(t_п - t_х)/(t^{из}_п - t_х)$. Это соотношение преобразуют, используя выражение для безразмерного параметра $\varepsilon_х$: $t_п - t_х = \varepsilon_х(\tau_2 - t_х)$.

Для всех темп-р наружного воздуха расходы теплоносителя сохраняются пост., поэтому остаются неизменными и безразмерные параметры, а расчетное соотношение записывают так: $\delta\tau_I = \delta\tau^{из}(\tau_2 - t_х)/(\tau^{из}_2 - t_х)$.

перепада давления воздуха на фильтрах. Для вентиляц. установок, располож. в одном здании или помещении, темп-ру наружного воздуха, темп-ру и давление *теплоносителя* перед воздухонагревателями обычно контролируют общими измерит. приборами. Установки *кондиционирования воздуха* дополнительно оснащают приборами для измерения давления и темп-ры холодной воды или рассола от *холодильной станции*, а также приборами контроля темп-ры и влажности по ходу обработки воздуха.

По виду используемой энергии различают электрич. и пневматич. системы автоматич. регулирования *вентиляции* и кондиционирования воздуха. Первая употребляется при отсутствии в здании источников сетей и сжатого воздуха и для реализации сложных функцион. зависимостей (законов) регулирования, вторая — в пожаро- и взрывоопасных помещениях и при наличии в здании источников и сетей сжатого воздуха с параметрами, необходимыми для надежной работы пневматич. приборов. При большом числе регулирующих органов возможно применение электропневматич. систем, состоящих из электрич. датчиков и пневматич. исполнит. механизмов. В тех случаях, когда перерывы в работе СВ и СКВ недопустимы, в контурах регулирования предусматривают спец. устройства (байпасные панели, кнопки и ключи управления и др.) для дистанц. ручного управления исполнит. механизмами.

Заданная темп-ра воздуха в помещениях, обслуживаемых системами вентиляции, поддерживается изменением темпры или кол-ва приточного воздуха (качеств. или количеств. регулирование) или обоими способами одновременно. В приточной системе вентиляции автоматич. регулирование темп-ры воздуха осуществляется изменением теплопроиз-сти воздухонагревателей, к-рое достигается с помощью регулирующего клапана на обратной линии *теплоносителя* (воды). При наличии в схеме обвязки воздухонагревателя *смесительного насоса* применяют систему качеств. регулирования: потоки горячей и обратной воды смешиваются двумя проходными или одним трехходовым регулирующими клапанами, в рециркуляц. системах приточной вентиляции и кондиционирования воздуха смешение разл. кол-в наружного и рециркуляц. воздуха выполняется сдвоенным смесит. воздушным клапаном или проходными воздушными клапанами (заслонками), установленными в каналах наружного и рециркуляц. воздуха. В последнем случае в схеме автоматич. регулирования предусматривают балансные реле для синхронизации работы воздушных клапанов. При количеств. регулировании СВ и СКВ способ изменения произ-сти вентилятора зависит от требуемого диапазона (глубины) регулирования и мощности *вентиляторной установки*. Предпочтительно применение направляющих аппаратов или электроприводов перем. частоты вращения (*тиристорное управление* электродвигателями вентиляторов).

Датчики для регулирования темп-ры и относит. влажности воздуха устанавливают в характерных точках обслуживаемых помещений, при этом они не должны подвергаться воздействию теплоты от нагретых поверхностей, находиться в местах с недостаточной циркуляцией воздуха и в зоне действия *приточных струй*. Допускается их установка в рециркуляц. каналах, если это не приведет к значит. запаздыванию процесса регулирования. В помещениях с неравномерными тепло- и влаговыделениями предусматривают системы зонального регулирования: датчики устанавливают в каждой зоне с равномерными нагрузками. Установка датчиков в рециркуляц. каналах в этом случае приводит к существ. уменьшению точности регулирования. В системах приточной вентиляции и кондиционирования воздуха, обслуживающих большое число помещений с постоянными теплоизбытками, допускается установка датчиков темп-ры в приточных или рециркуляц. каналах. При наличии зональных воздухонагревателей или воздухоувлажнителей изменение их произ-сти происходит по команде датчиков, размещаемых в рабочей зоне обслуживаемых помещений. Датчики для автоматич. регулирования давления или разности давления в помещениях, камерах статич. давления или приточных каналах устанавливают внутри них.

Для отопит. вентиляц. агрегатов в пром. зданиях предусматривают двухпозиц. автоматич. регулирование темп-ры воздуха путем включения и отключения теплоносителя и вентилятора каждого агрегата или группы агрегатов. Установки кондиционирования воздуха, как правило, регулируют по методу "точки росы"; метод "оптим. режимов" не находит широкого применения из-за сложностей его технич. реализации. Автоматич. защиту воздухонагревателей от замораживания предусматривают при выключенной СВ и СКВ, если возможно проникание в зону воздухонагревателя наружного воздуха с отриц. темп-рой, при работающей системе, если вероятно падение давления или нарушение темп-рного графика сетевой воды при отриц. темп-ре воздуха, поступающего в воздухонагреватель. Предохранение воздухонагревателей от замерзания в момент запуска системы обеспечивает дистанционное открытие клапана на теплоносителе для прогрева воздухонагревателя перед включением вентилятора и открытием клапана на наружном воздуховоде. Разработана схема защиты, предусматривающая установку двух термореле, при срабатывании к-рых на трубопроводе открывается клапан, подается сигнал аварии и отключается приточный вентилятор. При насосной обвязке воздухонагревателя надежность его защиты повышается.

В СВ и СКВ действует блокировка исполнит. механизмов клапанов (заслонок) наружного и удаляемого воздуха, а также клапанов на трубопроводах тепло- и холодоносителя с электроприводом вентилятора, а в системах, работающих с переменным кол-вом наружного и рециркуляц. воздуха, — устройства, фиксирующего клапан (заслонку) на наружном воздухе в положении, обеспечивающем расход наружного воздуха не ниже требуемого по сан. норме. При дистанц. управлении системами необходимо предусматривать блокировку электроприводов насосов, фильтров, рециркуляц. и вытяжных вентиляторов с электроприводами приточных вентиляторов. Управление электроприводами СВ и СКВ в зависимости от расположения средств управления подразделяют на местное и дистанционное. При первом кнопки и ключи управления размещают на местных щитах или непосредственно у электроприводов, при втором обеспечивают блокировку управления всеми электроприводами системы и сигнализацию их включения. Кнопки опробывания и выключатели целесообразно размещать с учетом обеспечения безопасности ремонтных и наладочных работ. Для электроприводов, работающих в автоматич. режиме, устанавливают избиратели управления, а также сигнализацию их аварийного отключения. Предусматривают также световую и звуковую сигнализацию о норм. работе оборудования и об аварийных или предаварийных ситуациях.

В ряде случаев целесообразно и экономически оправданно централизов. диспетчерское управление системами вентиляции и кондиционирования воздуха, особенно на крупных предприятиях и в общест. зданиях. В этом случае обеспечивается оперативность контроля и управления, сокращается штат обслуживающего персонала и экономятся энергоносители.

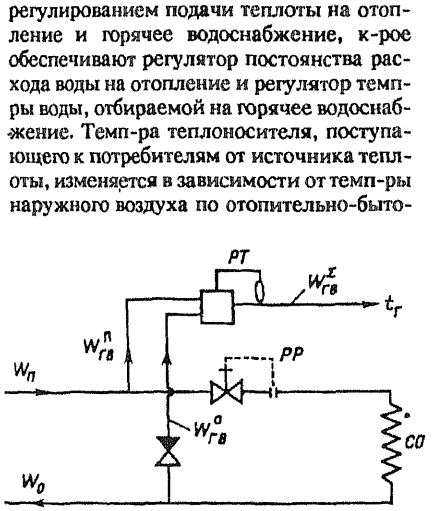
АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ — использование комплекса автоматич. устройств для управления технолог. процессами в *системах теплоснабжения*. А.с.т. включает регулирование (в частности, стабилизацию) параметров, управление работой оборудования и агрегатов (дистанц., местное), защиту и блокировку их, контроль и измерение параметров, учет расхода отпускаемых и потребляемых ресурсов, телемеханизацию управления контроля и измерения. А.с.т. обеспечивает высокое качество управления работой отдельных

Величины остывания теплоносителя в водоподогревателе II ступени для различных значений наружных темп-р рассчитывают по ур-нию $\delta\tau_{II} = \delta\tau - \delta\tau_{I}$, где $\delta\tau_{I}$ и $\delta\tau_{II}$ определяют для всего диапазона темп-р наружного воздуха от точки излома Г.т. до расчетной темп-ры, и по полученным значениям строят зависимость $\tau_{п}$ и $\tau_{о}$ от наружной темп-ры. Для смеш. схемы с ограничением расхода теплоносителя график регулирования по совмещ. нагрузке получается такой же. При повыш. Г.т. в зоне тепловых нагрузок, меньших $\bar{Q}_{из}$, для обеспечения норм. работы системы отопления также необходимо применять количеств. регулирование.

ГРАФИКИ ТЕМПЕРАТУР И РАСХОДОВ ВОДЫ В ОТКРЫТЫХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ — зависимости, связывающие параметры *теплоносителя* с темп-рой наружного воздуха. Теплоноситель в виде горячей воды нагревается *источниками теплоты систем теплоснабжения*, циркулирует через *системы отопления* и непосредственно используется в *системах горячего водоснабжения*. Для обеспечения макс. водоразбора подающие трубы рассчитываются на пиковый расход горячей воды плюс циркуляц. расход на отопление. Это вызывает необходимость прокладки труб больших диаметров. Избежать этого можно выравниванием графика потребления горячей воды, что достигается использованием теплоаккумулирующей способности зданий в результате связанного регулирования подачи теплоты на отопление и горячее водоснабжение.

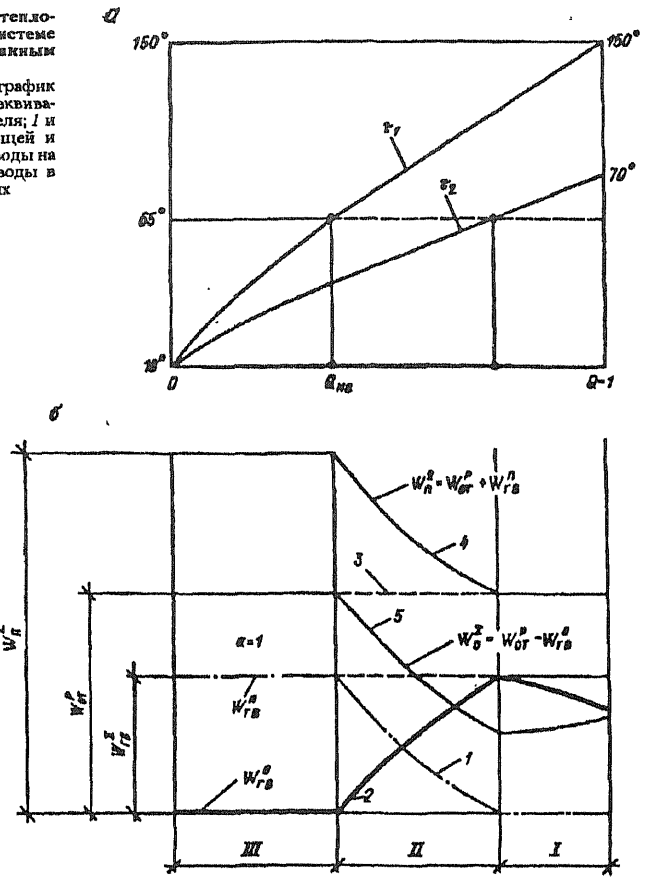
Расход воды в *тепловых сетях* изменяется в зависимости от темп-ры наружного воздуха. На схеме показана *открытая система теплоснабжения* с несвязанным регулированием подачи теплоты на отопление и горячее водоснабжение, к-рое обеспечивают регулятор постоянства расхода воды на отопление и регулятор темпры воды, отбираемой на горячее водоснабжение. Темп-ра теплоносителя, поступающего к потребителям от источника теплоты, изменяется в зависимости от темп-ры наружного воздуха по отопительно-бытовому графику. Различают три характерных режима отбора горячей воды из тепловой сети. Первый соответствует низким наружным темп-рам. При этом в тепловых сетях поддерживается высокая темп-ра воды, а темп-ра теплоносителя, поступающего в обратную линию из системы отопления, превышает или равна 65°С. В этом случае темп-рный уровень теплоносителя в обратной линии удовлетворяет требованиям горячего водоснабжения, поэтому отбор воды осуществляется только из нее $W^{\Sigma}_{г.в} = W^{о}_{г.в}$, где $W^{\Sigma}_{г.в}$, $W^{о}_{г.в}$ — тепловые эквиваленты потоков теплоносителя суммарного и отбираемого из обратной линии, Вт/оС. Второй режим соответствует диапазону наружных темп-р, при к-ром темп-ра обратной воды ниже, а в подающей линии выше 65°С. Для обеспечения темп-ры воды для горячего водоснабжения в 65°С ее необходимо отбирать из подающей и обратной линий в соответствующем соотношении. Этот режим охватывает зону от τ_2 65 °С до τ_1 65 °С. Последняя граница соответствует точке излома графика темп-р. Отборы воды определяются соотношениями $W^{п}_{г.в} = \alpha W^{\Sigma}_{г.в}$, $W^{о}_{г.в} = (1 - \alpha) W^{\Sigma}_{г.в}$, где $W^{п}_{г.в}$ — тепловой эквивалент отбора воды из подающего трубопровода. Третьему режиму соответствует темп-ра 65°С в подающей линии. Горячая вода отбирается только из нее: $W^{\Sigma}_{г.в} = W^{о}_{г.в}$; $\alpha = 1$. Этот режим приходится на осенне-весенний период и завершается окончанием *отопительного сезона* ($t_{н} = 8$°С). Каждому режиму соответствуют разл. расходы теплоносителя в разных элементах открытой системы теплоснабжения, причем в отд. элементах потоки могут быть равны 0, т.е. отсутствовать, что эквивалентно отсутствию в системе элемента с нулевым расходом. Т.о. с изменением режима отбора горячей воды изменяется структура открытой системы, что для нее характерно.

При отборе горячей воды из подающей и обратной линий (второй режим) все элементы системы работают. При отборе только из обратной линии (первый режим) трубопровод от подающей линии к смесит. устройству закрыт, что эквивалентно его отсутствию. При отборе только из подающей линии (третий режим) соответственно закрыт трубопровод от обратной линии. При отсутствии водоразбора схема



Открытая система с несвязанным регулированием подачи теплоносителя на отопление и горячее водоснабжение

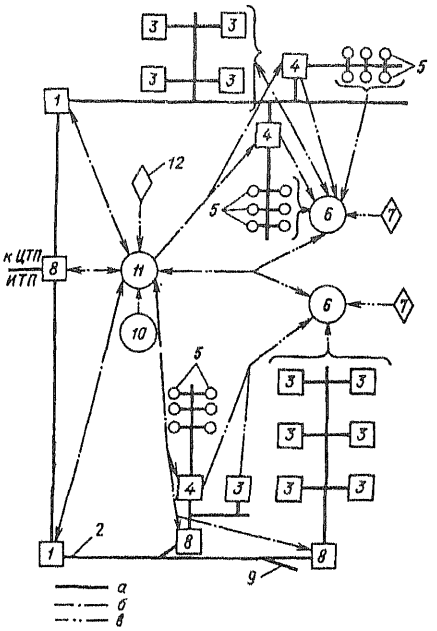
Графики режимов теплоносителя в открытой системе теплоснабжения с несвязанным регулированием
а — отопительно-бытовой график температур; б — тепловые эквиваленты расходов теплоносителя; *1* и *2* — отбор воды из подающей и обратной линий; *3* — расход воды на отопление; *4*, *5* — расход воды в подающей и обратной линиях



объектов и всей системы теплоснабжения в целом, повышает надежность и уровень эксплуатации систем теплоснабжения, способствует экономии энергетич., материальных и трудовых ресурсов. При автоматизации *центральных тепловых пунктов* (ЦТП) гор. микрор-нов решают след. задачи: регулирование подачи (отпуска) теплоты на отопление зданий; регулирование темп-ры воды для горячего водоснабжения; регулирование перепада давления сетевой воды на входе в ЦТП при наличии избыточного напора в *тепловой сети*; ограничение макс. расхода сетевой воды с целью сокращения расчетного расхода ее; регулирование перепада давления воды в распределит. сетях отопления; регулирование давления (подпора) в обратном *трубопроводе* от *систем отопления* для защиты их от опорожнения; регулирование уровня воды в *баке-аккумуляторе системы горячего водоснабженя*; регулирование подпитки систем отопления в ЦТП с независимым присоединением этих систем; регулирование и управление процессами водоподготовки (при ее наличии); управление включением и отключением насосов — хозяйств. (холодного водоснабжения), циркуляц. горячего водоснабжения, подпиточных, циркуляц. отопления или корректирующих смесит. и дренажных с блокировкой с соответствующими электрозадвижками и клапанами; включение резервных насосов для каждой из указ. групп; измерение темп-р, давлений, уровней воды с сигнализацией их предельных значений; учет и измерение кол-ва и расхода теплоты, *теплоносителей* и холодной воды; учет электроэнергии; телемеханич. контроль, измерение и управление из диспетчерского пункта. Аналогичные задачи, но в меньшем объеме, решают и при автоматизации *тепловых пунктов* (ТП) меньшей мощности различного типа — индивид. (ИТП) и местных (МТП), т.е. отопит. узлов зданий, присоединен. к распределит. тепловым сетям от ЦТП. Задачи автоматизации насосных станций разл. назначения — см. *Автоматизация насосных станций*.

В силу взаимосвязанности тепловых и гидравлич. режимов работы источника теплоты, тепловых сетей и тепловых пунктов потребителей необходима комплексная А.с.т. Структурная схема комплексно автоматизированной системы теплоснабжения крупного города в общем случае включает: звенья объекта управления — источники теплоты, тепловые сети от них; узлы распределения; тепловые пункты; ступени автоматич. регулирования отпуска теплоты и гидравлич. режима, размещ. в звеньях; диспетчерские пункты теплоэнергетич. предприятия (предприятия тепловых сетей).

Комплекс средств автоматич. регулирования отпуска теплоты в системе теплоснабжения предусматривает ступени: центр. регулирования в источнике теплоты (*теплоэлектроцентрали, котельной*); группового регулирования — в центр. тепловых пунктах, узлах распределения; местного общедомового (на все здание) регулирования или местного пофасадного (позонного) регулирования в ИТП при наличии пофасадного (позонного) разделения систем отопления здания; индивид. регулирования у нагреват. приборов в помещениях здания. Регулирование отпуска теплоты в ступенях может осуществляться с применением след. автоматич. систем: регулирования темп-ры воды на отопление в зависимости от метеорологич. параметров (темп-ры наружного воздуха) по заданному темп-рному графику (регулирование "по возмущению)"; регулирования темп-ры воздуха в помещениях (регулирование "по отклонению"); комбинир. регулирования "по возмущению" и "по отклонению", к-рое может осуществляться как одной ступенью, так и сочетанием двух ступеней в разных звеньях системы теплоснабжения — одна "по возмущению", другая — "по отклонению".



Структурная схема комплексно автоматизированной системы теплоснабжения (вариант)

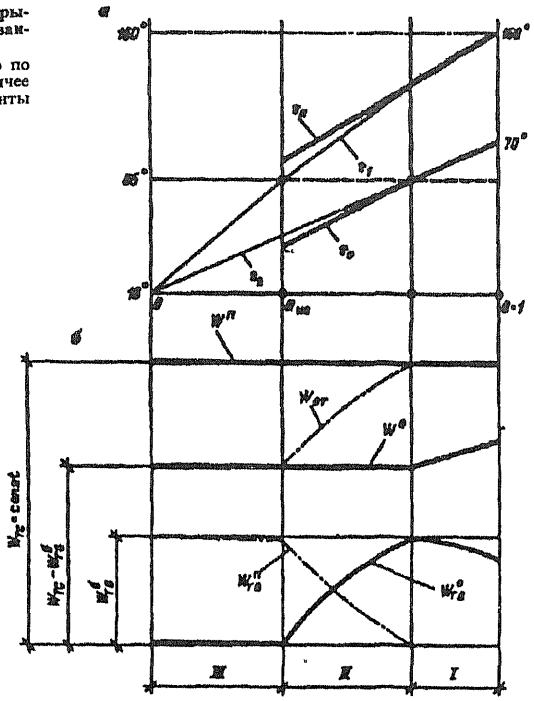
1 — источник теплоты; *2,9* — магистральная тепловая сеть; *3* — индивидуальный тепловой пункт (ИТП) с водонагревателем (смесительным устройством) горячего водоснабжения; *4* — центральный тепловой пункт (ЦТП); *5* — отопительный узел здания (без водонагревателя или смесительного устройства горячего водоснабжения), присоединенный к распределительным сетям от ЦТП; *6* — диспетчерский пункт объединенной диспетчерской службы инженерного оборудования микрорайона; *7* — метеопункт района, *8* — узел распределения или ЦТП без установок горячего водоснабжения; *10* — диспетчерский пункт энергосистемы; *11* — то же, предприятия тепловых сетей; *12* — метеослужба города; *а* — тепловые сети; *б* — линии связи диспетчерских пунктов тепловых сетей; *в* — то же, объединенной диспетчерской службы

Выбор рационального комплекса ступеней регулирования отпуска теплоты производится в зависимости от структуры распределительных тепловых сетей, наличия пофасадного разделения системы отопления здания и средств индивид. регулирования в помещениях. Указанные структуры сетей отличаются кол-вом *трубопроводов* и размещением водонагревателей или смесит. устройств горячего водоснабжения. Технич. решения по автоматизации регулирования отпуска теплоты в различных ступенях регулирования, регулирования гидравлич. режимов работы, управления оборудованием и защиты тепловых сетей и потребителей см. *Автоматизация тепловых пунктов*, *Автоматизация насосных станций*. *Защита тепловых сетей*.

Для ступени центр. регулирования рацион. режим отпуска теплоты выбирают с учетом типа теплоисточника, вида тепловой нагрузки (жилищно-коммун. потребители, нагрузка пром. предприятий) и степени охвата ТП автоматизацией регулирования отпуска теплоты на отопление (сплошной, частичный). В целях экономии ресурсов в источниках теплоты широко применяют центр. регулирование по совмещенной тепловой нагрузке по т.н. скорректиров. графику темп-р, а в ТП выбирают такую схему присоединения водонагревателя горячего водоснабжения, чтобы обеспечить работу установок отопления и горячего водоснабжения по режиму связанного регулирования (см. *Автоматизация тепловых пунктов*). В этом случае суммарная тепловая нагрузка ТП выравнивается за счет теплоаккумулирующей способности строит. конструкций отапливаемых зданий. При указ. режимах комплексная А.с.т. обеспечивает существ. снижение расчетного расхода сетевой воды в магистр. тепловых сетях и, следовательно, уменьшение диаметров трубопроводов сетей.

При сплошной автоматизации регулирования отпуска теплоты на отопление в ЦТП и ИТП целесообразно центр. регулирование при пост. темп-ре в сети более 100^0С. При таком режиме снижаются повреждаемость теплопроводов от наружной коррозии и расход электроэнергии на перекачку теплоносителя.

При комплексной А.с.т. достаточно высоким должен быть уровень диспетчеризации этих систем (см. схему). Система теплоснабжения с помощью системы диспетчерского управления должна иметь связи с пунктами сбора и передачи метеорологич. информации *7*, *12*, с диспетчерскими пунктами ТЭЦ и энергосистемы *10*, пунктами службы инженерного оборудования микрорайонов *6*, городского водопровода, электроснабжения, газового и



Режим потоков теплоносителя в открытой системе теплоснабжения со связанным регулированием
а — график регулирования температур по совместной нагрузке на отопление и горячее водоснабжение; б — тепловые эквиваленты расходов теплоносителя

превращается в простую циркуляц. систему. Расход воды в подающей линии равен расходу на отопление плюс теплоноситель, отобранный из подающей линии на горячее водоснабжение, т.е. $W^{\Sigma}_{п} = W^{р}_{от} + W^{п}_{г.в}$. Расход в обратной линии равен расходу на отопление минус теплоноситель, отобранный из обратной линии на горячее водоснабжение: $W^{\Sigma}_{о} = W^{р}_{от} + W^{п}_{г.в}$. В третьем периоде вся вода отбирается только из подающей линии, в к-рой поддерживается $\tau_1 = 65°С$, а $= 1$. Точка излома определяется из ур-ния графика темп-р, считая $\tau_1 = 65°С$:

$$\tau_1 = t_{вн} = \Delta t^{р}_{ср}\bar{Q}^{0,76}_{из} - 0{,}5\Delta T^{р}_{от}\bar{Q}_{из} + \Delta T^{р}_{г.в}\bar{Q}_{из}.$$

Второй период начинается от нагрузки $Q_{из}$ и простирается до нагрузки $Q_{п}$, соответствующей $\tau_2 = 65°С$, т.е. $\tau_2 = t_{вн} + \Delta t^{р}_{ср}\bar{Q}^{0,76}_{п} - 0{,}5\Delta T^{р}_{от}\bar{Q}_{п}$. Количество отобранной горячей воды из подающей и обратной линий определяют из ур-ний: $W^{\Sigma}_{в} = W^{п}_{г.в} + W^{о}_{г.в}$; $W^{\Sigma}_{г.в} = t_г - W^{п}_{г.в}\tau_1 + W^{о}_{г.в}\tau_2 = \alpha W^{\Sigma}_{г.в}\tau_1 + (1+\alpha)W^{\Sigma}_{г.в}\tau_2$. Отюда $\alpha = (t_г - \tau_2)/(\tau_1 - \tau_2)$. Темп-ры τ_1 и τ_2 известны из отопит. графика темп-р.

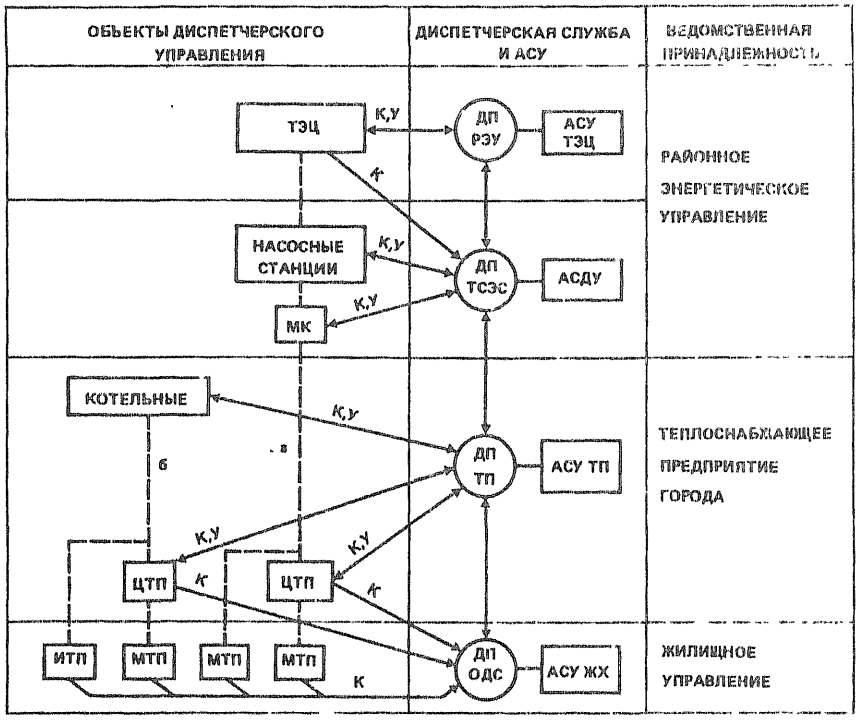
При связанном регулировании подачи теплоносителя для отопления и горячего водоснабжения тепловые сети рассчитывают на средний расход воды для горячего водоснабжения. Пиковые нагрузки покрываются теплоаккумулирующей способностью зданий. На *абонентских вводах* устанавливают регуляторы расхода, обеспечивающие подачу пост. кол-ва теплоносителя для отопления зданий и горячего водоснабжения. Неравномерность потребления горячей воды компенсируется неравномерностью подачи теплоты на отопление при соблюдении суточных балансов. Если используется отопительно-бытовой график темп-р, теплопроводы рассчитывают с учетом среднего расхода воды на горячее водоснабжение и расчетного расхода на отопление. Для сокращения расхода металла на тепловые сети применяют повыш. скорректиров. график темп-р, обеспечивающий регулирование по совмещ. нагрузке, при к-ром тепловые сети рассчитывают только на отопит. расход.

В первом диапазоне темп-р, когда $\tau_2 \geq t_г$, весь отбор воды на горячее водоснабжение осуществляется из обратной линии. По подающей линии идет отопит. расход, и в повышении темп-ры поступающей воды нет надобности. Здесь сохраняется обычный отопительно-бытовой график темп-р. Во втором диапазоне темп-р вода отбирается из подающей линии, в результате чего в систему отопления идет расход, меньший расчетного. Для компенсации расхода необходимо поднять темпру теплоносителя. Следовательно, задача расчета графика регулирования темп-р по совмещ. нагрузке формулируется так: теплоноситель в систему отопления поступает в кол-ве $W_{от}$ и с темп-рой $\tau_п$, причем $\tau_п > \tau_1$, а $W_{от} < W^{р}_{от}$. На горячее водоснабжение отбирается теплоноситель из подающей и обратной линий в кол-ве, соответствующем балансовому режиму. Необходимо определить темп-ры $\tau_п$ и $\tau_о$ для всех нагрузок $Q_{от}$, соответствующих второму диапазону. Следовательно, первое условие — это пост. расход теплоносителя на *тепловой пункт*:

$W_п = \alpha W^{б}_{г.в} + W_{от} = W^{р}_{от} = \text{const}$ или $\alpha\mu\delta + \bar{W}_{от} = 1$, где $\mu\delta = W^{б}_{г.в}/W^{р}_{от} = G^{б}_{г.в}/G^{р}_{от}$ — относит. расход теплоносителя на горячее водоснабжение. Второе условие — обеспечение теплотой систем отопления и горячего водоснабжения: $Q_{от} = W^{р}_{от}(\tau_1 - \tau_2) = W_{от}(\tau_п - \tau_о)$ или $\tau_п - \tau_о = (\tau_1 - \tau_2)/\bar{W}_{от}$. Но т.к. $\bar{Q}_{от} = (\tau_1 - \tau_2)/\Delta\tau^{р}_{г.с}$, то $\tau_п - \tau_о = \Delta\tau^{п}_{г.с}(\bar{Q}_{от}/\bar{W}_{от})$. $Q_{гр} = W^{\Sigma}_{г.в}t_г = W^{п}_{г.в}\tau_п + W^{о}_{г.в}\tau_о$, $\alpha = (t_г - \tau_о)/(\tau_п - \tau_о)$. В ур-ниях неизвестными являются: a, $\tau_п$, $\tau_о$ и $\bar{W}_{от}$. Замыкает систему ур-ние теплопередачи для отопительных приборов, кот-рое получают с использованием зависимости из отопит. графика темп-р: $\tau_о = t_{вн} + \Delta t^{р}_{ср}\bar{Q}^{0,76}_{от} - 0{,}5\Delta\tau^{р}_{от}(\bar{Q}_{от}/\bar{W}_{от})$.

В случае элеваторного присоединения расходы теплоносителя на отопление $W_{от}$ до и после *элеватора* равны. Получ. система ур-ний решает задачу построения повыш.скорректиров. графика темп-р для открытой системы теплоснабжения с регулятором постоянства расхода на абонентском вводе. При этом $(A\bar{W}_{от} + Б)\mu\delta + \bar{W}_{от} = 1$, где $A = (t_г - t_{вн} - \Delta t^{р}_{ср}\bar{Q}^{0,76}_{от})/(\Delta\tau^{р}_{с}\bar{Q}_{от})$, $Б = (0{,}5\Delta\tau^{р}_{от})/(\Delta\tau^{р}_{с})$. Для всех значений $\bar{Q}_{от}$ во втором диапазоне темп-р определяют $W_{от}$ и далее рассчитывают все неизвестные. На схеме показан график регулирования темп-р по совмещ. нагрузке, где $\tau_п$ и $\tau_о$ — темп-ры теплоносителя в подающей и обратной линиях. Там же показаны режимы отбора воды и расходы в этих линиях.

Часто применяют открытую систему теплоснабжения без регуляторов расхода. При такой схеме гидравлич. режим определяется режимом отбора воды для горячего водоснабжения. Если на источнике теплоты выдерживать отопит. график темп-р, норм. работу систем отопления обеспечить нельзя, т.к. в осенне-весенний период системы отопления недополучат теплоту, а в зимний период происходит перегрев помещений. Чтобы системы отопления работали нормально, на источниках теплоты следует поддерживать спец. график темп-р, при к-ром в осенне-весеннее время поддерживают более высокие темп-ры теплоносителя, в зимнее — более низкие. Этот скорректиров. график рассчитывают исходя из подачи теп-



Структурная схема автоматизированного диспетчерского управления теплоснабжением крупного города (вариант)

РЭУ — районное энергоуправление; *ТСЭС* — тепловые сети энергосистемы; *ТП* — теплоэнергетические предприятия города; *ОДС* — объединенная диспетчерская служба жилищного хозяйства; *МК* — магистральные камеры; *К* — контроль; *У* — управление; *ЦТП* — центральные тепловые пункты; *МТП* — местные тепловые пункты (отопительные узлы); *ИТП* — индивидуальные тепловые пункты; *а* — тепловые сети теплоэнергетического предприятия города от ТЭЦ; *б* — то же, от источников теплоэнергетического предприятия города

жилищного х-ва. Передача контрольной и командной информации между звеньями системы (ступенями регулирования) и диспетчерским пунктом теплоэнергетич. предприятия *11* осуществляется с применением средств телемеханизации и вычислит. техники путем создания тепломеханизиров. или *автоматизированных систем диспетчерского управления централизованным теплоснабжением* (АСДУЦТ) или АСУ технологич. процессами (см. *Телеконтроль и телеуправление теплоснабжением*).

Структуру системы диспетчерского управления теплоснабжением принимают в зависимости от мощности, структуры и ведомств. принадлежности сооружений систем теплоснабжения (см. *Диспетчерское управление теплоснабжением*).

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ — использование в тепловых пунктах (ТП) *систем теплоснабжения* автоматич. устройств для управления режимами работы разнообразных и многочисл. потребителей и согласования их с общим режимом работы источников теплоты и *тепловой сети*. ТП — орган управления не только *системами отопления, вентиляции, горячего водоснабжения*, но и тепловой сетью. А.т.п. обеспечивает надежное функционирование системы теплоснабжения и экономичное потребление теплоты.

Автоматизация работы устройств нагрева воды на горячее водоснабжение в ТП предусматривает одноврем. автоматич. регулирование отпуска теплоты на отопление зданий, что дает значит. экономич. эффект. Наибольшее распространение для решения этих задач в ТП закрытых систем теплоснабжения получили смешанные схемы присоединения их водонагревателя горячего водоснабжения с ограничением макс. расхода сетевой воды. А.т.п. со смешанной схемой включения водонагревателя горячего водоснабжения с ограничением расхода и независимой схемой присоединения систем отопления через водонагреватель включает (схема *а*): регулятор темп-ры воды на горячее водоснабжение, обеспечивающий постоянство заданной темп-ры $t_г$; регулятор отпуска теплоты на отопление *4*, обеспечивающий поддержание заданного графика темп-ры воды, т.е. зависимости темп-ры воды на отопление от темп-ры наружного воздуха $t_{от} = f(t_н)$; устройство ограничения расхода сетевой воды на ТП G_c, состоящее из датчика расхода и компаратора (узла сравнения), входящего в регулятор отпуска теплоты. Схемы ТП с ограничением расхода рассчитаны на работу при отпуске источником теплоты по скорректиров. графику темп-р, отличающемуся от отопит. графика на величину определ. надбавки.

При пике нагрузки горячего водоснабжения при наличии устройства ограничения расхода и воздействии его на клапан 4К регулятора *4* здание недополучает теплоту на отопление. При этом суммарный расход сетевой воды G_c не превышает своего расчетного значения, к-рый принимают близким к отопит. расходу. При малой нагрузке горячего водоснабжения (ночью) здания получают теплоту на отопление с определен. избытком.

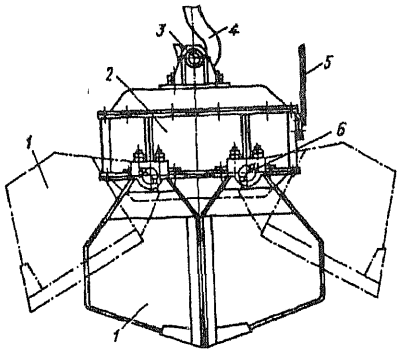
Величину надбавки в графиках темпр, поддерживаемых на источнике теплоты и регулятором *4* в ТП, рассчитывают т.о., чтобы за сутки при данной среднесуточной темп-ре наружного воздуха здания получали необходимое кол-во теплоты. Благодаря аккумулирующей способности ограждающих конструкций отапливаемых зданий процесс периодич. недодачи теплоты и подачи ее с избытком существенно не сказывается на темп-ре воздуха в помещениях. Так как расчетный расход сетевой воды в ТП принят близким к отопит., т.е. практически не учитывается нагрузка горячего водоснабжения, диаметры трубопроводов и соответственно затраты на подводящие тепловые сети наименьшие, что особенно экономично при большом радиусе действия и большой мощности системы теплоснабжения.

В ТП открытых систем теплоснабжения для нагрева воды на горячее водоснабжение применяют схемы с непосредств. водозабором и использованием автоматизир. смесит. устройств (см. *Регулирующий клапан смешения*). В качестве средств регулирования используют *электронные автоматические регуляторы* такие, как микропроцессорные регуляторы типа "Теплар-110" (для ИТП) или типа "Теплар-111" (для ЦТП).

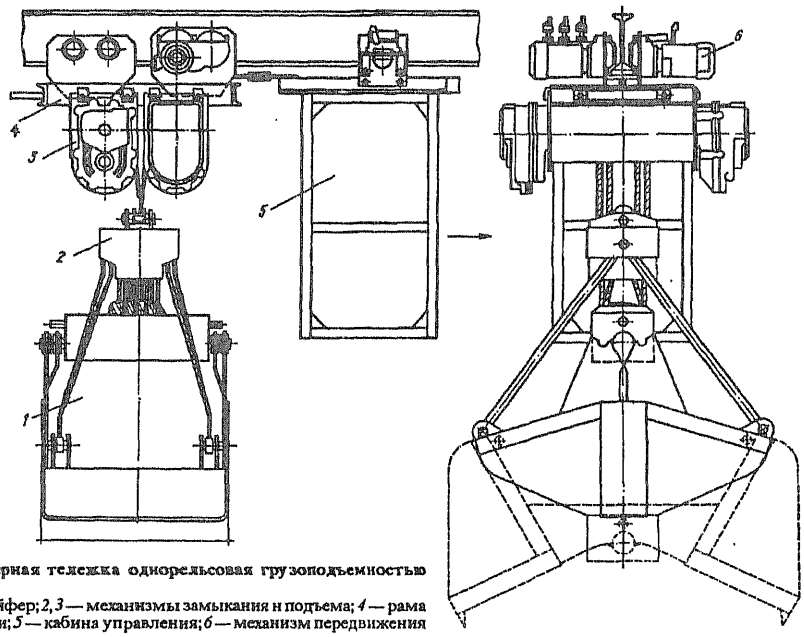
Автоматизация регулирования отпуска теплоты на отопление в ТП имеет целью дополнить центр. регулирование отпуска теплоты в ее источнике. Реализуется в виде рацион. сочетания ступеней автоматич. регулирования — группового в ЦТП, местного общедомового или пофасадного в ИТП (см. *Автоматизация систем теплоснабжения*). Групповое автоматич. регулирование отпуска теплоты на отопление "по возмущению" в ЦТП с зависимым присоединением систем отопления зданий осуществляется с помощью двух регуляторов отпуска теплоты и перепада давлений при установке в

лоносителя только на отопление, а расход теплоты для горячего водоснабжения обеспечивается повышением темп-ры теплоносителя.

ГРЕЙФЕР (нем. Greifer, от greifen — хватать) — грузозахватный механизм с поворотными челюстями, предназнач. для погрузки, разгрузки и перемещения сыпучих и мелких неслежавшихся материалов плотностью 1,6 т/м^3 (песка, *коагулянта*, извести) с размером кусков до 120 мм. В корпусе двухчелюстного навесного Г. расположены электродвигатели, механизмы смыкания и размыкания челюстей, концевые выключатели, ограничивающие крайние положения челюстей. Г. могут быть подвешены к крюку крана или *тали* грузоподъемностью до 5 т. На сыпучий материал Г. опускается с разомкнутыми челюстями, в процессе их замыкания наполняется, после чего происходят подъем и перемещение Г. Навесные Г. выпускают вместимостью 0,4 и 0,63 м^3 с грузоподъемностью соответственно 0,6 и 1 т. Кроме Г. применяют грейферную однорельсовую тележку, к-рая может устанавливаться на подвесные двутавровые балки или *краны мостовые* . К раме тележки крепятся все механизмы. Механизмы подъема и замыкания состоят из мотора-барабана, двухступенчатого редуктора с грузоупорным и колодочным тормозами, канатоукладчика, электроаппаратуры и корпуса, связывающего узлы механизма. Механизм передвижения состоит из приводной и двух холостых четырехколесных тележек, к-рые присоединены к раме механизма подъема сферическими шарнирами, что позволяет тележке проходить по криволинейным участкам пути и выравнивает нагрузку на колеса. Кабину грейферной тележки с помощью подвески и четырехколесной тележки устанавливают на двутавровой балке и соединяют тягой с моторной тележкой. Грузоподъемность грейферной тележки 3 т, вместимость Г. 1,5 м^3, высота подъема до 18 м.



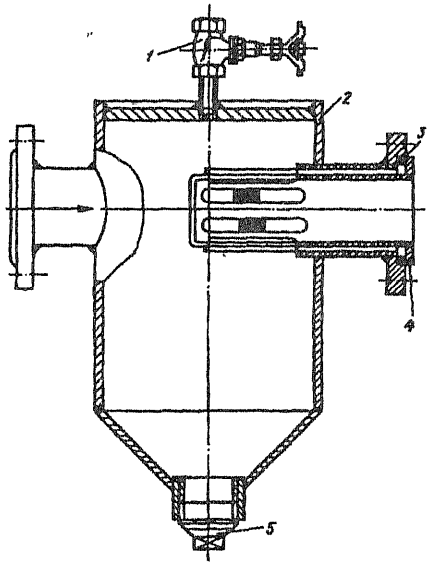
Грейфер моторный двухчелюстной навесной
1 — челюсти; 2 — корпус (головка); 3 — крюковая траверса; 4 — крюк; 5 — кабель; 6 — челюстная траверса



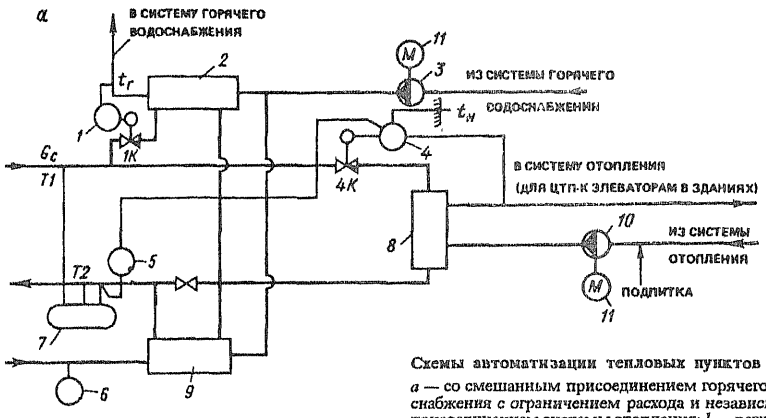
Грейферная тележка однорельсовая грузоподъемностью 3 т
1 — грейфер; 2, 3 — механизмы замыкания и подъема; 4 — рама тележки; 5 — кабина управления; 6 — механизм передвижения

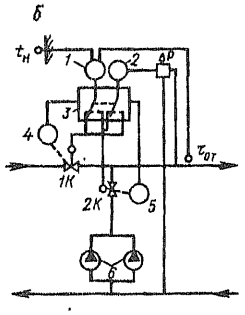
ГРОХОТ — устройство для механич. сортировки сыпучих материалов по крупности частиц (кусков). Применяется для разделения на фракции угля, щебня и т.д., а также для обезвоживания материалов (обогащ. углей и т.д.). Г. подразделяют на неподвижные — устройства и подвижные — машины. Неподвижные Г. (колосниковые, дуговые, конич.) состоят из неподвижной просеивающей поверхности и установки для ее крепления. Колосниковые имеют наклонную поверхность и щель шириной более 50 мм и применяются для грубой сортировки крупнокусковых материалов; дуговые используются для обезвоживания и сортировки мелкозернистых материалов (угля, песка); конические — для обезвоживания и грубой сортировки. Высокоэффективны подвижные Г., состоящие из одной или неск. просеивающих поверхностей (сит), устройств для их установки и механизма, приводящего сита в движение. По характеру движения сит различают Г. с вращающимися поверхностями (барабанные), качающиеся, вибрац. и полувибрац.

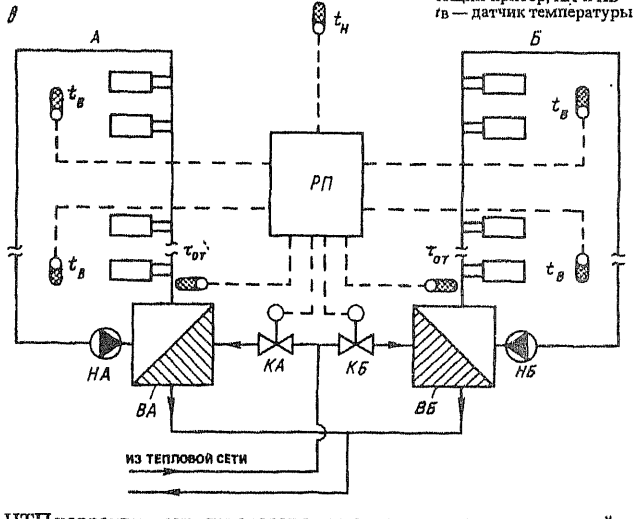
ГРЯЗЕВИК — устройство для осаждения грязи и постор. включений, к-рые несет с собой поток *теплоносителя*. Земля и песок попадают в *трубопроводы* при ремонтах, окалина и отложения находятся в трубах Г. устанавливают в тепловых пунктах на подающих трубах для защиты *систем отопления*, *калориферов* вентиляции и *теплообменных аппаратов* горячего водоснабжения от засорения, а также перед водомерами на обратных трубах. Г. для тепловых пунктов, к-рый характеризуется небольшим гидравлич. сопротивлением, изготовлен из стальных труб. Диаметр корпуса в 3 раза больше диаметра входного патрубка, в результате чего при входе в Г. скорость воды резко снижается, что способствует оседанию частиц. В выходном патрубке размещен съемный фильтр, представляющий собой кусок трубы с фланцем, имеющей прорези, затянутые сеткой из латунной проволоки. В верхней части Г. имеет кран для выпуска воздуха, а в нижней — пробку для спуска грязи. Рассчитан на давление 1,6 МПа.



Грязевик
1 — вентиль для выпуска воздуха; 2 — корпус; 3 — съемный патрубок с сеткой; 4 — прокладка; 5 — пробка для спуска грязи







Схемы автоматизации тепловых пунктов

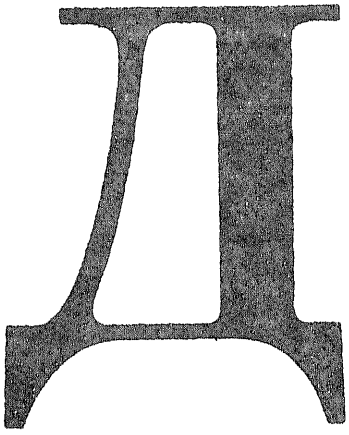
а — со смешанным присоединением горячего водоснабжения *с ограничением расхода* и независимым присоединением системы отопления: *1* — регулятор температуры воды на горячее водоснабжение; 1К — его регулирующий клапан; *2, 9* — II и I ступени водонагревателя горячего водоснабжения; *3* — рециркуляционный насос горячего водоснабжения; *4* — регулятор отпуска теплоты на отопление ($t_н$ — температура наружного воздуха, $\tau_{от}$ — температура воды, подаваемой в систему отопления); *4К* — его регулирующий клапан; *5* — датчик устройства ограничения расхода; *6* — водомер; *7* — теплосчетчик (*Т1*, *Т2* — температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах); *8* — водонагреватель отопления; *10* — циркуляционный насос отопления; *11* — электродвигатель; *б* — с корректирующими насосами смешения и двумя регуляторами с переключением их регулирующих клапанов: *1* — регулятор температуры воды на отопление; *2* — регулятор перепада давлений воды на отопление; *1К, 2К* — регулирующие клапаны; *3* — переключающее устройство; *4* и *5* — концевые выключатели регулирующих клапанов 1К и 2К; *6* — насосы смешения; $t_н$ — датчик температуры наружного воздуха; $\tau_{от}$ — датчик температуры воды на отопление; Δp — датчик перепада давлений; *в* — с пофасадным регулированием и независимым присоединением системы отопления: *А* и *Б* — фасады здания; *НА* и *НБ* — насосы отопления; *ВА* и *ВБ* — водонагреватели отопления; *РП* — регулирующий прибор; *КА* и *КБ* — регулирующие клапаны; $t_в$ — датчик температуры воздуха в помещениях

ЦТП корректирующих насосов смешения, а в ЦТП с независимым присоединением — с помощью одного регулятора отпуска теплоты *4* (схема *а*).

Вариант автоматизации узла корректирующих насосов смешения с двумя регуляторами (схема *б*) отличается наличием переключающего устройства *3*, к-рое под воздействием концевых выключателей *4*, *5* клапанов 1К, 2К регуляторов темп-ры и перепада давлений воды может переключать выходы этих регуляторов к своим клапанам. При наличии в тепловой сети требуемой графиком темп-ры, как показано на схеме *б*, к регулятору *1* подключен клапан 1К, а к регулятору *2* — клапан 2К. Поэтому регуляторы *1* и *2* осуществляют регулирование требуемой темп-ры и перепада давлений воды на отопление соответственно. Когда в тепловой сети темп-ра воды ниже требуемой по графику, клапан 1К регулятора темп-ры воды полностью открывается, замыкается его концевой выключатель и переключающее устройство переключает выходы регуляторов темпры воды и перепада ее давлений. При этом регулятор *2* регулирует перепад давлений клапаном 1К, а регулятор *1*, регулируя темп-ру воды, закроет клапан 2К, после чего отключаются насосы. Схема обеспечит требуемую при данных условиях стабилизацию гидравлического режима в сети и у потребителя и, следовательно, защиту их от разрегулировки. Такая самоприспосабливающаяся система регулирования и защиты реализована в микропроцессорном регуляторе типа "Теплар-111".

Групповое автоматич. регулирование отпуска теплоты на отопление в ЦТП обеспечивает ее экономию, особенно в переходный осенне-весенний период отопительного сезона, когда в тепловой сети источником теплоты поддерживается темпра воды, к-рая требуется для горячего водоснабжения, но превышает потребную для отопления зданий.

Большую экономию теплоты и точность регулирования обеспечивает пофасадное комбиниров. регулирование отпуска теплоты на отопление в ИТП, т.к. оно производится отдельно для помещений каждого фасада здания, что позволяет достаточно полно учесть влияние солнечной радиации и ветра на каждый фасад, а также внутр. теплопоступления. Вариант схемы автоматизации пофасадного регулирования в ИТП с независимым присоединением пофасадно разделенной системы отопления (схема *в*) включает: регулирующий прибор двухканального типа (см. *Электронные автоматические регуляторы*), к к-рому подключены датчик темп-ры наружного воздуха $t_н$, датчики темп-ры воды $\tau_{от}$, подаваемой в системы отопления фасадов *А* и *Б*; датчики темпры воздуха $t_в$ в помещениях фасадов; регулирующие клапаны КА, КБ. При облучении солнцем фасада, например *А*, повышается темп-ра воздуха в его помещениях, по импульсам от датчиков $t_в$ регулирующий прибор РП с помощью прикрываемого клапана КА понижает темп-ру воды на отопление $\tau_{от}$, отчего темп-ра воздуха в этих помещениях приходит к заданному значению. Автоматич. регуляторы систем отопления и установок для нагрева воды в ТП снабжают таймерами с целью осуществления программного снижения отпуска теплоты в ночное и нерабочее время, чем достигается дополнительная экономия теплоты.



ДАВЛЕНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ — сила динамич. воздействия потока жидкости на единицу площади поверхности элемента системы инж. оборудования (напр., *водяного отопления*), связ. со скоростью движения и зависящая от плотности жидкости. Проявляется на поверхности, норм. к направлению потока. Измеряется в $Н/м^2$ или Па; вычисляется как произведение плотности ($кг/м^3$) при данной темп-ре жидкости на половину квадрата скорости ее движения: $p_д = \rho v^2/2$.

ДАВЛЕНИЕ ГИДРОСТАТИЧЕСКОЕ — сила статич. воздействия жидкости на единицу площади поверхности элемента системы инж. оборудования здания (напр., *водяного отопления*), зависящая от уд. веса ($Н/м^3$) и высоты столба жидкости, располож. над ней. Измеряется в $Н/м^2$ или Па и вычисляется как произведение плотности жидкости ($кг/м^3$) при данной ее темп-ре на ускорение свободного падения ($м/с^2$) и на высоту (м) столба этой жидкости: $P_c = \rho gh$.

ДАВЛЕНИЕ ЦИРКУЛЯЦИОННОЕ — разность давлений (Па или кПа), вызывающая циркуляцию *теплоносителя* в замкнутых кольцах *системы отопления*. Может быть естеств. (гравитац.) и искусств. (насосным). Естеств. возникает в вертик. системе отопления вследствие разл. воздействия гравитац. сил в столбах нагретого и охлажд. теплоносителя. Естеств. Д.ц. определяется разностью *давлений гидростатических* в каждом циркуляц. кольце системы отопления, включающем 2 столба теплоносителя одинаковой высоты, нагретых до разл. темп-ры и, следовательно, имеющих разл. плотность. В простейшем случае естеств. Д.ц. в системе *водяного отопления* вычисляется как произведение вертик. расстояния h (м) между центрами охлаждения и нагревания воды в системе на ускорение свободного падения g ($м/с^2$) и на разность плотности охлажд. и нагретой воды: $\Delta p_e = gh(\rho_o - \rho_г)$.

Искусств. Д.ц. создается циркуляц. насосом или вентилятором, причем учитывается, что в вертик. системе отопления с механич. побуждением циркуляции теплоносителя действует также естеств. Д.ц. (см. *Расчетное циркуляционное давление*).

ДАМБА (от голл. dam) — гидротехнич. сооружение, аналогичное по устройству земляной *плотине*, предназнач. для временного удержания воды, ограждения территории, направления движения потока. К напорным Д. относят земляные сооружения малой высоты, возводимые для защиты от воды территорий, расположенных вдоль рек, морских берегов, *каналов*. К напорным Д. предъявляют те же требования, что и к средне- и высоконапорным земляным плотинам. Безнапорные Д. возводят для защиты акватории порта от воздействия волн (молы и волноломы), для подъема уровня воды в судоходных шлюзах, для устройства на них дорог при затоплении в паводок прилегающих территорий и т.д. По назначению Д. подразделяют на: струенаправляющие, располагаемые вдоль течения или под углом к нему для отклонения потока в заданном направлении, сужения русла, предотвращения подмыва сооружений, обеспечения плавного искусств. соединения или разделения потоков. Их возводят из прочных и долговечных материалов, поскольку рассчитывают на длит. срок эксплуатации в условиях активного взаимодействия с речным потоком; оградительные (Д. обвалования), возводимые для ограждения и защиты ценных земель, населенных пунктов и пром. предприятий от затопления паводковыми водами, а также уменьшения площади затопляемых земель при стр-ве водохранилищ и создания различных водоемов в поймах рек. Д. обвалования могут быть незатопляемыми (перелив воды через гребень недопустим в любых эксплуатац. условиях) и затопляемыми, обеспечивающими защиту обвалованной территории лишь в определ. время года. Стр-во затопляемых дамб сопряжено с необходимостью укрепления откосов и гребня от размыва и устройства в теле дамб регулируемых водопропускных отверстий; полузапруды (буны, шпоры) — сооружения, примыкающие к берегу или продольной дамбе и входящие в русла под углом к оси потока, применяют для плавного сужения русла, защиты берега или продольной дамбы от подмыва, изменения направления течения. Существуют три вида полузапруд: донные — затопляемые при любом уровне воды в реке; меженные — затопляемые в паводок; паводковые — незатопляемые при средних и высоких уровнях воды в реке. Полузапруды подразделяют на короткие и длинные. Короткие наз. шпорами при $l \leq (0{,}25 - 0{,}33)B$, где В — ширина устойчивого русла реки. Для возведения дамб используют те же строит. материалы, что и для возведения плотины. В зависимости от назначения и конструкции применяют разл. способы строит. работ: возведение дамб насухо, гидронамыв и комбинированные.

ДВУХКАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА — система, предназначенная для обслуживания большого числа помещений с разл. тепловлажностным режимом. К каждому помещению или группе сходных по режиму помещений *воздух* подают по двум каналам: по одному — нагретый, по др. — охлажденный. Смешение в нужной пропорции охлажд. и подогретого воздуха осуществляется в смесит. клапане, установл. у каждого помещения. Возможны разл. варианты *установок кондиционирования воздуха*. В одном из вариантов их оборудуют *воздухонагревателем* первого подогрева и *камерой орошения*. Приточные каналы разделяют на два после вентилятора, при этом в канале теплого воздуха устанавливают воздухонагреватель второго подогрева. Охлаждение воздуха в камере орошения осуществляется до темп-ры, соответствующей миним. темп-ре приточного воздуха, к-рая необходима в одном или неск. обслуживаемых помещениях. Для ост. помещений доводка выполняется смешением в клапане холодного воздуха с подогретым. В др. варианте охлаждение воздуха происходит в *воздухоохладителе*, устанавливаемом в канале холодного воздуха. В энергетич. отношении такой вариант предпочтительнее. Возможна обработка воздуха в двух центр. кондиционерах раздельно с последующей подачей отдельно в каналы холодного и теплого воздуха. Используют прямоточные и рециркуляционные схемы.

ДВУХПОТОЧНАЯ СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ — см. *Бифилярная (двухпоточная) система отопления*.

ДВУХСТУПЕНЧАТОГО ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА — система, использующая в *кондиционере* принцип *испарительного охлаждения воздуха*.

ДВУХТРУБНАЯ СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ — обогревательная установка, стояки или ветви к-рой состоят из 2 труб — подающей и обратной. Каждый *отопительный прибор* в такой системе

Автоматизация гидравлического режима и защиты потребителей в ИТП необходима для соблюдения условий, обеспечивающих норм. работу систем отопления: в динамич. режиме — для залива местных систем отопления без разрушения нагреват. приборов и для возможности подачи расчетного расхода воды в местную систему отопления; в статич. режиме — для залива местных систем без разрушения нагреват. приборов.

Если возможно опорожнение систем отопления, в схеме автоматизации ТП добавляется регулятор подпора на обратной линии; схему его включения см. *Регуляторы давления и расхода*. Если возможно разрушение нагреват. приборов, на обратной линии устанавливаются подкачивающие насосы и регулятор подпора (см. *Автоматизация насосных станций*). Если не обеспечен требуемый (расчетный) расход воды в местной системе отопления, то устанавливают подкачивающие насосы на обратной линии или заменяют элеваторы насосами смешения (в ИТП) с применением соответствующей автоматизации.

Автоматизация управления насосами ТП, в к-рых функционируют неск. групп насосов, обеспечивающих работу теплопотребляющих установок, предусматривает: автоматич. включение резервного насоса по импульсу падения давления на нагнетательном трубопроводе рабочего насоса; включение и отключение подпиточного насоса по импульсу уровня в расширит. баке (см. *Автоматизация подпитки*); включение резервного насоса горячего водоснабжения как дополнит. при увеличении расхода воды на горячее водоснабжение (при работе насосов по циркуляц.-повысит. схеме). В группе хоз. насосов (холодного водоснабжения) независимо от их числа и схемы включения осн. рабочий насос включается по импульсу падения давления в холодном водопроводе до насосов. Второй рабочий и резервный насосы (при наличии в группе трех насосов) включаются при увеличении расхода холодной воды.

Автоматизация управления насосами осуществляется с помощью датчиков давления, уровня, темп-р, расхода, к-рые через промежуточные реле управляют с помощью магнитных пускателей электродвигателями насосов. В ТП без пост. обслуживающего персонала управление осуществляется из диспетчерского пункта с помощью средств телемеханизации.

Автоматизация измерения параметров теплоносителя и учета расхода теплоты. Для контроля режимов работы ТП с помощью показывающих и самопишущих приборов осуществляются: измерение темп-ры — в подающем и обратном трубопроводах, на входах и выходах каждой из ступеней водонагревателя горячего водоснабжения, на выходе ТП в систему отопления, обратной воды после водонагревателя отопления, нагреваемого воздуха в системах вентиляции; давления — в подающем и обратном трубопроводах на входе в ТП, в холодном водопроводе, в подающем и циркуляц. трубопроводах горячего водоснабжения, в подающем и обратном трубопроводах системы отопления, на входах и выходах каждой из ступеней водонагревателя горячего водоснабжения, на нагнетательном трубопроводе каждого из насосов; расхода — сетевой воды в ТП, водопроводной воды, горячей и циркуляц. воды в системе горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения, воды на подпитку.

Учет потребляемой теплоты осуществляется установленными в ТП *теплосчетчиками* или комплектами самопишущих приборов измерения темп-р и расхода теплоносителя. Контроль режимов работы ТП, где нет пост. обслуживающего персонала, производится путем измерения осн. параметров из диспетчерского пункта теплоснабжающего предприятия с помощью средств телемеханизации (см. *Телеконтроль и телеуправление теплоснабжением*).

АВТОМАТИЗАЦИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД — применение системы контроля и управления технологическими процессами, происходящ. в водоочистительных сооружениях, полностью или частично обеспечивающей их работу без участия обслуживающего персонала. К контролируемым технологическим параметрам относятся расход сточной воды и реагентов, величина pH, электрич. проводимость, концентрации растворенных органич., минер. и механич. примесей. Осн. автоматизируемыми процессами являются реагентная, ионообменная, электрохимич. и флотац. очистка. Контроль и регулирование расхода сточных вод и раствора реагентов осуществляют с помощью сужающих устройств (диафрагм, труб Вентури и др.), оборудован. вторичными показывающими или записывающими приборами.

Величина pH является одним из осн. параметров автоматич. контроля и регулирования процессов очистки сточных вод, к-рый обеспечивает информацию о степени загрязнения их к-тами и щелочами, во многих случаях определяет скорость и направление хим. реакций. Значения pH измеряют с помощью pH-метров типа pH-220, выпускаемых серийно. Электрич. проводимость, определяемую общим солесодержанием, измеряют кондуктометрич. концентратомерами. К их числу относятся кондуктометры типа АКК-01 и АКК-02, а также специализиров. многопредельные кондуктометрич. анализаторы с автоматич. переключением диапазонов типа АУМ-201, предназнач. для измерения уд. электрич. проводимости сточных вод, загрязненных к-тами, щелочами и солями. Концентрацию растворенных загрязняющих примесей в сточных водах измеряют с использованием потенциометрич., фотометрич., амперометрич. и кондуктометрич. методов контроля.

Для контроля цианидов и шестивалентного хрома существуют сигнализаторы наличия или отсутствия их в сточных водах — СЦ-2 и СХ-2. Эти приборы снабжены устройством электрохим. очистки электродных систем, что позволяет исключить влияние примесей железа, СПАВ и нефтепродуктов, мешающих измерению. Для определения концентрации шестивалентного хрома существует автоматич. фотоколориметрич. концентратомер АХСВ-201, имеющий два диапазона: 0—0,5 мг/л — для очищ. воды и 0—100 мг/л — для загрязненной.

Для контроля и регулирования концентрации ионов натрия, кальция, хлоридов, нитратов и цианидов используют ионоселективные электроды в комплекте с высокоомными преобразователями типа П-215 или П-210. Для определения мутности сточной воды применяют серийно выпускаемые фотометрич. приборы.

При использовании систем автоматического управления (САУ) процессов очистки сточных вод применяют серийно выпускаемые отечеств. пром-стью линейные регуляторы, реализующие пропорциональный, пропорционально-интегральный, пропорционально-интегрально-дифференциальный законы регулирования. В нек-рых случаях дополнительно необходима разработка специализиров. корректирующих устройств.

Основная задача САУ процессов реагентной очистки сточных вод — обеспечение заданного качества очистки путем дозирования необходимых кол-в реагента. Часто применяют систему стабилизации качества очистки воды по отклонению pH от заданного значения.

При применении САУ процессов флотац. очистки сточных вод учитывают тип флотации (напорная, электрич., хим.), состав сточных вод, статич. и динамич. хар-ки процессов флотации. Осн. регулируемым параметром является мутность очищ. воды.

Основными задачами САУ процессов ионообменной очистки сточных вод являются управление последовательностью и длительностью операций; определение момента истощения каждого из ионообменных фильтров и переключение его в режим регенерации; переключение потока обрабатываемой воды на отрегенериров. фильтр; управление процессом регенерации путем поддержания постоянства концентрации регенерац. раствора и отключения его по достижении требуемой

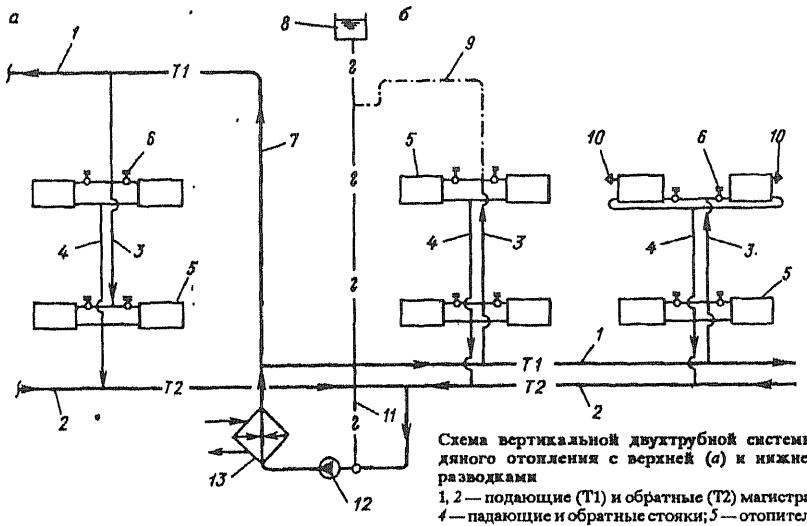
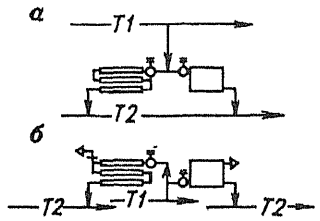


Схема вертикальной двухтрубной системы водяного отопления с верхней (*а*) и нижней (*б*) разводками

1, 2 — подающие (Т1) и обратные (Т2) магистрали; *3, 4* — падающие и обратные стояки; *5* — отопительные приборы; *6* — краны КРД; *7* — главный стояк; *8* — расширительный бак; *9* — воздушная линия; *10* — воздушные краны; *11* — соединительная труба расширительного бака; *12* — циркуляционный насос; *13* — теплообменник



Фрагменты схем горизонтальной двухтрубной системы водяного отопления с верхней (*а*) и нижней (*б*) разводками магистралей

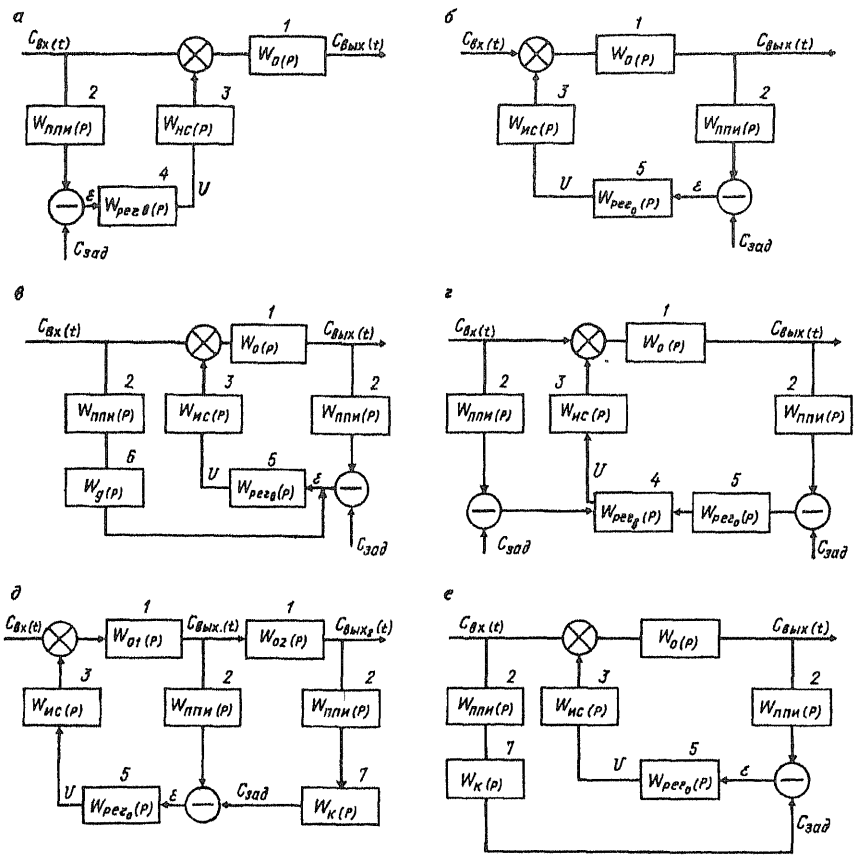
отопления присоединяется к этим трубам отдельно, и *теплоноситель* поступает в него независимо от др. приборов. Поэтому при расчете площади отопит. приборов в Д.с.о. исходят из равенства в них темп-ры теплоносителя. По положению труб, соединяющих отопит. приборы, Д.с.о. может быть вертик. (со стояками) и горизонт. (с ветвями); по положению магистралей — с верхней разводкой (с верхним расположением подающей и нижней прокладкой обратной магистралей) и нижней разводкой (с нижним расположением обеих магистралей). Схемы вертик. Д.с. (водяного отопления) показаны в совмещ. виде применительно к двухэтажному зданию. Слева дана часть системы с верхней разводкой, справа — с нижней, причем левый стояк изображен с централизов. удалением воздуха по *воздушной трубе*, а правый — с местным удалением через *воздушные краны* на отопит. приборах на верхнем этаже.

Д.с. водяного отопления применяется сравнительно редко. Система с верхней разводкой используется при естеств. циркуляции воды (гравитац. система), особенно при *квартирном отоплении*, а также для отопления ж.-д. вагонов. При насосной циркуляции воды эта система сооружалась преимущественно в малоэтажных (2—3 этажа) зданиях во избежание значит. вертик. теплового *разрегулирования системы отопления*. Система с нижней разводкой применяется чаще, особенно при числе этажей более 2—3 и в зданиях, состоящих из разноэтажных частей. При этом исходят из ее преимуществ — меньшего расхода труб и большей вертик. гидравлич. и тепловой устойчивости по сравнению с системой, выполненной с верхней разводкой. Воздушные трубы для централизов. удаления воздуха монтируются только в спец. обосн. случаях, учитывая увеличение при этом расхода труб. Как правило, система имеет воздушные краны в верхних точках стояков. На схеме изображена распростран. т.н. столбовая схема прокладки стояков, при к-рой *подводки к отопительным приборам* присоединяются односторонне. Подающие и обратные стояки при этом прокладываются рядом (подающие всегда справа при взгляде из помещения). При столбовой схеме возможны независимое регулирование и отключение для ремонта обособл. парных стояков. Существует также цепочечная схема прокладки стояков, когда они располагаются разобщенно (по одному между приборами), а подводки присоединяются к приборам с разных сторон. При разностор., особенно диагональном, присоединении труб к *радиаторам* отопительным эти приборы лучше прогреваются, исключаются также *скобы* на стояках для огибания горизонт. подводок.

Горизонт. Д.с.о. устраивается при невозможности использовать *однотрубную систему водяного отопления* и только с попутным движением теплоносителя в ветви (фрагмент системы показан на схеме). Потери давления в приборных узлах должны по возможности повышаться путем, напр., укрупнения приборов и применения змеевиковой формы движения в них воды.

ДЕАЭРАТОР (от де... и греч. *aer* — воздух) — устройство для удаления из воды растворенных газов O_2 и CO_2. В Д. термич. *деаэрация* воды сочетается с ее подогревом. Выделение CO_2 более сложно, т.к. при подогреве воды его кол-во увеличивается из-за разложения бикарбонатов и гидролиза образующихся карбонатов. Д. устанавливают на ТЭС и в р-ных *котельных* для деаэрации *питательной воды*, подаваемой в парогенераторы, и подпиточной воды, подаваемой в *тепловую сеть*. Термич. Д. подразделяют: по назначению — на Д. питат. воды *паровых котлов*, Д. добавочной воды и обратного *конденсата* внеш. потребителей, Д. подпиточной воды тепловых сетей; по давлению греющего пара — на Д. повыш. давления, работающие при давлении 0,6—0,8 МПа (на АЭС — до 1,25 МПа) и используемые в качестве Д. питат. воды на ТЭС и АЭС, атмосферные Д., работающие при давлении 0,12 МПа, вакуумные Д., в к-рых деаэрация происходит при давлении ниже атм. (7,5—50 кПа); по способу обогрева деаэраторов. воды — на Д. смешивающего типа со смешением греющего пара и обогреваемой деаэраторов. воды, применяемые на всех ТЭС и АЭС, Д. перегретой воды с внеш. предварит. нагревом воды отборным паром; по конструктивному выполнению — на Д. с поверхностью контакта, образующейся в процессе движения пара и воды (струйно-барботажные, струйные и пленочного типа с неупорядоч. насадкой), Д. с фиксиров. поверхностью контакта фаз (пленочного типа с упорядоч. насадкой). Д. должны: иметь двухступенчатую схему дегазации воды с паровым барботажем (см. *Барботирование*) в качестве второй ступени деаэрации; а также деаэраторный бак достаточной вместимости; обеспечивать быстрый нагрев воды и соответствующую темп-ру поступающей в Д. воды, а также дробление воды на тонкие струи, пленки, капли для быстрого нагрева от вводимого пара; иметь противоточно-перекрестное движение воды и пара для лучшего перемешивания и *теплообмена*; гарантировать полный и быстрый отвод газов, проходящих через охладитель.

Наибольшее распространение получили Д. струйного типа, с насадкой, струйно-барботажные с внутр. обогревом



Структурные схемы САУ

а — по возмущению; *б* — по отклонению; *в* — с контурами компенсации возмущений; *г* — комбинированные; *д* — с коррекцией заданного значения по входным параметрам; *1* — объект регулирования; *2* — прибор первичной информации; *3* — исполнит. устройство; *4, 5* — регуляторы по возмущению и отклонению; *6* — компенсирующее устройство; *7* — корректирующий регулятор; $W_{O}(p)$; $W_{ппи}(p)$; $W_{ис}(p)$; $W_{рег.в}(p)$; $W_{рег.о}(p)$; $W_{д}(p)$; $W_{л}(p)$ — передаточные функции объекта управления, прибора первичной информации, исполнит. звеньев, регуляторов по возмущению и отклонению, дифференциатора, корректирующего регулятора; $C_{вх}(t)$, $C_{вых}(t)$ — концентрации загрязнений на входе и выходе объекта управления; $C_{зад}$ — заданное значение концентрации; $C = C_{вых} - C_{зад}$; V — управляющее воздействие

степени регенерации; управление процессом отмывки фильтров от регенерац. раствора путем отключения подачи отмывочной воды по окончании процесса отмывки.

Кроме того, в схеме управления процессом ионообменной очистки должно быть предусмотрено переключение потока исходной сточной воды при повышении солесодержания до концентрации, исключающей ее подачу на ионообменную очистку, на установку реагентной очистки элюатов.

САУ процессов физ.-хим. очистки обеспечивают надежность работы очистных установок в сложных динамич. режимах и служат основой для решения задач синтеза оптим. энерго- и ресурсосберегающих автоматизиров. хим.-технологич. систем очистки сточных вод.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕМ (АСДУЦТ) — это совокупность устройств телемеханики, средств связи и вычислит. техники для обеспечения согласов. работы звеньев системы централизов. теплоснабжения, предупреждения и обнаружения аварийных ситуаций, достижения высоких технико-экономич. показателей.

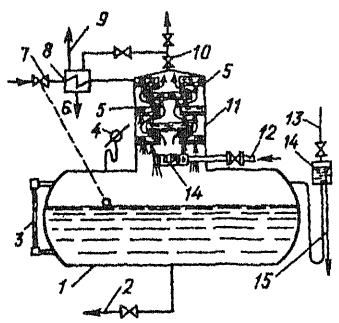
Осн. функциями АСДУЦТ являются: диагностика состояния тепловых сетей и оборудования; обнаружение отказов и аварийных ситуаций; принятие решений о локализации аварийных ситуаций и способах их ликвидации, а также о резервных переключениях в системе; переводы системы с одного режима на другой; контроль и ведение выбранных режимов, взаимодействие с АСУ технологич. процессами и оперативным персоналом на местах; учет отпускаемой и потребляемой тепловой энергии.

Управление в АСДУЦТ представляет собой решение о выборе наилучшего варианта из множества возможных альтернатив. При этом отд. альтернативы являются разл. рода переключениями в тепловой сети, насосных станциях, *центральных* или *индивидуальных тепловых пунктах*, осуществляемыми персоналом р-нов и служб тепловой сети. При этом осуществляется перестройка технологич. схемы или структуры системы ЦТ, чем достигается требуемое изменение теплового и гидравлич. режимов работы звеньев ЦТ. Если выбор вариантов целей управления в изменяющейся ситуации практически не поддается формализации, то после того как этот выбор сделан диспетчером, решение конкретных задач в рамках перечисл. функций может быть формализовано и реализовано автоматически с помощью ЭВМ с применением определенных методов. Для решения задач диагностики и обнаружения аварий наиболее эффективны методы распознавания образов и обнаружения стохастических сигналов. Задачи о локализации аварийных ситуаций и способах их ликвидации — типичный класс задач о выборе вариантов с хорошо формализуемым критерием сравнения. К подобному классу задач относится и принятие решений о резервных переключениях в системе. При этом должны быть разработаны предварит. программы переключений и алгоритмы управления с учетом реальных условий, влияющих на выбор режима. Наиболее сложными и трудно формализуемыми задачами являются контроль и ведение выбранных режимов при взаимодействии диспетчера с АСДУЦТ. Здесь может возникать множество непредвид. обстоятельств, возмущающих режимы всей системы в целом или отдельных ее частей. Трудности выявления причин нарушения режимов и выбора наилучших альтернатив заставляют прибегать к методам экспертных систем и ситуационного управления.

Важнейшей особенностью АСДУЦТ является развитая система телемеханизации, информация с к-рой через средства связи вводится в персональную ЭВМ (см. *Телеконтроль и телеуправление теплоснабжением*). Средства алгоритм. поддержки объединены по используемым методам и математич. аппарату в три осн. блока: блок экспертной системы (БЭС), где решаются все неформализуемые задачи; блок математич. моделирования (БММ) и блок критериальных расчетов (БКР), в к-рых решаются все формализов. задачи.

Обмен информацией диспетчера с ЭВМ реализуется через спец. диалоговую систему (ДС), являющуюся центр. звеном разработки АСДУЦТ. От того, насколько удачно решена задача построения ДС, в значит. мере зависит конечный результат внедрения АСДУЦТ — повышение надежности и экономичности системы ЦТ.

воды паром постоянного давления 0,6—0,8 МПа. Эти Д. являются одновременно регенеративными подогревателями смешивающего типа. Д. струйного типа состоит из бака и деаэрац. колонки, в к-рой установлены тарелки. Греющий пар подается в нижнюю часть колонки через горизонт. коллектор — парораспределитель с отверстиями. Выделяемые из воды газы вместе с небольшой несконденсиров. частью пара (выпаром) поднимаются и в виде паровоздушной смеси удаляются из колонки через центр. штуцер в верхней ее части. Деаэрация воды обеспечивается ее нагревом до кипения и выделением при этом пара с выпаром в кол-ве не менее 1,5—3 кг на 1 т деаэриров. воды. Д. смешивающего типа снабжают охладителями паровоздушной смеси (выпара), включенными на трубопроводе подвода деаэрируемой воды. В охладителе выпара пар конденсируется и его конденсат возвращается в Д.; воздух удаляется в атмосферу непосредственно, если в Д. поддерживается избыточное давление, или через паровоздушный *эжектор*, если Д. вакуумный. Деаэриров. вода собирается под деаэрац. колонкой в деаэраторном (аккумулирующем) баке цилиндрич. формы. Д. струйного типа наряду с известными преимуществами (простота конструкции, малое паровое сопротивление аппарата) имеют сравнительно низкую интенсивность деаэрации воды на единицу длины струи. Рост произ-сти установок приводит к значит. увеличению высоты колонки (до 4 м и более), вследствие чего требуется соответствующее помещение для ее размещения и затрудняются обслуживание и ремонт Д. Наиболее эффективны струйно-барботажные Д. Деаэрация воды в них осуществляется по двухступенчатой схеме. 1-я ступень состоит из двух (верхней и перепускной) дырчатых тарелок и пространства между ними, в к-ром образуется водяная завеса для контакта с паром. 2-я ступень — барботажное устройство, состоящее из двух кольцевых перфориров. зон, огранич. снизу равновысокими кольцевыми перегородками. После обработки в барботажном устройстве вода через гидрозатвор сливается в деаэраторный бак. В зависимости от типа ТЭЦ и предназначения Д. применяют различные схемы его присоединения к отборам турбины.



Атмосферный деаэратор
1 — бак (аккумулятор); *2* — выпуск питательной воды из бака; *3* — водоуказательное стекло; *4* — манометр; *5* — тарелки; *6* — спуск воды в дренажный бак; *7* — автоматический регулятор подачи химически очищенной воды; *8* — охладитель пара; *9* — выпуск пара в атмосферу; *10* — трубы; *11* — деаэраторная колонка; *12* — парораспределитель; *13* — впуск воды в гидравлический затвор; *14* — гидравлический затвор; *15* — выпуск лишней воды из гидравлического затвора

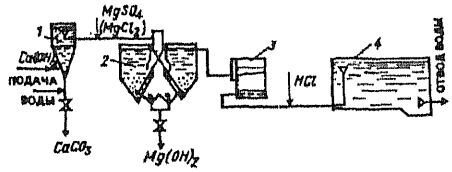
На ТЭЦ обычно применяют двухступенчатую деаэрацию воды. Первой ступенью является атм. Д., работающий на паре регенеративного отбора турбины, после к-рого добавочная вода направляется в линию основного конденсата; второй — Д. питат. воды. Для защиты Д. устанавливают предохранит. клапаны (при повышении давления) и гидрозатвор (при понижении давления). Для предотвращения вскипания воды на входе в питат. насосы при снижении давления Д. устанавливают на высоте не менее 7 м над насосом. Процесс деаэрации автоматизируют для поддержания необходимой темп-ры и уровня воды в деаэраторном баке при перем. режиме работы. Тепловой расчет Д. включает составление и решение у-ний матер. и теплового баланса.

ДЕАЭРАЦИЯ — процесс удаления растворенных в *воде* коррозионно-активных газов (кислород, свободный диоксид углерода, аммиак, азот и др.), к-рые, выделяясь в парогенераторе и трубопроводах *тепловой сети*, вызывают *коррозию металла*, что снижает надежность их работы. Продукты коррозии, попадая с *питательной водой* в котел, способствуют нарушению циркуляции, что приводит к пережогу труб *котлоагрегата*. Скорость коррозии пропорциональна концентрации газов в воде. Наиболее распространена термич. Д. воды, основ. на использовании закона Генри — закона растворимости газов в жидкости, согласно к-рому массовое кол-во газа, раствор. в единице объема воды, прямо пропорционально парциальному давлению в изотермич. условиях. Растворимость газов с повышением темп-ры снижается и для любого давления при темп-ре кипения равна нулю. При термич. Д. процессы выделения свободной углекты и разложения бикарбоната натрия взаимосвязаны. Процесс разложения бикарбоната натрия наиболее интенсивен при повышении темп-ры, большей продолжит. пребывания воды в *деаэраторе*, и удалении из воды свободной углек-ты. Для *эффективности процесса необходимо* обеспечить непрерывный отвод из деаэриров. воды в паровое пространство свободной углек-ты и подачу пара, свободного от растворенного CO_2, а также интенсифицировать удаление из деаэратора выделившихся газов, в том числе углек-ты.

ДЕЖУРНОЕ ОТОПЛЕНИЕ — обогревание помещений с перем. *тепловым режимом здания* в нерабочий период суток или в дни отдыха и праздников при пониж. темп.-ре воздуха (до 5°С в произв. зданиях, 10—12°С — в гражданских). Д.о. осуществляется путем частичного использования осн. системы отопления или отд. отопит. установками, включаемыми только в нерабочее время; путем переключения установок приточной системы вентиляции на рециркуляц. режим работы (если полная *рециркуляция* воздуха не противоречит требованиям гигиены, пожаро- и взрывобезопасности помещений). Тепловая мощность Д.о. определяется в соответствии с *теплопотерями помещений* при пониж. темп-ре воздуха в них. При расчетной темп-ре наружного воздуха в данной местности выше -5°С Д.о. зданий обычно не предусматривается.

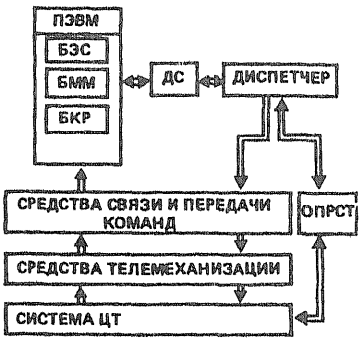
ДЕЙСТВИТЕЛЬНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ АЭРОСМЕСИ — концентрация твердых частиц в потоке *воздуха*, определенная с учетом разницы скоростей движения воздуха и материала в системе *пневматического транспорта*.

ДЕФТОРИРОВАНИЕ ВОДЫ — способ обработки питьевой воды при содержании в ней фтора более 1,5 мг/л в целях предотвращения заболевания флюорозом. Д.в. можно осуществлять методом сорбции фтора взвешенным осадком гидроксида алюминия, магния или фосфата кальция. Сорбцию целесообразно



Установка дефторирования воды сорбцией свежеобразованным гидроксидом магния
1 — вихревой смеситель; *2* — осветлитель со взвешенным осадком; *3* — скорый фильтр; *4* — резервуар чистой воды

применять при обработке поверхностных вод, когда кроме Д.в. необходимы ее осветление и обесцвечивание. Дефторирование подземных вод применяют при необходимости их одновременного реагентного умягчения; Д.в. можно осуществить ее фильтрованием через фторселективные сорбенты, при к-ром происходит обменная реакция фтора и ионами сорбента. Оно наиболее эффективно при обработке под-



Структурная схема автоматизированной системы диспетчерского управления централизованным теплоснабжением

Сбор информации и выработка команд управления осуществляются в диспетчерских пунктах (ДП). Различают след. виды диспетчерских пунктов: объединенный жилого микрорайона, систем инженерного обеспечения пром. предприятий, центральный энергосистемы, центральный и районные (при двухступенчатом диспетчерском управлении теплоснабжением) теплоэнергетич. предприятия города (см. *Автоматизация систем теплоснабжения*). Передача информации и команд управления между ДП и технологич. звеньями системы ЦТ производится по телефонной или спец. проводной связи или радиосвязи.

В объединенном ДП жилого микрорайона осуществляются: контроль параметров *теплоносителя* (давлений, темпр, расходов) в групповых и *местных тепловых пунктах*; контроль за работой инженерного оборудования систем зданий (водоснабжение, электроснабжения и пр.); громкоговорящая связь с подъездами домов; передача информации о параметрах теплоносителя в микрорайоне на центр. или р-ный ДП.

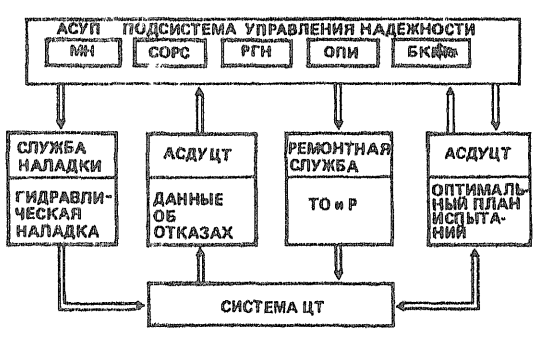
Назначением ДП систем инженерного обеспечения пром. предприятия является контроль за инженерными *системами* (*отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, водоснабжения*, паро- и холодоснабжения, подачи сжатого воздуха, освещения, энергоснабжения технологич. оборудования и пр.). Информация о параметрах теплоносителя на тепловых вводах в пром. предприятие передается в центр. ДП.

На основе информации, получ. от метеорологич. службы (метеопунктов) и от диспетчера энергосистемы, в центр. ДП вырабатываются исполнит. команды для теплового источника, насосных станций тепловых сетей, для отд. групп зданий (в системах теплоснабжения с групповыми тепловыми пунктами) или для отд. зданий (в системах с местными тепловыми пунктами). Отсюда передаются информация о режиме работы системы ЦТ диспетчеру энергосистемы (в том случае, когда источники теплоснабжения теплоэлектроцентрали) и команды управления в р-ные ДП и технологич. звенья системы ЦТ.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ (АСУПЦТ) — совокупность административных, организац., экономико-математич. методов и технич. средств (вычислит. техники, оргтехники и др.), предназнач. для упорядочения и совершенствования произв. деятельности теплоснабжающего предприятия. Решает задачи прогнозирования, учета и контроля, регулирования и планирования производств. и финансовой деятельности предприятия. Имеет ряд подсистем, в т.ч. подсистемы управления развитием, осн. произ-вом, технич. эксплуатацией и ремонтом осн. фондов, материально-технич. и финансовыми ресурсами, кадрами, реализацией продукции и др. Специфика АСУПЦТ — решение задач, непосредственно сопрягающихся с задачами АСУ технологич. процессов и *автоматизированной системой диспетчерского управления централизованным теплоснабжением* (АСДУЦТ): планирование потребной городу теплоты на месяц, год; планирование и выполнение технич. обслуживания и ремонтов *тепловых сетей* и оборудования; планирование и выполнение работ по наладке *гидравлических режимов тепловых сетей*; планирование и проведение гидравлич. тепловых испытаний сетей. Этот комплекс задач образует подсистему управления надежностью и системы *централизованного теплоснабжения*. Из перечисл. задач важное место занимают планирование и проведение технич. обслуживания и ремонта. Это объясняется тем, что при сложившейся практике эксплуатации тепловых сетей обслуживание и ремонты проводятся в строгой последовательности от границы с тепловым источником до мест подключения абонентов. Из-за ограниченности трудовых ресурсов период восстановления неисправных сетей удлиняется, что снижает надежность системы централиз. теплоснабжения. Кроме того, она снижается и из-за того, что при жестко регламентиров. последовательности ремонтов зачастую заменяются трубы и арматура, находящиеся в исправном состоянии. Отсюда важной задачей АСУПЦТ является обоснование уд. веса восстанавливаемой части системы и определение перечня конкретных участков тепловых сетей и единиц оборудования, подлежащих ремонту или замене до отказа системы. Решение этой задачи требует синтезирования стратегий ремонтов, в основе к-рых лежат спец. модели надежности, позволяющие прогнозировать возможные отказы в осн. элементах системы. При этом выбытие и восстановление сетей и оборудования моделируются как дискретный марковский случайный процесс с восстановлением, а сами модели "обучаются" по реально возникающим отказам, фиксируемым в автоматизиров. системе диспетчерского управления. Синтезируемые стратегии технич. обслуживания и ремонта минимизируют вероятности появления отказов и затраты на проведение работ. Отыскание таких оптим. ремонтных стратегий — первый этап общей задачи. На втором этапе методами теории расписаний решается задача календарного планирования реализаций этих работ в межотопит. период.

Планирование наладочных работ на тепловой сети основано на использовании моделей гидравлич. режима, и эта задача АСУПЦТ уже достаточно хорошо разработана. Ее результатом являются координаты соответствующих тепловых пунктов и хар-ки наладочных элементов (*дросселирующих шайб*, сопел *элеваторов*, *арматуры на трубопроводах*).

Планирование и проведение гидравлич. и тепловых испытаний тепловых сетей на повыш. параметры — важнейшая задача АСУПЦТ. Ее решение позволяет устранить неопределенности в моделях надежности. Для этого в критерии оптимизации плана проведения испытаний должны учитываться состояние системы и кол-во информации,



Блок-схема подсистемы управления надежностью

МН — модели надежности; СОРС — синтез оптимальных ремонтных стратегий; РГН — расчеты по наладке гидравлического режима; ОПИ — оптимизация планов испытаний; БКПР — блок календарного планирования ремонтов; ТОиР — техническое обслуживание и ремонты

земных вод, как правило, не нуждающихся в др. видах кондиционирования, или когда одновременно с Д.в. необходимо ее опреснение. Фильтрование воды через полупроницаемые мембраны (обратный осмос), задерживающие фтор-ионы и пропускающие молекулы воды, также можно применять для Д.в.

Технологич. схема Д.в. методом сорбции предусматривает смеситель, осветлитель со слоем взвешенного осадка или тонкослойный отстойник со встроенной камерой хлопьеобразования и скорый осветлит. фильтр. При применении для Д.в. метода фильтрования используют фильтров. аппараты с модифициров. зернистой загрузкой или активиров. оксидом алюминия либо фильтры с сильноосновными анионами. В качестве обратноосмотич. установок Д.в. могут использоваться аппараты фильтр-прессового, трубчатого и рулонного типов, а также аппараты с полыми волокнами.

ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ СИСТЕМА ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ — система водоснабжения, в к-рой установки по приготовлению горячей воды находятся в непосредств. близости от мест ее потребления. Децентрализ. (местное) горячее водоснабжение применяют в тех случаях, когда экономически нецелесообразно сооружение централизов. *системы горячего водоснабжения*, — при небольшой плотности тепловых нагрузок в сельских нас. пунктах и т.п. Кроме того, децентрализ. горячее водоснабжение применяют в бытовых помещениях производств. зданий при числе душевых сеток менее 5. Достоинствами децентрализов. горячего водоснабжения являются меньшие по сравнению с централизов. единоврем. капит. вложения, возможность вводить в работу оборудование по мере роста потребления; недостатками — перерасход топлива из-за низкого кпд мелких установок (исключая газовые водонагреватели), невозможность использования низкопотенц. теплоты от ТЭЦ, большая затрата труда и времени населения.

Д.с.г.в. подразделяют на системы горячего водоснабжения жилых домов, коммун. объектов и бытовых помещений пром. зданий. В жилых домах приготовление горячей воды на хоз.-бытовые нужды может быть совмещено с приготовлением *теплоносителя* для *системы отопления*. В этом случае источником горячей воды служит серийный двухфункцион. аппарат тепловой мощностью 17,5—23,2 кВт, работающий на разл. видах *твердого топлива*. Базовый среди них АВТ-17,5, предназнач. для отопления и горячего водоснабжения жилого дома с отапливаемой площадью до 80 м^2. Конструкция топочного устройства позволяет сжигать твердое топливо в толстом слое, единоврем. загрузка его около 30 кг (на 6—8 ч непрерывной работы). Аппарат состоит из 2 цилиндрич. резервуаров, размещ. один в другом. Внутр. резервуар присоединяют к системе отопления, внеш. используют для горячего водоснабжения. Вода для него получает теплоту от радиационных поверхностей в топочной части аппарата и через смежные поверхности нагрева, разделяющие теплоносители обеих систем.

В жилых домах для приготовления горячей воды широко используют *газовые водонагреватели* и водогрейные колонки, топки к-рых предназначены для сжигания дров, торфяных брикетов, угля. Кпд водогрейных колонок невысок.

Приготовление горячей воды для душевых установок бытовых помещений производств. зданий осуществляется индивид. скоростными и емкостными *водо-водяными* или *пароводяными подогревателями*.

ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ состоит из источника теплоты, к-рый совмещен с нагревательным прибором потребителя или соединен с ним внутр. *тепловыми сетями*. Т.о., осн. признак Д.с.т. — отсутствие внеш. тепловых сетей. Д.с.т. обеспечивает *теплотой* помещение, квартиру или здание. Большие здания имеют развитые внутр. тепловые сети, к-рые наз. *системами отопления*. Т.к. *система теплоснабжения* небольшой группы зданий мало отличается от системы отопления одного здания, в энергетике к децентрализов. относят системы с тепловой мощностью менее 50 МВт. Д.с.т. делятся на две группы: 1) системы, у к-рых источник теплоты соединен с приемниками (нагреват. приборами, *калориферами*, водоразборной арматурой и пр.), внутр. тепловыми сетями (системы отопления, *вентиляции* и местные *системы горячего водоснабжения*); 2) системы, у к-рых источник теплоты и нагреват. поверхности объединены в одном агрегате (*отопительные печи*, теплогенераторы).

Значит. распространение получили поквартирные системы отопления и системы, обеспечивающие отопление и горячее водоснабжение квартиры. В качестве источника теплоты используют малые чугунные котлы, автоматич. газовые водонагреватели и двухфункциональные теплогенераторы на *твердом топливе*.

Децентрализов. системы первого типа находят применение в городах и сельской местности, второго типа — в малых нас. пунктах.

ДЖОУЛЯ — ЛЕНЦА ЗАКОН — закон, характеризующий тепловое действие электрич. тока. Согласно этому закону кол-во теплоты, выделяющейся в проводнике при прохождении по нему пост. электрич. тока, зависит от силы тока, сопротивления проводника и времени прохождения тока. Назван по именам англ. физика Дж.П. Джоуля (1818—1889) и рус. физика Э.Х. Ленца (1804—1865). По Д. — Л.з. устанавливают тепловую мощность (в ваттах) *электроприбора отопительного* с прямым преобразованием электроэнергии в теплоту исходя из активного сопротивления проводника. Активное сопротивление провода или кабеля обратно пропорционально площади поперечного сечения и прямо пропорционально длине и уд. электрич. сопротивлению, к-рое возрастает по мере повышения темп-ры проводника.

ДИАГРАММА *I—d* ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА — графич. изображение возможных сочетаний свойств влажного *воздуха*, связывающее все параметры, определяющие его тепловлажностное состояние. Диаграмма *I—d* разработана в 1918 Л.К.Рамзиным. Д.в.в. применяют для определения параметров воздуха: $t_в$ — темп-ры, $t_м$ — *температуры мокрого термометра*, $t_р$ — *точки росы*, $I_в$ — уд. энтальпии, $d_в$ — влагосодержания, $\varphi_в$ — относительной влажности воздуха, $P_в$ — парциального давления водяных паров и $P_н$ — то же, при полном насыщении. На Д.в.в. строят кривые изменения тепловлажностного состояния воздуха при его обработке в вентиляц. камере и

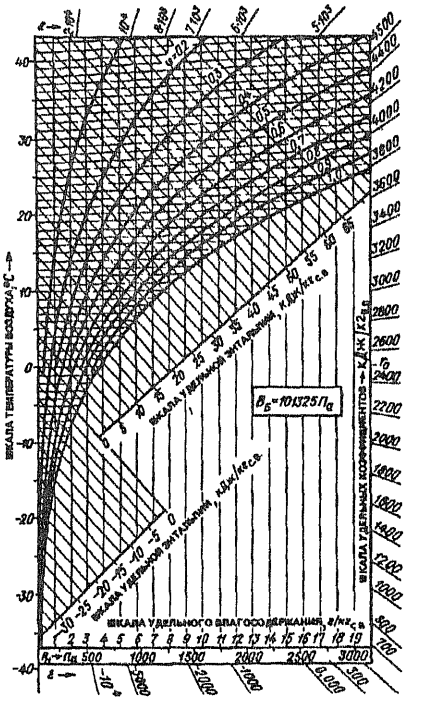


Диаграмма *I—d* влажного воздуха

получ. в результате его проведения. Для реализации оптим. плана испытаний, к-рые можно рассматривать как активный эксперимент в "ускоренном времени", используется автоматизир. система диспетчерского управления, где воспроизводятся все оптим. испытат. режимы.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ И ВОЗДУШНЫМ РЕЖИМАМИ ЗДАНИЯ — система устройств, включающая технич. средства, обеспечивающие автоматич. сбор информации о параметрах теплового и воздушного режимов здания и наружного климата, переработку полученной информации и выработку на этой основе управляющих воздействий. Использование АСУ позволяет повысить устойчивость параметров микроклимата и сократить расход энергоресурсов на их поддержание. Логическую основу АСУ составляет *математическую модель теплового и воздушного режимов здания*, реализуемая на мини-ЭВМ. С учетом измеренных значений параметров расчеты на ЭВМ позволяют периодически воспроизводить тепловой и воздушный режимы в здании и, ориентируясь по ним, вырабатывать рекомендации по энергоэкономичным режимам работы *систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха*. Технич. оснащение АСУ т.в.р.з. состоит из след. частей: измерит. комплекса, включающего датчики для измерения параметров микроклимата, наружного климата и систем отопления и вентиляции, сигнализаторов предельных значений и индикаторов положения исполнит. органов регуляторов, установл. на оборудовании систем, устройств для преобразования аналоговых измерителей в цифровые; управляющего вычислит. комплекса, включающего в себя коммутатор, передающий информацию в ЭВМ, линию связи отд. частей системы, мини-ЭВМ с набором управляющих программ и пульт управления; исполнит. части в виде устройств для регулирования мощности аппаратов систем отопления и вентиляции. Наблюдаемые параметры периодически передаются в управляющий комплекс и запоминаются в памяти ЭВМ. С учетом измеренных параметров наружной и внутр. среды в ЭВМ на основе математич. модели теплового и воздушного режимов проводится расчет требуемых (оптимальных) параметров систем отопления и вентиляции. Вычисл. параметры сравниваются с измеренными, в результате вырабатываются управляющие сигналы, передаваемые на исполнит. механизм регуляторов систем. Оператор, находящийся у пульта управления, может получать информацию о поведении отд. частей систем и состоянии внутр. среды в помещениях здания и вмешиваться в работу систем.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ (АСУТПГ) — человеко-машинный комплекс в основе технич., программного, информац. и организац. обеспечений, осуществляющий высокий уровень управления разветвл. газовым хвом. Технич. обеспечение состоит из специализиров. комплекса на базе ЭВМ, модулей устройств связи с объектами и системы телемеханики (см. *Телемеханизация систем газоснабжения*). Комплекс технич. средств может функционировать в двух режимах: комплексном — совместная работа специализиров. комплекса и системы телемеханики; автономном — независимая работа комплекса и системы телемеханики, выполняющей информац., управляющие и вспомогат. функции. Информац. обеспечение подразделяется на внутримашинное (информац. база данных; комплекс программ управления информац. базой данных) и внемашинное (технико-экономич. информация; системы классификации, кодирования и организации введения, хранения и внесения изменений в документиров. информацию; входные и выходные данные). К информац. ф-циям относятся: сбор, первичная обработка и хранение информации о гидравлич. режиме газовых сетей (режимы давлений, потребления и подачи газа); расчет по спец. программам необходимых технологич. режимов и определение отклонения требуемых значений параметров от измер.; расчет технологич. показателей распределения и интегр. показателей потребления, определение их отклонений от лимита *газоснабжения*; обнаружение крупных утечек газа в сетях высокого и среднего давлений. Управляющие ф-ции: управление гидравлич. режимами газовых сетей на базе расчета потокораспределения, обеспечивающего установление миним. необходимого давления газа перед *газорегуляторными пунктами* (*ГРП*) и *газорегуляторными установками* (*ГРУ*); управление распределением ресурсов природного газа, соответствующих плановым лимитам газа, отпускаемым городу, в целях минимизации ущерба от недоподачи газа коммунально-бытовым и пром. потребителям; управление регуляторами давления газа с целью поддержания его перед горелками потребителей, близким к номин. значению. К вспомогат. ф-циям относится контроль состояния технич. средств системы.

Для реализации ф-ций АСУТПГ необходимо как общее, так и спец. программное обеспечение. Общее состоит из операц. системы и набора стандартных подпрограмм, позволяющих получать загрузочные модули в спец. программном обеспечении; спец. — из комплекса программ для выполнения ф-ций АСУТПГ. Организац. обеспечение включает инструкции, регламентирующие обязанности, права и ответственность персонала подразделений, входящих в контур управления АСУ, а также технологич. и эксплуатац. инструкции. Система АСУТПГ может функционировать в двух режимах: автоматич. и оперативном. В первом работа ведется управляющей программой, к-рая предусматривает опрос всех контрольных пунктов в целях получения полной информации. Оперативный режим позволяет диспетчеру вести опрос любого из них. АСУТПГ охватывает наиболее важные элементы системы газоснабжения, к-рые оборудуются контрольными пунктами: газораспределит. станции, газораспределит. пункты, питающие сети высокого, среднего и низкого давлений и отд. потребителей, а также потребителей, имеющих режим работы или резервное топливное хозяйство. В средства управления и регулирования АСУТПГ входят *исполнительные механизмы*, управляющие запорными устройствами — задвижками с электроприводом или предохранит. клапанами с дистанц. управлением, а также устройства дистанц. управления настройкой регуляторов давления.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ (АСУТПЦТ) — система управления, предназначенная для оперативного определения и реализации технологич. режимов, обеспечивающих качеств. теплоснабжение потребителей при миним. затратах материальных, энергетич. и трудовых ресурсов. АСУТПЦТ включает взаимосвяз. локальные контуры управления отд. технологич. звеньями и контур централизов. контроля и управления. Благодаря связи локальных и централиз. контуров локальная автоматика отрабатывает местные возмущения с учетом централизов. стратегий. Структура АСУТПЦТ определяется составом охватываемого автоматизацией оборудования и реализуемыми системой функциями. В зависимости от последних различают 3 типа АСУТПЦТ: информац., информационно-советующий и управляющий. АСУ 1-го типа являются базовыми системами управления, т.к. реализуемые ими ф-ции входят в состав АСУТПЦТ информационно-советующего и управляющего типов. Осн. ф-ции систем информац. типа состоят: в централизов. контроле параметров технологич. процесса, к-рый в зависимости от важности контролируемого параметра и вероятности его отклонения может осуществляться путем сигнализации, индивид. контроля, контроля по вызову и массового контроля; в поддержании технологич. параметров на заданном уровне путем дистанц. управле-

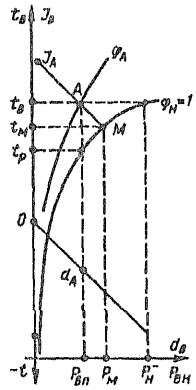
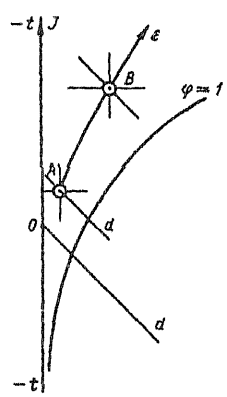


Схема определения параметров влажного воздуха

$t_в$ — температура воздуха; $t_м$ — температура мокрого термометра; $t_р$ — точка росы; $I_в$ — удельная энтальпия; $d_в$ — удельное влагосодержание; $\alpha_в$ — относит. влажность; $P_{в.п}$ — парциальное давление водяных паров; $P_н$ — то же, при полном насыщении при $t_в$; $P_м$ — то же, при $t_м$

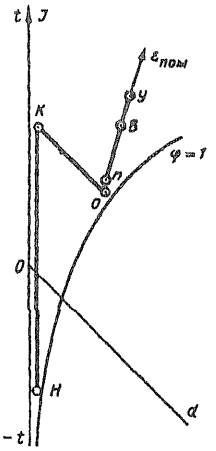
кондиционере, а также в результате процессов, происходящих в вентилируемых и кондиционируемых помещениях.

Д.в.в. представляет систему косоугольных координат, к-рые позволили расширить область ненасыщ. влажного воздуха. По оси ординат отложены две тепловые хар-ки — уд. энтальпия и темпра воздуха. Для сухого воздуха они связаны через уд. теплоемкость зависимостью $I_{с.в} = C_в t_в$. Поэтому две шкалы оси ординат четко связаны одна с др. На оси абсцисс, образующей с осью ординат угол 135°, размещена шкала влагосодержания влажного воздуха. Поле Д.в.в. разбито линиями постоянных I, t и d. Линии пост. темп-ры построены с использованием осн. ур-ния для уд. энтальпии $I_в = C_в t_в + (r_0 + C_{в.п} t_в) d_в \cdot 10^{-3}$, где $C_в$, $C_{в.п}$ — уд. теплоемкость соответственно сухой части воздуха и водяных паров; r_0 — уд. величина скрытой теплоты испарения влаги при темп-ре 0°С; 10^{-3} — поправка на несовпадение размерности (принято $d_в$, г/кг).



Простейший (политропный) процесс изменения состояния воздуха

точки A и B — начало и конец процесса; ε — угловой коэффициент луча процесса



Пример построения на диаграмме сложного процесса изменения состояния влажного воздуха (вентиляц. процесс для холодного периода года)

$\varepsilon_{пом}$ — угловой коэфф. луча процесса в вентилируемом помещении

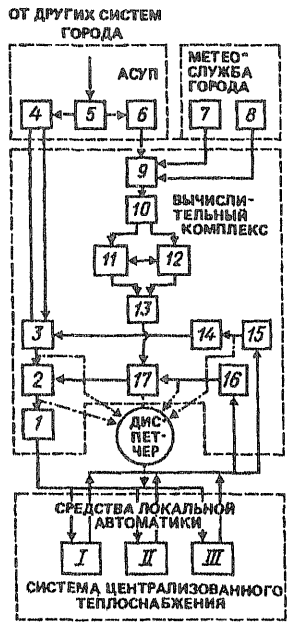
Зону, ненасыщ. водяными парами воздуха, на Д.в.в. ограничивает линия полного насыщения ($\varphi = 1$ или 100%). Она построена по эксперимен. зависимостям давления водяного пара от темп-ры и барометрич. давления воздуха. Для каждого значения последнего (расчетное значение его известно для каждого р-на) строят свою Д.в.в. Линии относит. влажности воздуха строят, используя ур-ние, получ. из закона Клайперона—Менделеева, $d_в = 623(\varphi_в P_н / B - \varphi_в P_к)$, где 623 — числ. коэфф. — соотношение молекулярных масс водяных паров и сухого воздуха, умнож. на 10^3.

Определение хар-к влажного воздуха в произвольной точке Д.в.в. показано на схеме. Процесс изменения *тепловлажностного состояния воздуха* обозначается на Д.в.в. отрезком прямой, начинающимся в точке с нач. параметрами и заканчивающимся с конечными параметрами. Простейшие изображаемые отрезком процессы изменения состояния воздуха: *нагрев воздуха, охлаждение воздуха сухое* (до $\varphi \le \varphi_н = 1$), *увлажнение воздуха паром, увлажнение воздуха адиабатное, осушка воздуха сорбционная, смешение воздуха* и *политропный процесс* изменения состояния влажного воздуха. Хар-кой процесса изменения состояния воздуха является угловой коэфф. *луча процесса* изменения состояния воздуха (луч, проведенный из точки A через точку B, — синоним тангенса угла наклона прямой в прямоугольной системе координат). Он определяется по ф-ле $\varepsilon = (I_B - I_B) / (d_A - d_A) \cdot 10^3$.

Диапазон изменения углового коэфф. от + ∞ до нуля и от нуля до - ∞ , как у тангенса. У многих Д.в.в. по краю нанесена шкала угловых коэфф. Изменение состояния воздуха характеризуется двумя или более простыми процессами. Напр., вентиляц. процесс в холодный период года состоит из: нагрева наружного воздуха H до темп-ры в точке K (выход из *калорифера*); адиабатного увлажнения воздуха до состояния в точке O (выход из оросит. камеры); нагрева воздуха в системе *вентиляции* до состояния в точке $П$ (приток в помещение); политропного процесса в помещении (параметры внутр. воздуха в точке B и воздуха, уходящего из помещения в точке $У$).

ДИАФРАГМА — диск с отверстием, вставляемый в *трубопровод* или *воздуховод* в качестве сужающего устройства. Применяется при измерении расхода жидкости, пара, воздуха или газа, протекающих по трубе или воздуховоду.

ДИНАМИКА ДАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ — изменение гидравлич. давления в *системе водяного отопления* при циркуляции *теплоносителя*, связанное с совместным действием *циркуляционного насоса* и естеств. циркуляц. давления (в насосной системе отопления) или только естеств. циркуляц. давления (в *гравитационном отоплении*). Изменение гидравлич. давления рассматривается для того, чтобы выявить в системе отопления места с чрезмерно низким или высоким давлением, в к-рых возможно нарушение циркуляции воды или разрушение отд. элементов. Гидравлич. давление в каждой точке замкнутых циркуляц. колец системы отопления непрерывно изменяется в течение *отопительного сезона* вследствие непостоянства плотности воды и циркуляц. давления. Исходное давление принимается равным гидростатич. в каждой точке системы в состоянии покоя. Наибольшие изменения давления в системе происходят при циркуляции макс. кол-ва воды, темпра к-рой достигает предельного значения при расчетной темп-ре наружного воздуха. Сравнивая крайние значения давления при этих двух гидравлич. режимах, можно судить о Д.д. в каждой точке системы отопления в течение отопит. сезона. Д.д. рассматривается как в обособл. или изолиров. от наружных *теплопроводов* системе водяного отопления (имеющей собств. *бак расширительный*), так и в системе, присоедин. к наружным теплопроводам по зависимой схеме (без бака расширит.). Для анализа Д.д. используется графоа-



Функциональная структурная схема централизованного теплоснабжения (вариант)

I — источники теплоты; *II* — тепловая сеть (насосные станции, магистральные камеры); *III* — тепловые пункты потребителей

ния или локального автоматич. регулирования (см. *Автоматизация систем теплоснабжения*); в локальной защите оборудования от аварий; в вычислении комплексных технико-экономич. показателей; в оперативной связи с вышестоящими системами управления. В системах информац. типа осуществляется только первичная обработка информации с использованием вычислит. техники. Анализ поступающей информации, принятие решений и реализацию управляющих воздействий осуществляет диспетчер или оператор.

В информационно-советующих системах анализ получ. информации выполняет вычислит. комплекс, к-рый выдает диспетчеру (оператору) рекомендации по оптим. или рацион. ведению технологич. процесса. Принятие решений и их реализация остаются за диспетчером.

В управляющих системах вычислит. комплексы автоматически управляют технологич. процессами путем прямой передачи вырабатываемого управляющего воздействия на задающее устройство регулятора или на регулирующий орган. Ф-ции диспетчера сводятся к контролю за ходом процесса и работой АСУТП и подмене автоматики только в случае ее отказа. Функционирование системы теплоснабжения осуществляется в условиях пост. воздействия случайных климатич. возмущений, при случайном водопотреблении. Это заставляет рассматривать ее как стохастич. объект управления и применять при расчетах в АСУТПЦТ соответствующий матем. аппарат.

АСУТПЦТ решает задачи прогнозирования (объемов теплопотребления, расходов топлива и др.), планирования (суточных темп-рных и гидравлич. режимов и др.), оперативного управления. Подробный перечень и взаимосвязь решаемых задач показаны на схеме, где *I*, *II*, *III* — звенья системы теплоснабжения, а *1*—*17* — функциональные задачи АСУТПЦТ и взаимодействующих с ней систем: *1* — оперативное управление; *2* — расчет коррекции режимов работы агрегатов источников теплоты и оборудования тепловых пунктов и сетей; *3* — оперативный анализ технико-экономических показателей; *4* — расчет плановых технико-экономических показателей; *5* — расчет плановой потребности в теплоте на отопление и горячее водоснабжение; *6* — расчет планового оптимального температурного графика центрального регулирования; *7* — прогнозирование метеорологических параметров; *8* — контроль текущих метеорологических параметров; *9* — расчет потребности теплоты на отопление с корректировкой по текущим метеопараметрам; *10* — расчет потребности в теплоте на сутки с определением оптимальных параметров теплоносителя; *11* — расчет оптимального распределения нагрузки между теплоисточниками и их агрегатами; *12* — расчет оптимальных гидравлических режимов тепловых сетей; *13* — планирование режимов работы оборудования теплоисточника, сетей и тепловых пунктов; *14* — расчет фактических технико-экономических параметров и времени работы оборудования; *15* — учет технологических параметров и времени работы оборудования; *16* — контроль технологических параметров режимов работы и состояния оборудования, теплоисточника, сетей и тепловых пунктов; *17* — анализ отклонения технологических параметров режимов работы и состояния оборудования звеньев от плановых значений (при нормальных и аварийных условиях).

Информация от датчиков технологических параметров (давления, темп-ры, расхода), характеризующих процессы теплоснабжения и состояние оборудования звеньев системы теплоснабжения *I*, *II*, *III*, с помощью средств телемеханики передается в вычислительный комплекс (см. *Телеконтроль и телеуправление теплоснабжением*). ЭВМ комплекса по заданным алгоритмам обеспечивает обработку полученной информации, производит необходимые расчеты и вырабатывает команды задатчикам локальных регуляторов (см. *Автоматизация систем теплоснабжения*) и рекомендации диспетчеру (оператору) по оптимизации режимов работы системы теплоснабжения. Ряд задач (*4*, *5*, *6*) решается подсистемой управления основным производством АСУПЦТ (АСУ предприятием централизов. теплоснабжения).

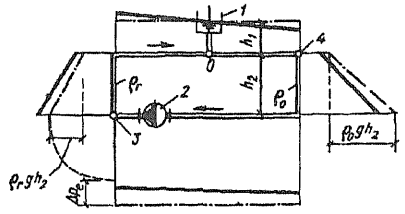
Внедрение АСУТПЦТ обеспечивает экономию энергоресурсов, материальных и трудовых затрат благодаря оптимизации управления процессами теплоснабжения, контролю состояния тепловых сетей и оборудования тепловых пунктов, оперативному учету отпускаемых и потребляемых энергоресурсов.

Комплекс технич. средств АСУТПЦТ представляет собой совокупность устройств, аппаратно, программно и организационно связ. между собой, и должен отвечать требованиям территориально рассредоточ. объекта. Архитектура комплекса зависит от масштабов автоматизируемого объекта и состава решаемых АСУТПЦТ задач.

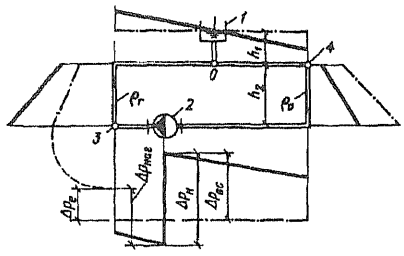
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕМ (АСУЦТ) — совокупность административных, организац., экономико-математич. методов и технич. средств (вычислит. техники, оргтехники, автоматики, телемеханики средств связи и др.), взаимоувяз. в единую систему "человек — машина", для принятия и выполнения управляющих решений, направл. на упорядочение функционирования и развитие централизов. теплоснабжения. Различают след. виды АСУЦТ: *автоматизированная система управления предприятием централизованного теплоснабжения* (АСУПЦТ), *автоматизированная система управления технологическими процессами централизованного теплоснабжения* (АСУТПЦТ), *автоматизированная система диспетчерского управления централизованным теплоснабжением* (АСДУЦТ), *интегрированная автоматизированная система управления централизованным теплоснабжением* (ИАСУЦТ).

АВТОМАТИКА БЕЗОПАСНОСТИ ГАЗОВЫХ ПРИБОРОВ — установл. в этих приборах комплекс устройств, обеспечивающий их безопасную эксплуатацию. А.б.г.п. проточных водонагревателей состоит из крана блокировки запальной и осн. горелок (блок-кран), узла блокировки подачи газа на осн. горелку с подачей воды (клапан безопасности), замедлителя зажигания, термоклапана или электромагнитного клапана.

Газ поступает по газопроводу в блок-кран (при отсутствии электромагнитного клапана), в к-ром краны осн. и запальной горелок совмещены. Ручка блок-крана поворачивается по часовой стрелке и фиксируется в трех положениях: кран полно-



Эпюра гидростатического давления в системе отопления с нагреваемой водой при бездействии насоса

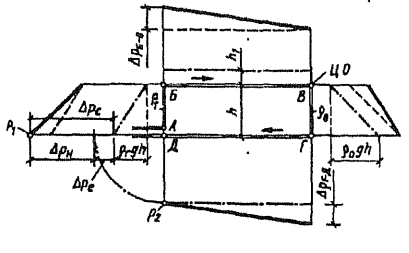


Эпюра гидростатического давления в системе водяного отопления при действии насоса

1 — открытый расширительный бак; *2* — циркуляционный насос; *3* — центр нагревания; *4* — центр охлаждения; *О* — точка постоянного давления

налитич. способ, причем в системе отопления определяется изменение только *давления гидростатического* (без учета в ней несоизмеримо меньшего *давления гидродинамического*). Динамику давления в отд. вертик. системе отопления с открытым расширит. баком рассматривают, принимая за плоскость отсчета свободную поверхность воды в баке, находящуюся на неизм. уровне. Тогда в каждой точке системы, заполн. водой, можно найти избыточное гидростатич. давление в зависимости от высоты столба воды, располож. над рассматриваемой точкой. В кольцах системы с нагреваемой водой при бездействии циркуляц. насоса это давление одинаково на выбранном уровне. В системе с нагреваемой и охлаждаемой водой (центр охлаждения располагается выше центра нагревания) при бездействии циркуляц. насоса (фактически в гравитац. системе отопления) происходит переход от статич. режима (гидростатич. давление показано штрихпунктирными линиями на схеме) к динамическому режиму, вызванному естеств. циркуляц. давлением (величина Δp_e). Естеств. циркуляц. давление возникает вследствие различия в значениях гидростатич. давления двух столбов охлажденной (плотность $\rho_о$) и нагретой (плотность $\rho'_г$) воды. При установившемся движении воды гидростатич. давление изменяется во всех точках системы (сплошные линии), кроме точки присоединения трубы расширит. бака, наз. точкой пост. давления или "нейтральной" точкой (точка 0) системы отопления. Перед точкой 0 (считая по направлению движения воды) гидростатич. давление увеличится, после точки 0 уменьшится по сравнению со значениями гидростатич. давления в статич. режиме.

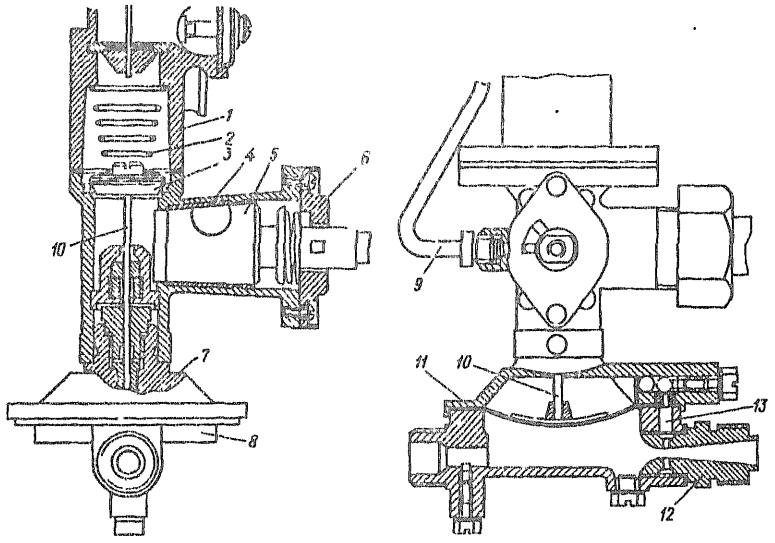
В системе отопления с нагреваемой и охлаждаемой водой при действии циркуляц. насоса (в насосной системе отопления) гидростатич. давление в точке присоединения трубы расширит. бака (точка 0) не изменяется (при пост. объеме воды в системе), т.е. точка 0 по-прежнему остается "нейтральной". В системе возникает усил. динамич. режим благодаря совместному действию двух побудителей циркуляции воды — циркуляц. насоса и естеств. циркуляц. давления. При этом система разделяется на зону нагнетания насоса от его нагнетат. патрубка до точки пост. давления и зону всасывания от этой точки до всасывающего патрубка насоса. Эпюра гидростатич. давления при насосной циркуляции воды в системе отопления показывает, что во всех точках (кроме точки 0) гидростатич. давление (сплошные линии) возросло в зоне нагнетания и уменьшилось в зоне всасывания насоса. Увеличение гидростатич. давления в любой точке *i* в зоне нагнетания насоса равняется потерям давления в трубах $\Delta p_{пот}$ при движении воды от рассматриваемой точки *i* до точки пост. давления (точки 0): $p_{i.наг} = \rho g h_i + \Delta p_{пот}$, а уменьшение давления в любой точке *i* в зоне всасывания равняется потерям давления $\Delta p_{пот}$ от точки 0 до точки *i*: $p_{i.вс} = \rho g h_i - \Delta p_{пот}$, где h_i — высота столба воды от рассматриваемой точки до уровня воды в расширит. баке. Следовательно, в результате Д.д. в зоне нагнетания насоса возможно опасное для целостности отдельных элементов системы отопления повышение гидростатич. давления (напр., в котле или теплообменнике). Напротив, в зоне всасывания насоса возможно такое понижение давления, что может произойти вскипание теплоносителя или подсос воздуха из атмосферы с нарушением циркуляции воды в системе. Для исключения нарушения циркуляции воды по этой причине практикуется присоединение труб расширит. бака к общей обратной магистрали близ всасывающего патрубка циркуляц. насоса системы.



Эпюра гидростатического давления в системе водяного отопления, непосредственно соединенной с наружными теплопроводами (без расширительного бака)

Д — точка постоянного давления ("нейтральная" точка)

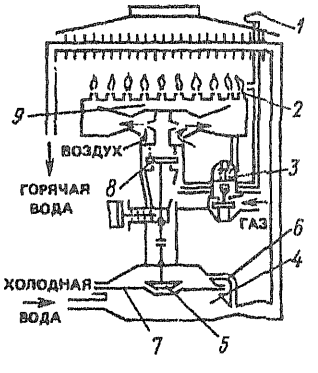
Д.д. в с.о. здания без расширит. бака, непосредственно соедин. с наружными теплопроводами, рассматривается в условиях, когда необходимо определить значения гидростатич. давления в подающем и обратном наружных теплопроводах в месте ввода их в здание. Гидростатич. давление в вертик. системе отопления, непосредственно присоедин. к наружным теплопроводам, должно быть достаточным не только для заполнения системы водой, но и для создания в наиболее высоко располож. точке системы нек-рого избыточного давления. Это необходимо для надежного удаления воздуха из системы при темп-ре воды $t_г = 100°С$ и предотвращения вскипания ее при темп-ре $t_г = 100°С$. Для выполнения этих условий в статич. режиме на схеме проведена штрихпунктирная линия на достаточной высоте h_1 над верхней подающей магистралью системы отопления. Высота h_1 при $t_г = 100°С$ должна соответствовать гидростатич. давлению не менее 0,01 МПа, а при $t_г = 150°С$ — давлению 0,4 МПа. Остальные штрихпунктирные линии (статич. режим) нанесены исходя из выбранного избыточного давления в верхней подающей магистрали. В результате получено необходимое гидростатич. давление p_2 в точке Д обратной магистрали. Если решено давление p_2 поддерживать на получ. уровне (напр., с помощью регулятора давления "до себя"), то точка Д становится искусств. точкой пост. давления системы отопления. Давление p_2 является исходным для построения пьезометрич. линий в динамич. режиме (сплошные линии на схеме, выражающие условно равномерные линейные и местные потери давления в системе отопления). Изменение гидростатич. давления определяется в трех характерных точках системы отопления (не считая точки Д, в к-рой давление p_2 принято постоянным). Это — точка Г нижней обратной магистрали, наиболее удаленная от наружного обратного теплопровода, точка В верхней подающей магистрали, наиболее высоко располож. и удаленная от ввода наружного подающего теплопровода, и точка А в начале подающей магистрали системы. Гидростатич. давление в точке Г выражает наибольшее давление в нижней обратной магистрали (и в системе): $p_{макс} = p_2 + \Delta p_{г-д}$, где $\Delta p_{г-д}$ — потери дав-



Блок-кран и клапан безопасности проточного водонагревателя

1 — корпус блок-крана; *2, 3* — пружина и плунжер клапана безопасности; *4* — конусный латунный вкладыш; *5, 6* — пробка и крышка газового крана; *7, 8* — крышка и корпус водяной камеры; *9* — труба для подвода газа к запальной горелке; *10* — шток с тарелкой; *11* — чашечная мембрана; *12* — труба Вентури; *13* — перепускной канал с шариковым замедлителем

стью закрыт; кран открыт на запальную горелку; кран полностью открыт на обе горелки. Подача газа регулируется поворотом ручки блок-крана между вторым и третьим положениями. Из блок-крана газ поступает в клапан безопасности, к-рый прекращает подачу газа к осн. горелке при отсутствии протока воды в водонагревателе. Клапан безопасности состоит из нижней водяной камеры, где размещена разделяющая камеру чашечная мембрана, через тарелку и уплотнит. сальники связанная штоком с плунжером газового клапана. На выходе из второй камеры установлена труба Вентури, соединенная с верхней (надмембранной) частью перепускным каналом. Сверху к корпусу водяной камеры крепится предохранит. газовый клапан. При закрытых водоразборных кранах вода через водяную камеру не движется. Давление в верхней и нижней ее частях выравнено перепускным клапаном (по закону сообщающихся сосудов), и мембрана занимает нижнее положение. Плунжер закрывает проход газа через седло перепускного канала. При движении по трубе Вентури скорость воды в ее миним. сечении увеличивается, стат. давление уменьшается, возникает разность давлений в начале (в миним. сечении трубы Вентури) и конце (в верхней части водяной камеры) перепускного канала. Под действием разности давлений вода, протекающая по трубе Вентури, эжектирует воду из верхней части камеры через перепускной канал с размещенным в нем шариковым замедлителем. Давление в верхней части водяной камеры падает, и под действием разности давлений в ее нижней и верхней частях мембрана с чашкой поднимается, через шток открывается газовый клапан и проход газа к осн. горелке. Замедлитель зажигания работает как тормозящий клапан, т.е. шарик частично перекрывает сечение перепускного канала, тем самым увеличивая его гидравлич. сопротивление, уменьшая скорость перетока воды из верхней части водяной камеры в трубу Вентури (и обратно). В этом случае перепад давлений между нижней и верхней частями камеры будет постепенно возрастать (уменьшаться), движение мембраны с плунжером вверх или вниз замедлится (ускорится), что обеспечит плавное воспламенение и гашение осн. горелки без сильных хлопков.



Устройство для отключения газа при нарушении тяги в проточных водонагревателях

1 — биметаллическая пластина; *2* — термопара клапана ЭМК; *3* — клапан ЭМК; *4* — водяная камера; *5* — тарелка со штоком; *6* — перепускной канал; *7* — чашечная мембрана; *8* — плунжер клапана безопасности; 9 — основная газовая горелка

Термоклапан обеспечивает подвод газа к осн. горелке только при работающей запальной горелке. Он состоит из изогнутой биметаллич. пластины, соедин. штоком с затвором. Пластина спрессована из двух слоев металла, имеющих разные коэфф. термич. расширения. При нагреве биметаллич. пластина сжимается (т.е. изгибается в сторону металла с меньшим коэфф. расширения) и затвор, опускаясь вниз, открывается. При погасании пламени запальной горелки пластина остывает, разжимается, подтягивая шток вверх, затвор прижимается к седлу и поступление газа к горелке прекращается. В водонагревателях ВПГ-23 и ВПГ-25 вместо термоклапана введены электромагнитный клапан, установленный перед блокировочным краном водонагреват. устройства, и датчик тяги. Электромагнитный клапан состоит из нижнего и верхнего клапанов и электромагнита. Его главное назначение — блокировка подачи газа на осн. горелку в зависимости от тяги и пламени запальной горелки. Клапан включается нажатием кнопки, при этом включается и запальная горелка. При нормальной тяге в дымоходе спай термопары нагревается пламенем запальной горелки. Возникающая термоэдс поступает на обмотку электромагнитного клапана, к-рый автоматически открывает доступ газа к блокировочному крану, и включается осн. газовая горелка. При нарушении тяги или ее отсутствии биметаллич. пластина датчика тяги нагревается отходящими продуктами сгорания, открывает сопло датчика тяги и через него уходит газ, поступающий во время норм. работы аппарата на запальную горелку. Пламя запальной горелки гаснет, термопара охлаждается, и электромагнитный клапан отключает газогорелочное устройство за 10—60 с.

АВТОМАТИКА КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫХ ГАЗОВЫХ АГРЕГАТОВ — комплекс автоматич. систем (или устройств) регулирования, безопасности, аварийной сигнализации и теплотехнич. контроля, позволяющий повысить эффективность и безопасность сжигания газа в агрегатах. Автоматика регулирования предназначена для управления процессом горения газа, т.е. работой газоиспользующего агрегата в заданном технологич. режиме при оптим. показателях. Автоматика безопасности обеспечивает безаварийную работу агрегата, немедленно прекращая подачу газа к горелкам при разл. нарушениях его работы. При этом контролируются след. параметры: давление газа и воздуха перед горелками; горение факела в *топке*; разрежение в топке; темп-ра и уровень воды в агрегате. Если значение

ления при перемещении воды от точки Г до точки Д. Наибольшее давление не должно превосходить рабочее для каждого элемента системы. Если, напр., давление p_2 близко к 0,6 МПа, то с учетом потерь давления в обратной магистрали макс. гидростатич. давление в радиаторах, располож. на уровне ввода наружных теплопроводов и ниже его, может превысить рабочее давление и привести к их разрушению. Гидростатич. давление в точке В выражает наименьшее давление в верхней подающей магистрали (и в системе) в динамич. режиме: $P_{мин} = p_2 + \Delta p_{в-д} - \rho_о gh$ где $\Delta p_{в-д}$ — потери давления при движении воды от точки В до точки Д; $\rho_о$ — плотность охлажд. воды; h — высота системы. Привед. выражение служит для проверки условия невскипания высокотемп-рной воды, если давление p_2 принято без учета темп-ры воды. Напр., если высота системы $h = 20$ м, $\Delta p_{в-д}$ равно 0,05, а давление $p_2 = 0{,}25$ МПа, то миним. давление в верхней точке при циркуляции воды в системе составит $p_{мин} = 0{,}25 + 0{,}05 - (977{,}81 \cdot 9{,}81 \cdot 20 \cdot 10^{-6}) \approx 0{,}11$ МПа. Этого давления будет недостаточно для предотвращения вскипания воды, имеющей темпру более 120°С. Гидростатич. давление p_1 в точке А (если считать, что точка А находится на одном уровне с точкой Д) выражает наибольшее давление в подающей магистрали в динамич. режиме: $p_1 = p_2 + \Delta p_c - \Delta p_e$, где $\Delta p_c = \Delta p_{А-Д}$ — потери давления при движении воды от точки А до точки Д, т.е. общие потери давления в системе отопления; $\Delta p_e = gh(\rho_о - \rho_г)$ — естеств. циркуляц. давление. Видно, что разность гидростатич. давлений в подающем и обратном наружных теплопроводах на вводе их в здание, вызывающая циркуляцию воды во внутр. системе отопления, меньше потерь давления при движении воды в системе Δp_c на величину естеств. циркуляц. давления Δp_e. Закономерность Д.д. в теплопроводах внутр. системы водяного отопления без расширит. бака относится и к случаю применения смесит. насоса или водоструйного *элеватора* на тепловом вводе в здание.

ДИСБАЛАНС ВОЗДУХА — разность массовых расходов подаваемого в помещение (здание) и удаляемого из него *воздуха вентиляционными системами* с искусств. побуждением движения или *системами кондиционирования воздуха*.

ДИСПЕТЧЕРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕМ — централизов. управление режимами *системы теплоснабжения*, осуществляемое спец. службой эксплуатации теплоснабжающего предприятия, к-рая называется диспетчерской. Осн. задача Д.у.т. — оптим. согласование режимов всех сооружений и оборудования системы с целью бесперебойного снабжения потребителей *теплотой* и горячей водой. Диспетчерская служба подчинена руководству предприятия, а по вопросам теплоснабжения в энергетич. системах — диспетчерской части последних. Состоит из группы режимов и дежурных смен диспетчерских пунктов. В зависимости от объема обслуживания предусматривают одноступенчатое Д.у.т. — с одним диспетчерским пунктом или двухступенчатое — с центр. диспетчерским пунктом предприятия и неск. р-ными диспетчерскими пунктами, обслуживающими р-ны *тепловых сетей* (см. *Автоматизация систем теплоснабжения*). В оперативном управлении диспетчера центр. диспетчерского пункта находятся магистр. и распределит. тепловые сети, насосные станции на сетях, *котельные*, а р-ного — *тепловые пункты* потребителей. Д.у.т. осуществляет: контроль за гидравлич., темп-рным и водным режимами, за состоянием оборудования теплоисточников, сетевых сооружений и потребителей; рацион. использование *теплоносителя* и соблюдение экономичных режимов работы всех звеньев системы теплоснабжения; руководство оперативным персоналом р-нов и служб тепловой сети; руководство операциями по обнаружению, локализации и ликвидации аварий в тепловых сетях. Для выполнения этих функций центр. и р-ные диспетчерские пункты оснащают технич. средствами, к к-рым относятся датчики оперативной информации и исполнит. органы на контролируемых пунктах, аппаратура и каналы телемеханики, средства обработки и воспроизведения информации на пункте управления в диспетчерских пунктах. Состав оперативной информации (см. *Телеконтроль и телеуправление теплоснабжением*). Аппаратура телемеханики предназначена для обмена информацией между контролируемыми пунктами (место размещения объектов контроля и управления) и пунктами управления (место размещения диспетчерского оборудования). Каналы телемеханики могут быть организованы либо прокладкой самостоят. кабельных линий связи, либо выделением в телеф. кабелях гор. сети определ. кол-ва пар жил.

На диспетчерском пункте размещается оборудование Д.у.т., состоящее из диспетчерского щита, диспетчерского пульта, устройств телемеханики, аппаратуры диспетчерской и технологич. связи, телетайпа, вычислит. средств АСУ и др. аппаратуры. Оно находится в диспетчерском зале, аппаратных телемеханики и связи, лаборатории. На диспетчерском щите или дисплее изображается мнемонич. схема системы теплоснабжения и ее отд. сооружений, к-рую рассматривают как информац. модель контролируемого объекта. Д.у.т. применяют как при обычной диспетчеризации системы теплоснабжения, так и при функционировании *автоматизированной системы диспетчерского управления централизованным теплоснабжением (АСДУЦТ) и автоматизированной системы управления технологическими процессами централизованного теплоснабжения*.

ДИФФУЗИЯ ВОДЯНОГО ПАРА — процесс влагопереноса, заключающийся в изотермич. перемещении влаги в виде пара. Д.в.п. наблюдается в воздухе и происходит при наличии градиента концентрации водяного пара согласно ур-нию: $q = -D\mathrm{grad}C$, где q — плотность потока пара, кг/(м^2/с); C — концентрация водяного пара в воздухе, кг/м^3; D — коэфф. диффузии, м^2/с. Коэфф. Д.в.п. в воздухе определяется эмпирич. ур-нием: $D = 0{,}217(T/273)^{1{,}88}$, где T — темп-ра, К.

Д.в.п. в строит. материале считают происходящей по механизмам диффузии в макрокапиллярах, эффузии в мезокапиллярах и капиллярного скольжения. Если принять, что вся влага при *паропроницаемости* через образец строит. материала происходит по этим механизмам, то суммарный коэфф. диффузии D^* этого материала связан с коэфф. паропроницаемости соотношением $D^* = \mu \Delta P/\Delta C$, где μ — коэфф. паропроницаемости, кг/(Па·м·с); ΔP — перепад упругости водяного пара по толщине образца, Па; ΔC — перепад концентрации водяного пара в воздухе по толщине образца, кг/м^3. Иногда используют безразмерную величину — сопротивление Д.в.п. материала, к-рую обозначают той же буквой μ. Эта величина показывает, во сколько раз коэфф. Д.в.п. в материале меньше, чем в воздухе: $\mu = D/D^*$.

ДИФФУЗОР — фасонная часть *воздуховода*, служащая для перехода от его меньшего сечения к большему по направлению потока. Д. бывают конич. (при круглых воздуховодах) и пирамид. (при

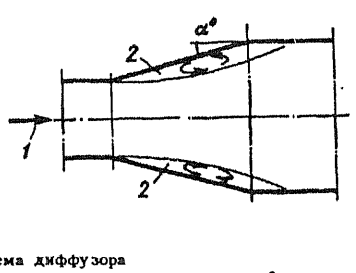
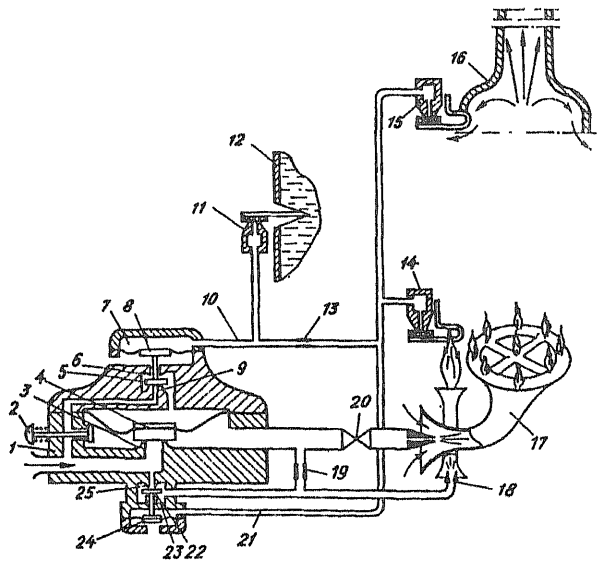


Схема диффузора
1 — направление движения воздуха; *2* — зона отрывного течения; α — угол раскрытия диффузора



Принципиальная схема автоматики РГУ-2

1 — клапан; *2* — пусковая кнопка; *3* — седло клапана; *4* — мембрана клапана с жестким центром; *5* — двухпозиционная заслонка; *6* — дренажное сопло; *7, 23* — надмембранное пространство заслонки и микроклапана; *8* — мембрана; *9* — силовое сопло; *10* — канал регулирования; *11* — датчик температуры воды; *12* — биметаллическая пластина датчика температуры воды; *13, 19, 22* — дроссели постоянного сечения; *14, 15* — датчики контроля пламени и тяги в дымоходе; *16* — дымоход; *17* — основная газовая горелка; *18* — запальная горелка; *20* — газовый кран основной горелки; *21* — канал регулирования; *24* — мембранный привод микроклапана; *25* — сопло микроклапана

хотя бы одного из контролируемых параметров выйдет из допустимых границ, подача газа к горелке агрегата немедленно прекращается. При аварийном отключении агрегата подаются световой и звуковой сигналы. Для ведения правильного и экономичного технологич. процесса, учета и анализа работы оборудования агрегаты оснащены приборами технологич. контроля. В зависимости от конкретных условий и назначения газоиспользующий агрегат может быть автоматизирован полностью или частично. В бытовых *газовых плитах* повыш. комфортности предусматривают автоматич. зажигание горелок, терморегулирование духового шкафа, автоматику контроля пламени горелок. Для автоматизации розжига используют систему пьезозажигания, к-рая при повороте ручки крана горелки генерирует высоковольтные импульсы тока напряжением 10 — 15 кВ малой длительности, достаточные для получения искрового разряда в разряднике, установл. у зоны пламени горелки. Автоматика контроля пламени представляет собой систему термопар, смонтиров. у зоны пламени горелок и датчика, соедин. с электромагнитным клапаном, встроенным в кран горелки. Подача газа к горелке и включение электромагнитного клапана осуществляются при осевом нажатии на рукоятку крана и его повороте. Электромагнитный клапан удерживается открытым за счет термоэдс, к-рая возбуждается при нагревании спая термопары и передается к электромагниту. В случае погасания горелки спай термопары охлаждается, снижается термоэдс и клапан закрывается.

Система комплексной автоматизации типа АРК бытовой газовой плиты обеспечивается след. ф-ции: автоматич. розжиг горелок спиралью накаливания; автоматич. отключение горелок при погасании запальника или осн. горелки либо при прекращении подачи газа; повторный автоматич. розжиг после погасания пламени осн. горелки (задувание ее или заливание). Автоматич. устройства газовых проточных водонагревателей отключают подачу газа при недостатке или отсутствии протока воды и тяги в дымоходе. Емкостные газовые аппараты оснащают устройствами для отключения газового тракта при отсутствии подачи газа или разрежения в дымоходе; дополнительно их оборудуют автоматикой регулирования темпры теплоносителя. Принципиально автоматич. устройства безопасности не отличаются от применяемых в проточных водонагревателях. Для А.к.-б.г.а. применяют регуляторы универс. типа РГУ двух модификаций: РГУ-1 — только для контроля; РГУ-2 — для контроля и регулирования. РГУ-1 состоят из блока контроля, датчиков пламени и тяги; РГУ-2 — из блока контроля и регулирования, датчиков пламени, тяги и регулирования темп-ры воды (или давления пара).

Принцип. схема автоматики РГУ-2 работает след. образом. При выключ. агрегате клапан и микроклапаны закрыты, двухпозиц. заслонка перекрывает дренажное сопло. Датчики тяги и темп-ры закрыты, а датчик контроля пламени открыт. Включается аппарат при закрытом кране горелки нажатием пусковой кнопки клапана. При этом газ подается через сопло кнопки под мембрану клапана и в запальную горелку и микроклапан. Запальная горелка разжигается, и под воздействием пламени запальника биметаллическая пластина контроля пламени закрывает сопло. В канале контроля и надмембранном пространстве микроклапана давление газа возрастает, вследствие чего мембранный привод микроклапана открывает сопло, через к-рое газ поступает к запальной горелке. При закрытых датчиках тяги, темп-ры и контроля пламени давление газа в каналах контроля и регулирования возрастает, что приводит к перемещению мембранного привода двухпозиц. заслонки, к-рая закрывает силовое и открывает дренажное сопло. Газ из надмембранного пространства клапана через дренажное сопло удаляется в *эжектор* горелки (см. *Эжекционная горелка*). Из-за разности давлений газа под и над мембраной клапана открывается сопло, и газ поступает к осн. горелке. Т.о. автоматика срабатывает на запуск агрегата. При достижении водой темп-ры, соответствующей темп-ре настройки датчика, сопло открывается, давление газа в канале регулирования и надмембранном пространстве заслонки падает (давление в канале контроля практически не изменяется), двухпозиц. заслонка возвращается в исходное положение, открывается силовое сопло, давление газа над и под мембраной клапана выравнивается, и под действием собственного веса жесткий центр мембраны закрывает сопло клапана. Газ на запальную и осн. горелки подается через микроклапан. Осн. горелка будет работать в режиме "малое пламя". При снижении темп-ры воды сопло датчика темп-ры закрывается, давление газа в канале регулирования и в надмембранном пространстве заслонки возрастает, что приводит к открыванию дренажного сопла клапана и возобновлению подачи газа к осн. горелке. При нарушении тяги в дымоходе или погасании запальной горелки срабатывает соответствующий датчик (открывается или закрывается), и в каналах контроля и регулирования резко падает давление газа. Это приводит к закрытию микроклапана, возвращению заслонки в исходное положение и закрытию клапана. Подача газа на обе горелки прекращается. Каналы контроля и регулирования обладают свойством самоконтролируемости.

При применении для отопления зданий животноводч. и птицеводч. ферм *горелок инфракрасного излучения* используют автоматику зажигания и контроля

прямоугольных воздуховодах). При плавном расширении в Д. за счет уменьшения скорости увеличивается статич. давление. Д. наиболее часто применяют для присоединения воздуховода к вентилятору со стороны нагнетания. Это позволяет уменьшить коэфф. местного сопротивления вследствие более плавного расширения воздушного потока и исключения условий для образования вихрей и, следовательно, уменьшить потери давления, развиваемого вентилятором.

ДОЗАТОР — устройство для автоматич. отмеривания (дозирования) заданного объема жидких и сыпучих в-в. Для дозирования известкового молока рекомендуют Д. циркуляц. типа, обеспечивающие пост. его перемешивание во избежание осаждения взвеш. в-в. Циркуляция выполняется насосом через циркуляц. бак (мешалку). К Д. такого типа относится Д. известкового молока бункерный автоматич. (ДИМБА). Он представляет собой емкость, раздел. перегородками на три бункера. В первый подается раствор (суспензия) извести циркуляц. насосом из расходного бака. Постоянство уровня в этом бункере поддерживается водосливом, отводящим излишки жидкости в бункер возврата и далее в расходный бак. Остальной расход проходит через лоток, снабженный стабилизирующими перегородками. Падающая из лотка струя рассекается ножом-делителем на две части, одна из них (дозируемая) падает в расходный бункер и направляется к месту ввода в обрабатываемую среду, вторая попадает в бункер возврата и далее в расходный бак циркуляц. насоса. Положение ножа-делителя может изменяться с помощью исполнит. механизма с электроприводом, меняющего соотношение дозиров. и возвратного расходов реагента пропорционально заданным параметрам (pH, расходу обрабатываемой воды и т.п.). Циркуляц. расход должен превышать дозируемый в 1,5—2 раза. Для дозирования известковых растворов могут применяться Д. со сменными шайбами, в к-рых изменение дозы обеспечивается изменением уровня раствора над шайбой с калибров. отверстием, рассчит. на соответствующий расход. В Д. этого типа также предусматривают циркуляцию известкового молока. Для подачи дозированного расхода в напорные системы применяют насосы-Д. (плунжерные или винтовые).

ДРЕНАЖ СООРУЖЕНИЙ — система дрен, предназнач. для сбора и отвода грунтовых вод от сооружений с целью осушения их массивов, защиты от проникания в них воды, упрочения основания, снижения фильтрац. давления. По конструктивным особенностям различают горизонт., вертик. и комбиниров. типы. Д.с. горизонт. выполняют в виде трубчатых или галерейных дрен, канав и лотков. Трубчатые представляют собой сочетание дренажных труб с одним или неск. слоями фильтрующей обсыпки из песка и гравия. Д.с. вертик. — система скважин, объедин. сборным коллектором, через к-рый вода откачивается насосным агрегатом либо отд. насосом, помещ. на каждой скважине. Д.с. комбинир. — сочетание горизонт. дрены и ряда самоизливающихся скважин. Продольный горизонт. дренаж применяют для искусств. понижения уровня грунтовых вод в узкой полосе подземной трассы трубопровода (канальной и бесканальной прокладки). Грунтовые и поверхностные воды, проникая через стенки каналов и покровные оболочки бесканальных прокладок, увлажняют теплоизоляцию и вызывают *коррозию* труб. Дренаж представляет собой пористую засыпку из щебня, гравия средней крупности (5—20 мм) и крупнозернистого песка (0,5—1,0 мм). Конструкция дренажа зависит от уровня и дебита грунтовых вод. При малом дебите и невысоком уровне грунтовых вод местное дренирование устраивают в виде фильтрующего основания и обсыпки стенок канала на высоту макс. подъема грунтовых вод. При большом дебите и высоком уровне воды выполняются песчаная и гравийная обсыпки всей конструкции с прокладкой одной, а иногда двух дренажных труб с обеих сторон. Гравийная обсыпка, обладая высокой пористостью, служит в определ. мере воздушным зазором, что важно при *бесканальной прокладке теплопровода*. Для устройства дренажа используют асбестоцементные, керамич., бетонные и железобетонные безнапорные трубы с цилиндрич. или щелевыми водоприемными отверстиями. Для предохранения дренажных труб от засорения грунтом отверстия в них обсыпают гравием или щебенкой, а для их прочистки используют контрольные колодцы. Для устройства дренажа применяются также трубы из фильтрующего пористого бетона (трубофильтры), выполняющие роль трубчатой дрены и гравийного фильтрата, что упрощает и удешевляет конструкцию. Уклон труб продольного дренажа должен быть не менее 0,003.

ДРЕНАЖНАЯ ЛИНИЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ — горизонт. или вертик. стальная оцинков. труба диаметром 20—25 мм, предназнач. для аварийного слива воды или *конденсата* из части или всей системы *водяного* или *парового отопления* здания, имеющего более 3 этажей, в *канализационную сеть*. В низшей по уклону точке труба заканчивается общим запорным вентилем над перепускным бачком, отделяющим с разрывом струи канализационную сеть от системы отопления, в к-ром вода должна охлаждаться до 40°С.

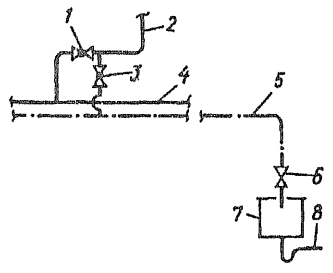


Схема дренажа стояков водяного отопления
1 — запорный кран; 2 — стояк; 3 — спускной кран; 4 — магистраль; 5 — дренажная линия; 6 — общий запорный вентиль; 7 — открытый перепускной бачок; 8 — водосток

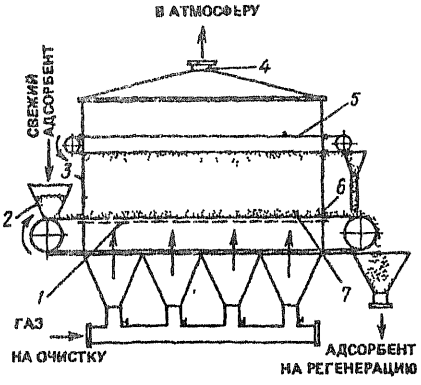
ДРОБЕОЧИСТИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА — устройство для очистки поверхностей нагрева котлов от золошлаковых отложений. Осн. элементами Д.у. являются устройства для транспортировки дроби в верхнюю часть конвективной шахты, сбора и хранения дроби над конвективной шахтой перед вводом ее в *газоход* и под нею после цикла очистки, распределения дроби по горизонт. сечению газохода перед очищаемыми поверхностями нагрева, поддержания дроби в чистоте и подготовки для ее последующего использования. В верхней части конвективной шахты котла помещают разбрасыватели, к-рые равномерно распределяют дробь по сечению газохода. При падении дробь сбивает осевшую на трубах *золу*, а затем вместе с ней собирается в бункерах, располож. под шахтой. Из бункеров дробь вместе с золой поступает в сборный бункер, из к-рого питатель подает их в трубопровод, где масса золы с дробью подхватывается воздухом и выносится в дробеуловитель, откуда дробь по рукавам вновь поступает в разбрасыватели, а воздух вместе с частицами золы направляется в *циклон*, где происходит их разделение. Воздух из циклона удаляется в газоход перед *дымососом*, а зола, осевшая в циклоне, сбрасывается в систему золоудаления парогенераторной установки. Транспортировка дроби осуществляется по всасывающей или нагнетат. схеме. При всасывающей схеме разрежение в системе создается паровым *эжектором* или *вакуум-насосом*. При

пламени Система может дополнительно комплектоваться устройством двухпозиц регулирования темп-ры в отапливаемом помещении. Газовую автоматику регулирования и безопасности устанавливают на пищеварочных котлах и ресторанных кухонных плитах. Ее назначение — автоматич. отключение подачи газа на запальную и осн горелки при погасании пламени запальника, кратковременном прекращении подачи газа и уменьшении его давления в подводящем газопроводе. Система автоматики на пищеварочных котлах дополнительно регулирует режим горения и контролирует тягу в дымоходе

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ РЕЗЕРВА (АВР) — автоматич. включение резервных источников энергоснабжения, водоснабжения и т.п или резервного оборудования в случае выхода из строя осн. (рабочего) Особенно широко АВР применяется в энергетич. системах. АВР осуществляется с помощью спец. автоматич. устройств пост или перем. тока, обеспечивающих включение резервных источников питания, оборудования и т.д. с заданным интервалом времени без участия человека полностью или частично Эффективность АВР как противоаварийного средства тем выше, чем меньше перерыв питания потребителей, поэтому время включения резерва должно быть миним. допустимым

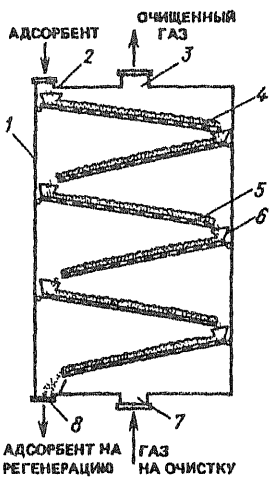
АДСОРБЕР — аппарат, в к-ром осуществляется поглощение газо- и парообразных компонентов (адсорбативов) из газовых смесей поверхностным слоем *адсорбента* — твердого в-ва, на поверхности или в порах к-рого происходит адсорбция (поглощение). Из очищаемых газов поглощается адсорбат — пары летучих растворителей (ацетона, бензина, бензола, ксилола и др.), оксидов азота, диоксида серы, соединений фтора, хлора и хлоридов водорода, иода и иодида водорода, сероводорода и сероорганич соединений, паров ртути и др

При эксплуатации А. необходима регенерация адсорбентов, т е удаление из их пор адсорбиров. в-ва (адсорбата). Она осуществляется повышением темп-ры слоя адсорбента при обычных (110—130°С) и повыш (300—400°С) темп-рах; снижением давления; десорбцией комбиниров. способами Выбор метода зависит от свойств адсорбативов и адсорбатов. Наибо лее распространена десорбция острым водяным паром Существуют различные схемы применяемых в промышленности А



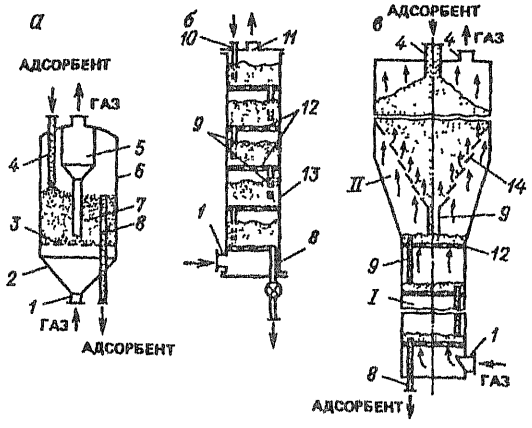
Адсорбер с движущимся слоем адсорбента

1 — распределит решетка, 2 — бункер, 3 — корпус, 4 — штуцер для выброса очищенного газа, 5 — ленточный фильтр для снижения уноса пыли, 6 — затвор для вывода адсорбента на регенерацию, 7 — слой адсорбента



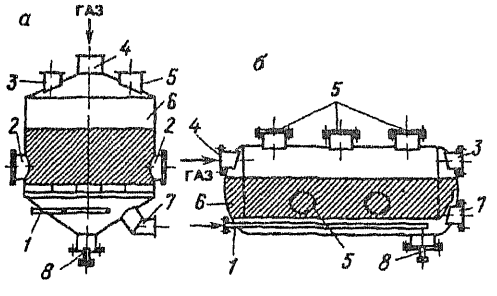
Вибрационный многополочный адсорбер с наклонными лотками прямоугольного сечения

1 — корпус, 2, 8 — штуцеры для ввода свежего и вывода отработ адсорбента, 3, 7 — штуцеры для вывода и ввода газа, 4 — вибрирующая решетка, 5 — виброкипящий слой, 6 — бункер



Адсорберы с кипящим слоем

а — однокамерный, б — многокамерный, в — комбинир, 1 — штуцер для подачи газа на очистку, 2 — конусное днище, 3 — распределит решетка, 4 — ввод адсорбента, 5 — циклонное устройство, 6 — цилиндрич часть, 7 — кипящий слой адсорбента, 8 — отвод адсорбента, 9 — переточные трубки, 10 — труба для подачи адсорбента на верхнюю полку, 11 — штуцер для вывода очищенного газа, 12 — перфорир тарелки, 13 — корпус адсорбера, 14 — перфорир конус-накопитель, I — нижняя цилиндрич обечайка, II — верхняя конич обечайка



Адсорберы периодического действия с неподвижным слоем адсорбента

а — вертикальный, б — горизонтальный, 1 — барботер для подачи острого пара при десорбции, 2 — люки для выгрузки адсорбента, 3 — штуцер для отвода паров при десорбции, 4 — штуцер для подачи парогазовой смеси (при адсорбции) и воздуха (при сушке и охлаждении), 5 — люки для загрузки адсорбента, 6 — корпус, 7 — штуцер для отвода отработ газа (при адсорбции) и воздуха (при сушке и охлаждении), 8 — штуцер для отвода конденсата

АККУМУЛЯТОР-ТЕПЛООБМЕННИК (от лат. accumulator — собиратель, накопитель) — устройство для накопления и последующего использования *теплоты* Состоит из теплоизолиров. емкости с рабочим телом, непосредственно аккумулирующим теплоту, системы каналов для *теплообмена* рабочего тела с *теплоносителем*. Полный цикл работы складывается из трех последоват. режимов: зарядки теплотой, ее хранения и разрядки. Переход от одного режима к др. осуществляется регулирующими устройствами, образующими вместе с А.-т. и *трубопроводами* систему аккумулятора-теплообменника А.-т применяется для передачи теплоты потребителю от источника перем.

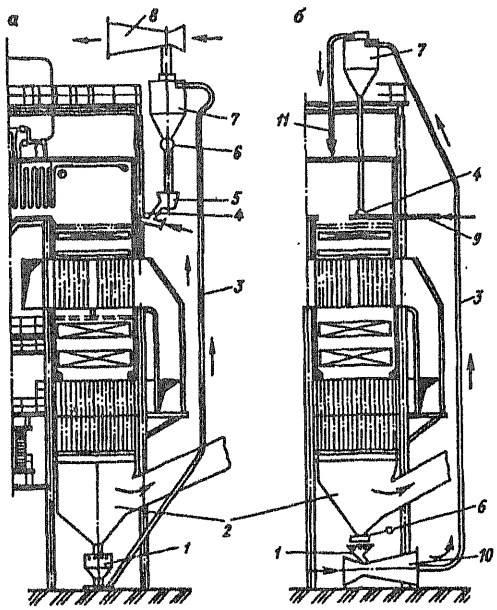


Схема дробеочистительных установок: *а* — под разрежением с пневматич. распределением дроби; *б* — под давлением с верхним распределением дроби; *1* — бункер для дроби; *2* — выход продуктов сгорания; *3* — трубопровод для подачи дроби; *4* — разбрасыватель дроби; *5* — тарельчатый питатель; *6* — автоматич. клапан-мигалка; *7* — дробеуловитель-циклон; *8* — эжектор; *9* — подвод охлаждающей воды; *10* — инжектор; *11* — выход воздуха из пылеуловителя

нагнетат. схеме транспортирующий воздух подается компрессором.

ДРОБИЛКА — машина для дробления твердых материалов. Различают Д. крупного (до 100—300 мм), среднего (25—100 мм) и мелкого (5—25 мм) дробления. По форме дробящего органа Д. подразделяют на 5 классов: щековые (материал дробится раздавливанием, изгибом, истиранием между двумя прямоугольными плитами — щеками); конусные (дробление производится внутри неподвижной чаши конусов, совершающих круговое качение); валковые (материал затягивается силами трения и раздавливается между двумя паралл. цилиндрич. валками, вращающимися с одинаковой скоростью один навстречу др.); молотковые (дробят материал ударами молотков, шарнирно закрепленных на быстровращающемся роторе); стержневые. Д. трех первых классов используют для дробления твердых материалов (напр., строит. камня и др.); валковые и молотковые Д. дробят хрупкие и мягкие материалы (уголь, известняки и др.). Осн. показателем является кратность дробления — отношение макс. размеров кусков материала до и после дробления. Кратность дробления зависит от конструкции Д. и может колебаться от 4 до 20.

ДРОССЕЛИРУЮЩАЯ ШАЙБА — металлич. (обычно из нержавеющей стали) шайба, устанавливаемая в трубах (напр., систем *парового отопления*) для увеличения потерь давления на данном участке. Д.ш. может быть установлена в муфтовом или фланцевом соединении, в патрубке запорной арматуры. При протекании перемещаемой среды (*пара, конденсата, воды*) через отверстие Д.ш. происходит понижение давления, величина к-рого зависит от расхода среды и диаметра отверстия Д.ш., принимаемого практически не менее 3 (вода) — 4 (пар) мм.

ДРОССЕЛЬ-КЛАПАН — устройство для регулирования расхода *воздуха* в *воздуховодах* вентиляц. сети, выполн. в виде поворачивающегося вокруг своей оси клапана. Ось крепится на противоположных стенках канала (воздуховода). С помощью Д.-к. можно уменьшать расход воздуха в широких пределах. Д.-к. устанавливают на ответвлениях от гл. магистрали для выравнивания их сопротивления и регулирования расхода воздуха.

ДРОССЕЛЬНЫЙ ВЕНТИЛЬ — спец. вентиль (клапан), используемый в холодильных агрегатах и *тепловых насосах*, в к-ром происходит процесс дросселирования, т.е. необратимого расширения жидкости с понижением давления и темп-ры. В результате дросселирования часть жидкости превращается в пар, причем ее энтальпия остается неизменной.

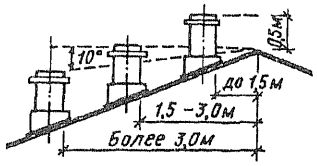
ДУТЬЕВОЙ ВЕНТИЛЯТОР — машина для подачи воздуха в котельные и печные агрегаты, устанавливаемая для преодоления при подаче воздуха в *топку* значит. сопротивления слоя *топлива* на *колосниковой решетке* или горелок, а также сопротивления *воздухоподогревателя* по воздушной стороне. В отопит. *котельных* применяют вентиляторы низкого или среднего давления. Воздух, подаваемый в топки отопит. котлов, обычно не подогревают; его забирают из помещения котельной и снаружи. Подачу Д.в., $м^3/с$, определяют по ф-ле $V_в = 1{,}1\alpha_т B_р V_0 (273 + t_в) 760/273b$, где 1,1 — коэфф. запаса, учитывающий утечки воздуха через неплотности; $\alpha_т$ — коэфф. избытка воздуха в топке; $B_р$ — макс. расход топлива, $м^3/с$; V_0 — кол-во воздуха, необходимого для сжигания 1 $м^3$ топлива при 0°С и $P = 101{,}3$ кПа, $м^3/м^3$; $t_в$ — темп-ра подаваемого воздуха, °С; b — барометрич. давление воздуха, Па. Д.в. (как правило, центробежные) по подаче и необходимому напору подбирают по каталогам. Такие вентиляторы необходимы для преодоления сопротивления на выходе из воздухоподводящего устройства и местных сопротивлений в воздуховодах, форсунке или горелке. В котельных с отопит. котлами устанавливают индивид. и групповые Д.в. При групповой установке предусматривают два Д.в., каждый из к-рых рассчитывают на 60% макс. нагрузки.

ДЫМОВАЯ ЗОНА — часть помещения (как правило, общей площадью не более 1600 $м^2$), из к-рой в нач. стадии пожара удаляют *дымы* так, чтобы обеспечить эвакуацию людей и нераспространение дыма в смежные помещения. Дым из Д.з. помещения удаляют через дымоприемное устройство, представляющее собой *воздуховод* (канал, шахту) с установл. на нем дымовыми клапанами с пределом огнестойкости 0,5 ч, открывающимися при пожаре.

ДЫМОВАЯ ТРУБА небольших отопит. котельных — вертик. труба для удаления в атмосферу и рассеивания газообразных продуктов сгорания *топлива* из *котлоагрегатов*. В крупных *котельных установках* естеств. тяга заменена искусств., осуществляемой *дымососами*. По сан. нормам Д.т. должна быть тем выше, чем больше часовой расход топлива, его зольность и содержание серы. Д.т. состоит из фундамента, цоколя и ствола. Внутр. поверхность ствола Д.т. защищается *футеровкой* из огнеупорного кирпича. Д.т. работают в сложных условиях: при перепадах темп-ры, давления, влажности, агрессивном воздействии дымовых газов, ветровых нагрузках и нагрузках от собств. массы. Высота Д.т. должна быть не менее чем на 5 м выше конька кровель зданий, располож. в радиусе 25 м от котельной и в радиусе 200 м при высоте зданий более 15 м, но не ниже 35 м. Размеры (высота и диаметр устья, т.е. выходного отверстия)

Д.т. унифицированы. Их делают кирпичными — высотой 30—70 м и диаметром 0,6—8 м, железобетонными — высотой до 300 м и диаметром до 10 м (для котлоагрегатов большой мощности) и из стальных листов (толщиной 3—15 мм) — высотой не более 30—40 м и диаметром 0,4 —1 м. Согласно сан.-тех. нормам сооружение Д.т. высотой 30 м допускается при суточном расходе многозольного топлива до 5 т/ч. Срок службы стальных труб — до 10 лет и значит. сокращается при сжигании высокосернистых топлив. Кирпичные и железобетонные Д.т. большой высоты дорогостоящие, поэтому одну трубу ставят на неск. котлоагрегатов.

ДЫМОВАЯ ТРУБА ОТОПИТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ — вертик. труба для удаления в атмосферу газообразных продуктов сгорания топлива из *отопительных печей*. Д.т. предназначена для создания естеств. тяги, под воздействием к-рой воздух для сгорания топлива поступает в топку, а дымовые газы удаляются из нее. Д.т. отопит. печей бывают неск. видов: внутристенный дымовой канал, насадная и коренная Д.т. Первый устраивают в кладке внутр. стены здания из глиняного кирпича. Отопит. печь соединяют с ним горизонт. металлич. патрубком длиной не более 400 мм. Насадную Д.т. возводят непосредственно над печью, опираясь на нее. Коренную Д.т. сооружают отдельно на самостоят. фундаменте. В месте пересечения Д.т. с перекрытием здания или покрытием здания из горючих или трудногорючих материалов устраивают разделку. Верхнюю часть Д.т. отопит. печи наз. оголовком. Во избежание нарушения *тяги естественной* ("задувания" печи) сверху вокруг устья кирпичной трубы оголовок покрывают слоем цементного раствора.



Расположение оголовка дымовой трубы отопительной печи относительно конька крыши здания

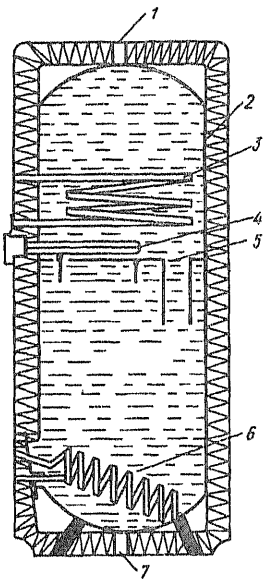
ДЫМООБОРОТЫ ПЕЧИ, газоходы — система каналов в *отопительной печи* для перемещения горячих дымовых газов от *топливника печи* до *дымовой трубы*. Д.п. отсутствуют в нетеплоемкой печи и *камине*. Внутр. поверхность Д.п., непосредственно омываемая дымовыми газами, воспринимает *теплоту*, стенки Д.п. аккумулируют теплоту и передают ее в помещения. Наружная поверхность Д.п. может быть открытой и обращ. в *отступку*. При конструировании Д.п. предусматриваются: ограничение движения газов; опускные параллельные каналы; использование подтопочных (располож. рядом или под топливником) каналов во избежание перегревания верхней зоны помещений. Толщина стенок Д.п. выбирается в зависимости от допустимой темп-ры теплоотдающей поверхности печи.

ДЫМОСОС — центробежный (одностороннего или двухстороннего всасывания) или осевой (одно- или двухступенчатый) вентилятор, устанавливаемый за *котлоагрегатом* для удаления газообразных продуктов сгорания топлива. Необходимость Д. обусловливается тем, что при наличии *водяного экономайзера* и воздухоподогревателя общее газовое сопротивление котлоагрегата настолько велико, что естеств. тяга, создаваемая даже очень высокой *дымовой трубой*, недостаточна для его преодоления. Д. создают во всех газоходах разрежение (котлы под разрежением), миним. величина к-рого в верхней части топочной камеры около 20 Па. Д. имеют наплавленные твердыми сплавами лопатки для защиты от абразивного действия *золы*. Произ-сть Д. определяют исходя из кол-ва газов, покидающих котлоагрегат, с учетом присоса воздуха на пути до Д. и с введением поправки на действит. темп-ру продуктов сгорания. Произ-сть центробежных Д. 8—700 тыс. $м^3$/ч. Осевые Д. выпускают произ-стью до 1,5 млн $м^3$/ч. Кроме того, в котлоагрегатах, работающих на *твердом топливе*, перед Д. устанавливаются *золоуловители*.

ДЫМЫ — разнообразная группа аэродисперсных систем, состоящих из частиц с малой упругостью *пара* и малой скоростью оседания под действием сил тяжести. Важным признаком Д. является способ их образования — при горении, деструкции (напр., полимеров), возгонке и конденсации паров, в результате хим. и фотохим. реакций и т.д. Т.о., Д. — высокодисперсные *аэрозоли* с твердыми частицами дисперсной фазы, размеры к-рых 0,1—10 мкм. Часто твердые частицы Д. представляют собой затвердевшие капельки тумана.

мощности (напр., солнца) в случае, когда график выработки теплоты источником не совпадает с графиком ее потребления. А.-т. делят по характеру физ. или хим. процессов, происходящих в них, на аккумуляторы "явной" теплоты, теплоты фазового перехода (плавления) и хим. реакций. В аккумуляторе "явной" теплоты процесс аккумуляции осуществляется нагревом теплоемкого рабочего тела, напр. засыпки из камней, нагреваемой проходящим сквозь нее горячим воздухом, или водяного бака с циркулирующей по змеевикам сквозь него водой. Достоинства А.-т. этого типа — простота конструкции и малая стоимость. А.-т. плавления рабочего тела выполнен из герметичных контейнеров разл. формы (пластин, цилиндров, шаров) с в-вом, расплавляемым при обтекании контейнеров теплоносителем с темп-рой выше темп-ры плавления в-ва. Плавление сопровождается поглощением теплоты, необходимой для разрушения кристаллич. структуры в-ва. При разрядке происходит обратный процесс — восстановление этой структуры, сопровождаемый выделением теплоты. Достоинство А.-т. — большая плотность аккумулируемой теплоты при относит. низкой стоимости. В А.-т. хим. реакций используется энергия связей обратимых хим. реакций, включая сорбцию газов рабочим телом, напр. $MgCO_3$ (тв.) + 1200 кДж = = MgO (тв.) + CO_2 (газ). Продукты реакции хранятся раздельно. Преимущество их — наибольшая плотность аккумулиров. теплоты, превышающая такую же А.-т. плавления в 3—4 раза.

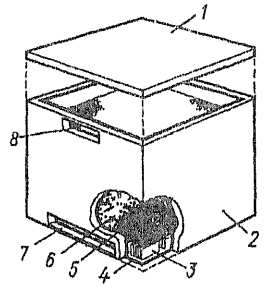
АККУМУЛЯТОР ТЕПЛОТЫ — резервуар для создания запаса *теплоты* в системе *солнечного отопления*, получаемой *коллектором солнечной энергии*. Солнечное излучение изменяется как в течение суток, так и в течение года. Зимой теплопотребление здания макс. и кол-во солнечного излучения не соответствует ему: при макс. *тепловой нагрузке отопления* поступление солнечной радиации миним. Кроме того, теплоподача от коллектора солнечной энергии изменяется от нуля до макс. в полдень. В А.т. накапливается избыток теплоты, получаемой коллектором в те периоды, когда кол-во полезного солнечного излучения превышает теплопотребление. За счет аккумулиров. теплоты обеспечивается теплопотребление в то время, когда поступление солнечного излучения миним. или отсутствует. Конструктивно А.т. представляет собой теплоизолиров. резервуар, заполн. водой, галькой, парафином или др. теплоаккумулирующим материалом. Подвод теплоты при зарядке А.т. и ее отвод при разрядке осуществляются либо с помощью теплообм. устройств, либо при непосредств. пропускании *теплоносителя*, если теплоаккумулирующая среда и теплоноситель — вода или если теплоноситель — воздух, а теплоаккумулирующий материал — галька. А.т. различаются: по характеру физ.-хим. процессов в теплоаккумулирующем материале — емкостные (водяные, галечные и т.п.) с накоплением теплоты в результате нагревания воды, гальки, грунта и т.п.; фазопереходные с накоплением теплоты при плавлении материала типа парафина, глауберовой соли и т.п. и использованием теплоты, выделяющейся при его затвердевании; термохим. с использованием теплоты хим. реакций; по продолжительности аккумулирования — краткосрочные, обеспечивающие теплопотребление в течение неск. часов или суток, и сезонные для теплопотребления в течение *отопительного сезона* за счет теплоты, накопл. в теплый период года. В *системах горячего водоснабжения* и солнечного отопления используются низкотемп-рные А.т. (диапазон 30—95°С). Параметрами А.т. данного типа являются теплоаккумулирующая способность или энергоемкость, диапазон рабочей темп-ры и скорость подвода и отвода при их зарядке и разрядке. Энергоемкость водяного или галечного А.т. равна произведению массы (G) теплоаккумулирующего в-ва, его уд. массовой теплоемкости (c) и разности (Δt) его конечной и начальной темп-р. В случае фазопереходного А.т. энергоемкость больше на величину полной теплоты фазового перехода теплоаккумулирующего в-ва. Бак А.т. разделен перегородкой на две части — в нижнюю из коллектора солнечной энергии подводится теплота, а из верхней отводится теплота для отопления. При необходимости используется нагреватель. Галечный А.т. для системы *воздушного отопления* состоит из теплоизолиров. бункера на опорных бетонных блоках, обеспечивающих также распределение потока воздуха. Слой гальки расположен на сетке. При зарядке А.т. горячий воздух подводится через патрубок щелевидной формы, а отводится через др. патрубок такой же формы, при разрядке в него подается холодный воздух, а нагретый отводится. Подобный А.т. отличается большими размерами: при энергоемкости в 1000 МДж объем галечного А.т. почти в 4 раза больше объема водяного аккумулятора и в 17,5 раза больше объема аккумулятора с парафином.



Водяной бак

1 — патрубок для отвода горячей воды; 2 — теплоизолированный бак; 3 — теплообменник системы отопления; 4 — электронагреватель; 5 — перегородка с опускной трубой; 6 — теплообменник для подвода теплоты; 7 — патрубок для подвода холодной воды

Осн. преимущество фазопереходных А.т. — высокая плотность аккумулированной энергии, а следовательно, значит. меньшие масса и объем по сравнению с емкостными А.т. В крупных системах отопления для аккумулирования теплоты используются железобет. и стальные резервуары объемом до 50—100 тыс.м^3, в к-рых горячая вода может сохранять при темп-ре 80—95°С до 5—8 тыс. ГДж теплоты. Для сезонного аккумулирования теплоты целесообразно использовать подземные водоемы, грунт, скальную породу и др. природные образования. Сезонные А.т. можно использовать совместно с *тепловыми насосами*, в этом случае их теплоаккумулирующая способность удваивается за счет более глубокого (до 5°С) охлаждения воды в резервуаре.



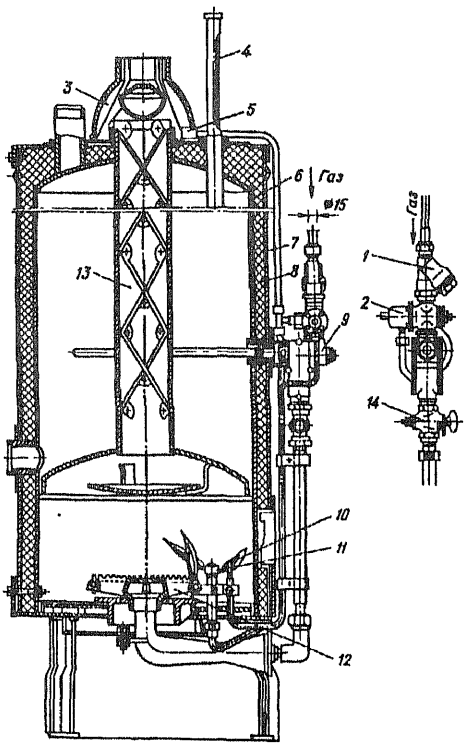
Аккумулятор теплоты галечный

1 — крышка бункера; 2 — теплоизолированный корпус бункера; 3 — бетонный блок для распределения воздуха; 4 — теплоизоляция; 5 — сетка; 6 — слой гальки; 7 и 8 — патрубки для подвода и отвода воздуха

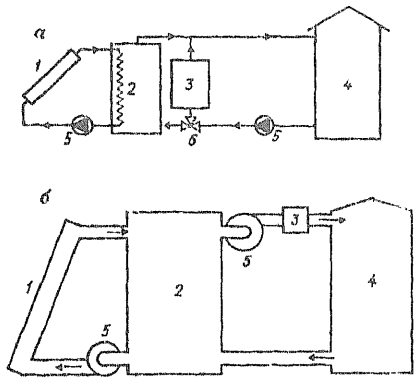
АКТИВНАЯ СИСТЕМА СОЛНЕЧНОГО ОТОПЛЕНИЯ — *система отопления* (с.о.) с использованием солнечного излучения, к-рая в зависимости от вида *теплоносителя* может быть жидкостной или воздушной. В жидкостной с.о. теплоносителем в контуре *коллектора солнечной энергии* (КСЭ) служат вода, антифриз (40—50%-ный водный раствор этилен-

Е

ЕМКОСТНЫЙ ГАЗОВЫЙ АППАРАТ — резервуар вместимостью 80 и 120 л, имеющий двухпозиц. схему автоматич. регулирования темп-ры *воды* (включен — выключен) и предназнач. для нагрева воды в системе *водяного отопления* помещения площадью до 100 м^2 или в *системах горячего водоснабжения*. Е.г.а. состоит из внеш. цилиндрич. кожуха, внутр. теплоизолиров. цилиндрич. бака, *газогорелочного устройства* с зональной горелкой, блока автоматики, терморегулятора, предохранит. клапана и тягопрерывателя с патрубком для присоединения к дымоходу. Кожух, выполн. из листовой стали толщиной 0,8 мм, защищает от воздействия внеш. среды теплоизоляцию бака (из шлаковаты), края уменьшает потери теплоты в окружающую среду и снижает темп-ру кожуха. Сварной оцинкованный бак водонагревателя состоит из крышки, днища, цилиндрич. бака и вертик. жаровой трубы с излучателями, располож. по оси бака. Толщина металла бака 3—4 мм. Осн. газовая горелка — эжекционная, атм. типа, низкого давления (номин. давление газа 3 кПа), имеет номин. тепловую мощность: 7000 кВт — для АГВ-80 и 14 000 кВт — для АГВ-120. Перед горелкой (по ходу движения газа) смонтированы фильтр, электромагнитный клапан, терморегулятор, газовый кран. Сетчатый фильтр предназначен для очистки газа от механич. примесей во избежание засорения сопел осн. и запальной горелок. Электромагнитный клапан вместе с термопарой составляет автоматику безопасности, время срабатывания к-рой — не более 40 с (см. *Автоматика безопасности газовых приборов*). Терморегулятор обеспечивает поддержание темп-ры воды в баке водонагревателя в пределах 40—90°С. В крышку бака вваривают патрубок D_y = 20 мм для установки предохранительно-взрывного клапана, срабатывающего при темпре воды выше 100°С и давлении внутри бака выше 0,6 МПа. При срабатывании клапана происходит выброс через штуцер горячей воды, к-рая отводится по спец. трубе. В качестве отключающего устройства на водонагревателе используют пробковый натяжной пружинный кран. Кпд аппарата — не менее 81%. Вода находится в баке водонагревателя постоянно под давлением и нагревается продуктами сгорания газа, омывающими дно бака и проходящими по жаровой трубе, в к-рой установлен турбулизатор. Последний служит для турбулизации и закручивания потока продуктов сгорания, к-рые обеспечивают повышение теплоотдачи от потока к тепловоспринимающим поверхностям. При нагревании воды до требуемой темп-ры терморегулятор автоматически прекращает доступ газа к осн. горелке. Запальная горелка работает постоянно и воспламеняет подаваемую осн. горелкой газовоздушную смесь, когда темп-ра воды становится ниже заданной. В этом случае терморегулятор открывает проход газа на осн. горелку.



Автоматический газовый водонагреватель АГВ-80
1 — фильтр; *2* — электромагнитный клапан; *3* — стабилизатор тяги (тягопрерыватель); *4* — термометр; *5* — датчик тяги; *6* — цилиндрический бак для воды; *7* — кожух; *8* — теплоизоляция; *9* — терморегулятор; *10* — термопара; *11* — запальная горелка; *12* — основная газовая горелка; *13* — жаровая труба с излучателями; *14* — пробковый натяжной кран



Активная система солнечного отопления

а — водяная; *б* — воздушная; *1* — коллектор солнечной энергии; *2* — аккумулятор теплоты; *3* — дополнительный источник теплоты; *4* — отапливаемое здание; *5* — насос (вентилятор); *6* — регулирующая арматура

либо пропиленгликоля) или воздух. Воздушная система в отличие от жидкостной не подвергается замерзанию и *коррозии*, имеет меньшую массу, но теплотехнически менее эффективна. *Теплота* в системах *воздушного отопления* зданий распределяется с помощью вентиляторов и *воздуховодов* или излучающих панелей, *радиаторов* и *конвекторов* в системах *водяного отопления*. Жидкий теплоноситель нагревается в коллекторах солнечной энергии и поступает в водяной *аккумулятор теплоты*, где отдает теплоту теплоаккумулирующей среде, и насосом возвращается в коллектор. Теплоноситель из обратной магистрали с.о. др. насосом подается в аккумулятор теплоты и после подогрева снова поступает в с.о. здания. При отсутствии или недостаточном кол-ве солнечной теплоты необходимы дополнит. источник теплоты и регулирующая арматура для переключения потоков. А.с.с.о. может иметь 2 *теплообменных аппарата*: один для передачи теплоты из коллектора солнечной энергии в аккумулятор, второй — из аккумулятора теплоты к потребителю. Воздушная А.с.с.о. состоит из воздушного коллектора солнечной энергии, галечного аккумулятора теплоты, а также дополнит. источника теплоты и запорно-регулирующих клапанов. Нагретый в коллекторе воздух поступает в отапливаемое здание.

На схеме *а* показана схема А.с.с.о. с жидкостным коллектором солнечной энергии и отоплением нагретым воздухом. В коллекторе нагревается поступающий в верхнюю часть аккумулятора незамерзающий теплоноситель. Охлажд. теплоноситель возвращается насосом в коллектор из нижней части аккумулятора теплоты. Предусмотрены теплообменник для нагревания воздуха системы отопления и дополнит. нагреватель. Имеется подогреватель воды, подключ. к аккумулятору теплоты через теплообменник. Внутри этого подогревателя предусмотрен дополнит. подогреватель, используемый, когда солнечной теплоты недостаточно, для подогрева воды до требуемой темп-ры.

А.с.с.о. характеризуется годовой теплопроизв-стью, кпд, степенью замещения топлива или долей солнечной энергии в покрытии *тепловой нагрузки* за месяц или год, годовой экономией топлива. К ним добавляются хар-ки экономич. эффективности гелиосистемы: себестоимость единицы отпущенной теплоты, капит. затраты и эксплуатац. расходы, срок окупаемости. Цель теплового расчета А.с.с.о. — определение ее тепловой мощности, площади коллектора солнечной энергии и объема аккумулятора теплоты. Исходными данными служат: показатели климата местности (дневное кол-во суммарной и диффузной солнечной радиации, поступающей на горизонт. поверхность, и темп-ра наружного воздуха в течение года), эффективный оптич. кпд и коэфф. тепловых потерь коллектора, среднемесячная тепловая нагрузка отопления, суточное потребление горячей воды и темп-ра холодной и горячей воды, уд. объем и коэфф. теплопотерь аккумулятора теплоты. Тепловая мощность коллектора $Q_к$, Вт, определяется по ф-ле $Q_к = AF_R[I_к(\tau\alpha) - k_к(t_т - t_н)]$, где A — площадь поверхности коллектора солнечной энергии, м^2; F_R — коэфф. отвода теплоты из него; $I_к$ — плотность потока солнечной энергии на поверхность наклонного коллектора, Вт/м^2; $(\tau\alpha)$ — его эффективная поглощат. способность; $k_к$ — коэфф. теплопотерь коллектора, Вт/(м^2·°С); $t_т$ — темп-ра теплоносителя на входе в коллектор, °С; $t_н$ — темп-ра наружного воздуха, °С.

Тепловая мощность А.с.с.о. меньше мощности коллектора на величину теплопотерь в соединит. трубопроводах и аккумуляторе теплоты, а также неиспользуемого избыточного кол-ва получ. теплоты. А.с. требуют больших капиталовложений, поэтому экономически нецелесообразно проектировать системы, способные покрывать всю годовую тепловую нагрузку отопления и горячего водоснабжения. В системах с краткосрочным аккумулированием теплоты оптим. степень замещения составляет 0,5, в системах с сезонным аккумулированием — 0,8—0,9. К осн. конструктивным хар-кам А.с.с.о. относятся площадь поверхности коллектора солнечной энергии A и объем аккумулятора теплоты V. Определение этих величин — задача сложная, и наилучшим решением является динамич. моделирование системы. Упрощенно (весьма грубо) величину A, м^2, вычисляют по ф-ле $A = Q_н/Q_с$, где $Q_н$ — тепловая нагрузка отопления в марте, кВт·ч; $Q_с$ — суточная теплопроизв-сть гелиосистемы, кВт·ч. Объем V, м^3, аккумулятора теплоты — $V = Av$, где v — уд. объем теплового аккумулятора, м^3 на м^2 площади поверхности коллектора солнечной энергии.

Оптим. ориентация коллектора — южная, угол наклона его к горизонту равен широте φ местности для систем горячего водоснабжения $\varphi + 15^0$ для системы отопления и $\varphi - 15^0$ для круглогодичных систем горячего водоснабжения. Осн. тенденции развития А.с.с.о. — совершенствование конструкций, упрощение и удешевление технологии изготовления и монтажа коллекторов солнечной энергии и аккумуляторов теплоты, использование комбинированных *солнечно-теплонасосных систем отопления* (теплоснабжения).

Общие рекомендации по системам солнечного отопления и горячего водоснабжения

Параметры	Коллектор солнечной энергии	
	жидкостный	воздушный
Системы солнечного отопления		
Уд. расход теплоносителя, м^3/с на 1 м^2 площади коллектора	0,01...0,02	0,005...0,02
Уд. объем аккумулятора теплоты v, м^3 на 1 м^2 площади коллектора	0,05...0,15	0,15...0,35
Системы горячего водоснабжения		
Площадь поверхности коллектора, м^2/чел	0,75...1,2	

АКТИВНЫЙ ИЛ — взвешенная в *воде* активная биомасса, осуществляющая процесс очистки сточных вод в аэробных биоокислителях (*аэротенки, окситенки* и т.д.). А.и. — сложное сообщество микроорганизмов разл. систематич. групп и некрых многоклеточных животных. А.и. биоокислителей формируется под влиянием хим. состава обрабатываемой сточной воды, растворенного в ней кислорода, темпры, pH и окислительно-восстановит. потенциала. По внешнему виду А.и. представляет собой хлопья светло-серого, жел-

товатого или темно-коричневого цвета, густо заселенные микроорганизмами, заключенными в слизистую массу. Средний размер хлопьев 1—4 мм, но в зависимости от условий в биоокислителе он может изменяться от долей миллиметра до 30—40 мм. Хлопьеобразование — процесс сложный, и механизм его до конца не выяснен. Часто его объясняют накоплением на поверхности клеток внеклеточных полимеров (в осн. полисахаридов и белков), имеющих анионоактивные и неионогенные группы и способных вести себя как полиэлектролиты. Взаимодействие высокомолекулярных полимеров приводит к возникновению между отд. клетками связующих мостиков и образованию сложной структуры хлопьев А.и. Способность А.и. образовывать хорошо оседающие хлопья — важнейшее его свойство, т.к. эффективность очистки сточных вод в аэротенках в значит. степени зависит от последующего процесса отделения А.и. от очищенной воды. Способность А.и. к оседанию характеризуется значением илового индекса. Образовывать хлопья способны многие роды бактерий. Благодаря очень развитой поверхности хлопьев А.и. (около 100 м ^{2} на 1 г сухого в-ва) на них сорбируются коллоидные и взвешенные в-ва, в результате чего хлопья А.и. представляют собой сложную совокупность микроорганизмов, продуктов их жизнедеятельности и инертных частиц. А.и. присуща способность удерживать большое кол-во воды в осн. в связанном состоянии. С повышением концентрации А.и. в сточной воде доля связанной воды в нем увеличивается.

Биохимич. активность А.и. — способность его к изъятию и окислению органич. примесей сточных вод — оценивают по скорости потребления кислорода и по содержанию в нем ферментов. В том и другом случаях результат относят к 1 г беззольного вещества А.и. При оценке биохимич. активности А.и. по ферментам определяют содержание в нем отд. групп оксиредуктаз, каталаз, дегидрогеназ, цитохромов. Чаще определяют дегидрогеназную активность А.и., по к-рой оценивают работу аэрационных сооружений, состояние А.и., токсичность сточных вод. При этом учитывают, что яды блокируют активность дегидрогеназ.

А.и. аэротенков подвержен вспуханию, к-рое чаще всего связывают с развитием нитчатых бактерий и нек-рых грибов. При вспухании структура хлопьев А.и. резко видоизменяется. Хлопья увеличиваются в размере, становятся рыхлыми. Вспухший А.и., обладающий чрезвычайно развитой поверхностью, имеет повышенную окислит. способность, может интенсивно использовать углерод нек-рых трудноокисляемых в-в, потребность в азоте и фосфоре у нитчатых бактерий существенно ниже, чем у обычных флокулирующих бактерий. Однако на практике использовать эти потенц. преимущества вспухшего ила затруднительно. Пружинящие нити бактерий, пронизывая хлопья, препятствуют их осаждению. Вспухший А.и. выносится из вторичных отстойников, ухудшая качество очищенной воды. При вспухании очень сложно поддерживать необходимую дозу А.и. в аэротенке, что также влияет на качество очистки. А.и. с развитой нитчатой микрофлорой выгодно использовать для очистки производств. сточных вод с недостаточным кол-вом биогенных элементов. Эффективная очистка таких вод возможна при установке в аэротенке вертик. сит, через к-рые проходит поток воды. Нитчатые организмы, закрепляясь на этих ситах, хорошо очищают воду. Ил, прошедший через сито, легко осаждается во вторичном отстойнике. Вспухание А.и. наблюдается при избытке углеводов в очищаемой воде или недостатке биогенных элементов, при уменьшении концентрации растворенного кислорода или резком изменении нагрузки на А.и. Универсального способа борьбы со вспуханием А.и. не найдено вследствие многообразия причин, вызывающих это явление. В условиях городских очистных станций бороться с развившимся вспуханием довольно трудно. При незначительном колве нитчатых организмов в иле целесообразно уменьшение нагрузки на него. В качестве одной из мер рекомендуется подщелачивание воды до pH = 9...9,4.

Хим. состав А.и. обусловлен составом клеточного в-ва микроорганизмов. Сухое в-во А.и. состоит из органич. (беззольной) части и *золы* и представляет собой примеси, присутствовавшие в исходной сточной воде и трансформированные в биомассу, а также в-ва, адсорбированные хлопьями А.и. Элементный состав беззольной части А.и. (как и состав клеточного в-ва) определяется осн. органогенами: углеродом, кислородом, водородом, азотом. Соотношение этих элементов в беззольном в-ве А.и. зависит от состава обрабатываемых сточных вод, технологич. режима очистки и может существенно изменяться. В среднем на долю углерода приходится 50—52%, кислорода 29—33%, водорода 6—8%, азота 8—12%, беззольного в-ва А.и. Соотношение элементов в А.и. определено в 1952 и представлено в виде "формулы" клеточного в-ва $C_5P_7NO_2$. Эта формула используется для всех расчетов, связанных с кинетикой биохимич. процессов очистки воды и синтезом клеточного в-ва, точность ее для практич. целей оказывается достаточной. Значение удельной ХПК А.и. с таким соотношением осн. органогенов составляет 1,42 мг/мг.

Примерно 75—80% беззольного в-ва А.и. приходится на долю белков, жиров и углеводов, остальные 20—25% составляет негидролизуемый остаток. Более всего в А.и. белков, содержание к-рых колеблется в среднем от 40 до 60% (в расчете на беззольное в-во). Кол-во белков в А.и. не постоянно и зависит от его видового состава и возраста. Углеводы составляют 3—20%, жиры 10—30%. Зольность А.и. колеблется в очень широких пределах — от 10 до 40%, для А.и. городских очистных станций она обычно составляет 25—30%. В зольной части А.и. обнаруживаются все элементы, присущие клеткам организмов (P, S, K, Na, Ca, Mg, Fe и т.д.). Однако в А.и. по сравнению с клеточным в-вом значительно возрастает содержание железа и кремния. При биологич. очистке жесткой воды в хлопке А.и. обнаруживается нерастворимый фосфат кальция, увеличивающий плотность хлопьев.

АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЯ — программа выбора осн. хар-к намеченного к постройке здания, обеспечивающих его функционирование с комфортным для людей и оптим. для технологич. процесса микроклиматом, с эффективным использованием энергии, матер. и трудовых ресурсов. Последовательность определения А.п.з. такова: выяснение расчетных внутр. условий (допустимые и оптим., локальные и общие, комфортные и технологич. в *рабочей зоне* помещения для зимнего и летнего периодов и годового цикла) и потребное для их осуществления обеспечение; нахождение расчетных наружных условий с учетом принятого *коэффициента обеспеченности* $K_{об}$ в виде сочетания хар-к изменения параметров климата также соответственно для зимы, лета и года; выбор защитных показателей градостроит., объемно-планировочного и конструктивного решений здания (пассивные меры борьбы с переохлаждением и перегревом). Оптимизация тепло-, воздухо- и влагозащитных свойств наружных ограждений всех видов, создание равноэффективных в отд. сечениях защитных свойств конструкций и конструкций с регулируемыми свойствами; расчет потерь и поступлений теплоты в помещение через наружные ограждения от технологич. и бытовых источников, расчет теплового баланса и *теплоустойчивости помещений*, определение экстрем. нагрузок зимой, летом и годового хода теплового режима помещений здания; определение естеств. (пассивного) *теплового режима здания* для зимних и летних условий, его годового хода (хар-к отопит. и охладит. периодов, выявление низкопотенц. источников (стоков) теплоты, холода в здании и на площадке, *вторичные энергетические ресурсы* технологич. процесса, их режимные хар-ки); определение установочной мощности, режима работы и регулирования *систем отопления* — охлаждения, *вентиляции* и *кондиционирования воздуха*; выбор схем и элементов названных систем,

Ж

ЖАЛЮЗИ — устройство в виде решетки, представляющее собой раму с наклонными во внеш. сторону неподвижными металлич. планками, предназнач. для прохода *воздуха*, и препятствующее проникновению солнечных лучей, струй дождя, мелких птиц и крупного мусора. Ж. применяют на воздухозаборе приточной *вентиляции* и *систем кондиционирования воздуха*. Ж. часто наз. решетка жалюзийная и решетка воздухозаборная. Конструктивно Ж. представляют собой штампов. базовые решетки размерами от 150×150 до 450×600 мм. Воздухозаборную решетку вентиляц. установки обычно набирают из неск. базовых решеток с учетом допустимой скорости движения воздуха в живом сечении Ж., равной 5—6 м/с.

ЖАРОТРУБНЫЙ КОТЕЛ — цилиндрич. *паровой котел*, имеющий жаровые трубы, проходящие внутри водяного пространства от одного днища к др. Ж.к. появились в начале XIX в. вследствие стремления увеличить паропроиз-сть простых цилиндрич. котлов или сохранить их габариты путем развития внутр. поверхностей нагрева. Ж.к. могут иметь 1, 2 и более жаровых труб. Паровые котлы с жаровыми и дымогарными трубами типа КВ, применяемые в отопит *котельных*, выпускают номин. произ-стью при работе на *жидком котельном топливе* 0,18—0,450 т/ч, давлением пара 0,17 МПа и темп-рой 115 и 130°С.

ЖИДКОЕ КОТЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО — топливо, применяемое в стационарных *котельных установках*, в пром. печах различного назначения. В зависимости от вида сырья Ж.к.т. бывают: нефтяные, получаемые из нефтяных остатков, сланцевые, состоящие из смол полукоксования сланцев, и угольные, представляющие собой тяжелые фракции смол полукоксования углей. Большинство Ж.к.т. составляют нефтяные фракции. *Нефть* — природная смесь жидких органич. соединений, состоящая из углеводородов. Состав органич. массы нефти (в %): C^o = 83÷87, H^o = 11÷14, S^o = 0,1÷5, № = 0,05÷1,5, O^o = 0,1÷1. Низшая рабочая *удельная теплота сгорания* нефти мало меняется от состава ее органич. массы и составляет 43—46 МДж/кг. Кислород, азот и сера в нефти находятся в составе высокомолекулярных органич. соединений. Природная нефть содержит не более 0,3% минер. примесей и около 2% воды в виде механич. включений. Темп-ра кипения фракций нефти от 30 до 600°С. Сырую нефть как топливо не употребляют. Нефтепродукты являются синтетич. топливом, получаемым из нефти либо методом термической разгонки, при к-рой нефть разделяется на узкие фракции по темпрам их кипения без разрушения молекулярной структуры этих фракций, либо методом термич. крекинга, при к-ром происходит глубокая переработка углеводородов нефти с разрушением их молекулярной структуры и образованием новых соединений с меньшей молекулярной массой. В зависимости от темп-ры перегонки нефтепродукты делятся на фракции: бензиновые с темп-рой перегонки, °С, до 225, керосиновые — 300, дизельные — 350, соляровые — 400, мазутные — свыше 350. Все фракции, кроме мазутной, — светлые нефтепродукты, наз. дистиллятным топливом. Для бытового потребления выпускается печное бытовое топливо, получаемое из дистиллятных фракций нефтепродуктов. В котлах крупных тепловых станций и отопит. котельных, работающих на жидком топливе, применяют мазут. Физич. свойства Ж.т. характеризуются относит. плотностью, вязкостью, темпрами вспышки и застывания. Мазуты, применяемые для произ-ва тепловой энергии в котлах, делятся на флотские (легкие топлива), топочные (средние и тяжелые топлива). В качестве котельного топлива применяются также угольный и сланцевые мазуты, являющиеся продуктами термохимич. переработки угля и сланца. Флотский мазут предназначен для судовых котлов, газотурбинных установок и двигателей. Средние и тяжелые мазуты используют в отопит. котельных, крупных тепловых станциях и на ТЭЦ. Топочные мазуты по содержанию серы, %, делятся на три группы: малосернистые (до 0,5), сернистые (0,5—2) и высокосернистые (более 2). Зольность мазутов не превышает 0,1—0,3%, увеличиваясь с повышением вязкости. Кол-во воды в мазуте обусловлено технологией его разогрева в процессе доставки и приемки у потребителя и обычно колеблется от 0,5 до 5% и выше. При разогреве мазута острым паром его влажность может повыситься до 5—10%. Теплота сгорания мазута зависит в основном от его влажности и составляет 39—42 МДж/кг. Мазуты являются жидкостями с высокой относит. плотностью — 0,98—1,05. Темп-ра вспышки равна 80—140°С, темп-ра застывания — (-5)—(+42)°С; вязкость определяется при темпрах 50, 80 и 100°С. Топливо печное бытовое имеет теплоту сгорания 41 МДж/кг, содержание серы — от 0,5 до 1,2%, золы — не более 0,02%; темп-ру застывания — не выше -15°С; темп-ру вспышки — не ниже +42°С. Оно маловязкое, что позволяет использовать его без предварит. подогрева.

Дизельное топливо имеет низкую уд. теплоту сгорания ~ 42,5 МДж/кг. Выпускаются две марки дизельного топлива: ДТ и ДМ. Первое имеет меньшую вязкость, темп-ру вспышки более 65°С и темп-ру застывания менее -5°С. Дизельное топливо марки ДМ обладает большой вязкостью, темп-рами вспышки и застывания соответственно 85 и -10°С. Преимущество Ж.к.т. перед твердыми определяется их высокой уд. теплотой сгорания, удобством транспортировки и хранения, простотой подачи в топку, точностью регулировки температ. режима установки. Затраты труда на добычу нефти намного ниже, чем на добычу эквивалентного по выделяемому теплу кол-ва угля. Экономич. эффективность использования мазута как Ж.к.т. определяется также значит. экономией, обусловленной производств. преимуществами их использования (снижение капит. затрат и расходов на обслуживание), повышением кпд установки. В этом отношении Ж.к.т. уступает лишь газообразному топливу.

включая приемники солнечной энергии, вторичные экономич. ресурсы технологич. процесса, низкопотенц. теплоты, теряемой в здании, и др. нетрадиц. источников энергии; определение эффективности принятого решения *системы кондиционирования микроклимата* здания, его экономич., энергетич. и материальные показатели.

АЛГОРИТМ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА — программа выполнения и последоват. смены технологич. процессов, протекающих в отд. элементах системы. Напр., алгоритм функционирования может описывать определ. последовательность термодинамич. обработки воздуха в системе *кондиционирования воздуха*, исключающую перерасход энергии. При совместном действии *систем отопления* и *вентиляции* А.с.к.м. определяет последовательность изменения их мощности, включения и выключения, обеспечивающую снижение суммарного расхода энергии.

АНАЛИЗАТОРЫ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД — приборы непрерывного действия, предназначенные для определения концентрации к.-л. одного или неск. компонентов, содержащихся в воде. В отличие от лабораторных приборов А.к.п.с.в. могут длит. время работать в автономном режиме без участия операторов (лаборантов). Наиболее распростран. тип анализаторов качества — пром. pH-метры, определяющие водородный показатель жидкости. По их принципу устроены А.к.п.с.в. потенциометрич. типа для определения концентрации ионов таких элементов, как кальций, натрий, и др. в-в. Их чувствит. элементами являются спец. электроды, селективные к ионам элементов. С помощью солемеров — кондуктометров, основ. на измерении электропроводности жидкости, определяют ее общее солесодержание, а также концентрацию к.-л. растворов солей, напр. KCl, NaCl. Мутность жидкости оценивают турбидиметрами или нефелометрами — приборами, основ. на измерении светопропускания или светопоглощения жидкости. В *системах канализации* их используют в качестве сигнализаторов уровня осадка в отстойниках. При необходимости определения концентрации нек-рых в-в, растворенных в воде, применяют приборы фотоколориметрич. типа. Они, как правило, сложны, требуют спец. устройств для отбора и подготовки жидкости, поэтому анализ на таких приборах проводится не непрерывно, а с интервалами 20—30 мин.

Комбинированные А.к.п.с.в. представляют собой спец. блоки (шкафы), в к-рых размещают несколько датчиков и преобразователей, напр. pH-метр, кондуктометр, турбидиметр и термометр. Из комбинированных приборов по многожильным кабелям выводят сигналы преобразователей для обработки их на ЭВМ либо в простейших случаях для записи на диаграммы. Эти приборы применяют на постах контроля природных вод или на сбросных каналах крупных очистных сооружений канализации.

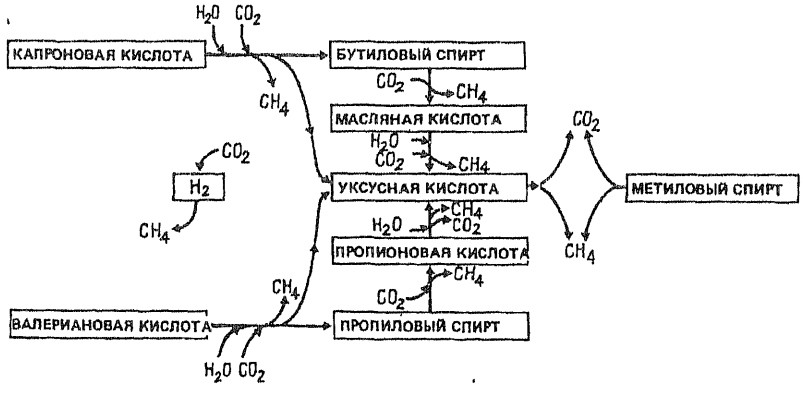
А.к.п.с.в. разл. типов получили широкое распространение в системах автоматизации очистки производств. сточных вод. Напр., в системах очистки стоков гальванич. произ-в используют приборы для определения концентрации цианидов, хроматов и др. веществ. Организации охраны природы используют А.к.п.с.в. переносного типа, к-рые имеют встроенный источник автономного электропитания и отличаются повыш. надежностью и малой массой. В ряде случаев применяют комплексы для определения концентрации разл. в-в, установл. в автомобиле повыш. проходимости. Набор приборов в таких комплексах зависит от их назначения.

АНАЭРОБНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ, метановое сбраживание — один из осн. методов обработки осадков городских сточных вод.

Цель — предотвращение загнивания осадков и их обезвреживание. Совокупность превращений органич. компонентов осадков при сбраживании, по схеме Баркера, состоит из кислой и щелочной (метановой) стадий. Первую стадию осуществляют кислотообразующие бактерии. Благодаря разнообразию физиологич. групп и метабиотич. взаимоотношениям между отдельными видами кислотообразующих бактерий биохим. деструкции подвергаются все компоненты осадков: жиры, белки, углеводы. Под действием разнообразных гидролаз сложные органич. составляющие осадков подвергаются внеклеточному гидролизу, превращаясь в соединения, доступные для питания клеток бактерий. Внутриклеточное окисление продуктов ферментативного гидролиза белков, жиров и углеводов приводит к образованию конечных продуктов первой стадии сбраживания осадков: низших жирных к-т (НЖК), спиртов жирного ряда, аммиака, водорода, диоксида углерода, сероводорода. Более 70% жирных к-т приходится на долю уксусной к-ты, примерно 25% составляют пропионовая и масляная к-ты. Кроме того, в процессе кислого брожения в незначит. кол-ве образуются муравьиная, валериановая, капроновая к-ты. Очевидно, кроме белков, жиров и углеводов кислотообразующие бактерии могут использовать и др. в-ва, способные сбраживаться. К числу таких в-в относятся пурины и пиримидины, есть данные о сбраживании алканов и ароматич. углеводородов. Щелочную или метановую стадию брожения осадков городских сточных вод осуществляют метаногенные бактерии, превращающие продукты жизнедеятельности кислотообразующих бактерий в метан. Реакции метанообразования многоступенчаты и протекают с участием разнообразных ферментов и витамина B_{12}, входящего в метилтрансферазы. Биологич. роль этих реакций — получение клеткой необходимой энергии. Различают реакции двух типов: 1) осуществляемые бактериями, способными использовать уксусную к-ту и метиловый спирт и 2) бактериями, не способными к этому процессу и потребляющими в качестве донора водорода другие соединения. При ферментации уксусной к-ты и метилового спирта по реакции 1-го типа метан образуется в результате восстановления метильной группы. В реакциях 2-го типа синтез метана происходит путем восстановления диоксида углерода. Многие виды метаногенных бактерий восстанавливают CO_2, используя молекулярный водород.

Общая схема превращения НЖК и соответствующих спиртов на стадии метанового брожения показана на схеме. При-

Схема превращения кислот и спиртов на стадии метанового брожения



З

ЗАГЛУШКА — фасонная деталь воздуховодов *вентиляционных систем*, закрывающая их торцовую часть на конечном участке. З. — стальной лист, имеющий форму закрываемого отверстия. Крепится к фланцу *воздуховода* болтами с прокладками.

ЗАГРУЗОЧНОЕ УСТРОЙСТВО — элемент системы *пневмотранспорта*, предназначенный для введения транспортируемого материала в систему. Бывают разл. типов и зависят от вида установок пневмотранспорта (всасывающая или нагнетательная), их произ-сти и свойств транспортируемого материала (плотности, дисперсного состава, влажности, угла естеств. откоса и др.). Существуют различные З.у., применяемые во всасывающих и нагнетат. установках пневмотранспорта. Во всасывающих системах сыпучий материал подается в сеть З.у. типа "тройник" или "сопло". Если система аспирац. типа, роль З.у. выполняют местные отсосы от технологич. оборудования, конструкции к-рых весьма многообразны. В нагнетат. системах давление превышает атм., поэтому З.у. выполняют герметичными: эжекционные воронки, шлюзовые затворы, роторные питатели, аэрожелоба. В системах пневмотранспорта, работающих с применением сжатого воздуха в качестве побудителя тяги, применяют З.у. в виде пневматич. винтовых насосов, шнековых питателей или пневматич. камерных насосов.



Классификация загрузочных устройств

ЗАГРУЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ БИОФИЛЬТРА — осн. конструктивный элемент *биофильтров* всех видов; на его поверхности располагается *биопленка*. Для *биофильтров с объемной загрузкой* используют щебень, гравий, шлак, керамзит, пеностекло и др. зернистые материалы крупностью отдельных фракций 20—100 мм, уд. площадью поверхности 120—30 $м^2/м^3$, пористостью 40—50% и плотностью 500—1500 $кг/м^3$. Загрузка биофильтра по высоте должна быть выполнена из материала одинаковой крупности. Нижний поддерживающий слой высотой 0,2 м из материала с более крупными фракциями (70—100 мм) укладывают на дренажное устройство. К загрузочному материалу предъявляют нормативные требования по механич. прочности, морозостойкости, устойчивости к воздействию агрессивных сред и повыш. темп-р. Перед засыпкой в резервуар З.м.б. должен быть отсортирован и промыт. Для *биофильтров с плоскостной загрузкой* используют жесткую засыпную загрузку в виде колец диаметром 30—75 мм и длиной 30—150 мм из пластмасс, керамики, металла с перфориров., гофриров. и гладкими стенками, а также резиновых и фарфоровых изделий уд. площадью поверхности 50—150 $м^2/м^3$, пористостью 70—90% и плотностью 100—600 $кг/м^3$. В качестве загрузки могут также использоваться различные засыпные элементы (кольца Рашига, кольца с перегородками, кольца Палля, седла Берля и др.), применяемые в хим. технологии для массообменных колонн. Жесткую блочную загрузку выполняют из пространств. пластмассовых решеток, изготовляемых методом литья, или блоков, собранных из чередующихся гофриров. и плоских листов поливинилхлорида, полиэтилена, полипропилена, полиамида, асбестоцемента. Размеры блоков, мм: ширина — 250—500, высота — 500—1000, длина — 800—1200, уд. площадь поверхности 50—250 $м^2/м^3$, пористость 80—97%, плотность 30—400 $кг/м^3$. Блоки собирают также из гофриров., перфориров. и гладких пластмассовых труб и из металлич. и стекл. труб диаметром 20—70 мм. Сборка блоков может осуществляться с помощью сварки, склейки или крепежных соединений. Мягкий З.м.б. из металлич. сеток, полиэтиленовых и поливинилхлоридных пленок, нейлоновых и капроновых тканей, а также стеклотканей крепят на спец. каркасах в виде свисающих полотен или сворачивают в рулоны. Уд. площадь поверхности мягкого З.м.б. — 80—100 $м^2/м^3$, пористость — 94—99%, плотность —10—60 $кг/м^3$. К плоскостному З.м.б. предъявляют требования по механич. прочности, устойчивости к воздействию микроорганизмов и агрессивных сред, изменению темп-ры в диапазоне до 40 °С, морозостойкости.

ЗАГРЯЗНИТЕЛИ АТМОСФЕРЫ — твердые, жидкие, газо- и парообразные неорганич. и органич. вредные в-ва (примеси), содержащиеся в воздушной среде помещений здания и в атм. воздухе вне здания. Твердые примеси — *пыль*, *дымы* и жидкие — *туманы* в смеси с воздухом или газом наз. *аэрозолями*. Обычно они содержат газовые и парообразные вредные примеси. Источниками З.а. служат естеств. природные процессы и процессы жизнедеятельности человека. Загрязнение атмосферы естеств. путем происходит в результате пыльных бурь, вулканич. деятельности, лесных, степных и торфяных пожаров и т.д. В атм. воздух при этом попадают как твердые, так и газообразные вредные в-ва. В пром. зданиях осн. источником образования и выделения вредных в-в в воздушную среду помещений является разл. технологич. и транспортное оборудование. Кол-во выделений вредных в-в обусловливается видом сырьевых материалов и выпускаемой продукции и технологией произ-ва. В обществ. и жилых зданиях выделение вредных примесей происходит в результате жизнедеятельности человека (в процессе приготовления пищи); кроме того, вредные примеси поступают в помещения с наружным воздухом (притоком, инфильтрацией). Наибольший уд. вес загрязнений атмосферы приходится на долю оксидов углерода, серы и азота, углеводородов и пром. пыли. Осн. источниками их являются транспорт (70%), а также промсть и тепловые электростанции. В атмосферу Земли ежегодно выбрасываются 250 млн т пыли, 200 млн т оксида углерода, 150 млн т диоксида серы, 50 млн т оксидов азота, более 50 млн т разл. углеводородов и 200 млрд т диоксида углерода. Особый вид загрязнений атм. воздуха представляют радиоактивные в-ва. В результате накопления в атмосфере фреонов, в т.ч. в результате работы *холодильных машин*, *кондиционеров* и тепловых насосов систем ОВ и КВ, происходит разрушение озонного слоя, к-рый предохраняет земную поверхность от солнечной радиации. Одним из осн. отрицат. последствий, связ. с загрязнением воздуха, является влияние вредных в-в на здоровье человека. Если качеств. и количеств. состав воздуха не нарушен, он вполне отвечает физиологич. требованиям организма человека. За свою жизнь человек делает в среднем 600 млн вдохов, потребляя при этом около 600 тыс. $м^3$ воздуха. Очевидно, что загряз-

мерно 70% метана образуется в реакциях 1-го типа, остальная часть — при восстановлении CO_2. В условиях пром. метанового брожения сложных субстратов, осуществляемого сообществом разнообразных микроорганизмов, нек-рые сапрофитные бактерии, обычно не образующие метан, при совместном развитии начинают его продуцировать, сбраживая сложные органич. в-ва. Обе стадии брожения протекают синхронно, процесс в целом контролируют метаногенные бактерии. При нормально протекающем процессе брожения образующийся газ состоит из метана (65—70%) и CO_2. Молекулярный водород — продукт первой стадии брожения — может обнаруживаться в очень незначит. кол-ве, т.к. используется метаногенными бактериями. Сероводород — продукт распада серосодержащих аминокислот — связывается с железом, присутствующим в осадке, с образованием нерастворимого сульфида. Аммиак гидролизуется и остается в р-ре. Эффективность процесса сбраживания оценивается по выходу газа с 1 кг загруженного беззольного в-ва. Для каждого вида осадка существует теоретич. предел сбраживания, зависящий от его состава: содержания в беззольном в-ве осадков жиров, белков и углеводов. Теоретически при сбраживании этих в-в выход газа составляет соответственно 0,92; 0,34 и 0,62 кг/кг. Предел сбраживания показывает, какая часть беззольного в-ва осадков может перейти в газ. Для осадков городских сточных вод он составляет 45—58%, при этом активный ил, содержащий больше белков и меньше жиров, имеет меньшее значение предела сбраживания. Реальный выход газа, т.е. эффективность процесса сбраживания, зависит от ряда параметров. Существенно влияет на скорость процесса темп-ра. В иловых камерах *септиков*, двухъярусных *отстойников*, осветлителей-перегнивателей, в к-рых процесс протекает при естеств. темп-ре, длительность созревания осадка составляет соответственно 160; 60 — 120 и 20 — 130 сут. в зависимости от средней темп-ры сточных вод. В обогреваемых *метантенках* продолжительность сбраживания снижается до 5—14 сут. Процесс можно проводить в двух темпрных режимах: мезофильном — при 30—35°С и термофильном — при 50—55°С. Во втором случае скорость процесса в 2 раза выше, кроме того, достигается полная гибель яиц гельминтов и патогенных микроорганизмов. При мезофильных темп-рах степень обеззараживания осадка по содержанию сальмонелл и фекальных колиформ достигает 90%, по яйцам гельминтов 50—80%. В обоих режимах анаэробный ил легче переносит понижение темп-ры, чем ее повышение за указанные предельные значения. Важный показатель для метаногенных бактерий, имеющих оптимум pH в пределах 6, 8—7, 5,— реакция среды. Образующийся в процессе брожения CO_2 частично переходит в р-р. Между р-ром и газовой фазой устанавливается подвижное равновесие.

При устойчивом процессе брожения содержание CO_2 в газе примерно постоянно (30—35%), и в растворе поддерживается соответствующая концентрация бикарбонатов, определяющая величину щелочности, а следовательно, и значение pH бродящего осадка. Запас щелочности обеспечивает некоторую буферность среды. В случае снижения значения pH, т.е. увеличения концентрации ионов H^+ в среде, равновесие в системе сдвигается влево, что приводит к связыванию водородных ионов. На процесс сбраживания влияет возраст анаэробного ила, т.е. время в сутках, за к-рое происходит полный обмен активной биомассы метантенка. Биомассу принято оценивать по концентрации беззольного в-ва в бродящем осадке. Для поддержания пост. концентрации активной биомассы необходимо обеспечить равенство скоростей ее прироста и удаления микроорганизмов со сброженным осадком. Т.к. прирост биомассы в анаэробных системах невелик, возраст анаэробного ила должен быть достаточно большим, чтобы предотвратить вымывание микрофлоры из метантенка. Возраст анаэробного ила можно увеличить возвратом части сброженного и предварительно сгущенного осадка в метантенк. Наконец, на процесс брожения осадков городских сточных вод влияют такие токсичные соединения, как катионы тяжелых металлов, растворимые сульфиды, ПАВ, цианиды, фенолы. Резкое изменение любого из перечисленных параметров может привести к нарушению процесса сбраживания и прежде всего сказывается на жизнедеятельности метаногенных бактерий, более требовательных и чувствительных к условиям окружающей среды. При этом нарушается равновесие кислой и метановой стадий брожения, в среде накапливаются метаболиты кислотообразующих бактерий — НЖК. Обычно концентрация НЖК в бродящей массе составляет 300—700 мг/л, а в период нарушений она может достигать 2000—3000 мг/л. Сами НЖК в концентрации до 6000—8000 мг/л не токсичны для метаногенных бактерий, но их накопление выше уровня нейтрализующей способности системы приводит к снижению щелочности, а следовательно, и значения pH.

Процесс анаэробной стабилизации осадков реализуется в одно- и двухступенчатых схемах. Сбраживание по одноступенчатой схеме может осуществляться с рециклом части сброженного сгущенного осадка или без него. Двухступенчатые схемы применяют с целью либо отделения иловой воды и уменьшения объема сброженного осадка, либо интенсификации процесса брожения. В первом варианте необходимо предусматривать возврат иловой воды в начало очистных сооружений, что приводит к повышению нагрузки на них и ухудшает качество очищенной воды. Второй вариант двухступенчатых схем основан на использовании принципиальных физиологич. различий кислотообразующих и метаногенных бактерий и проведении каждой стадии брожения в отд. сооружении. Процесс получил название фазовой сепарации. Процесс анаэробной стабилизации позволяет получить стабильный, незагнивающий осадок. Наличие в нем соединений азота, фосфора и калия позволяет использовать осадок в качестве удобрения в с.х-ве. Образующийся биогаз, имеющий теплотворную способность около 21000 кДж/м^3 (5000 ккал/м^3), обычно используют в котлах для поддержания выбранного темпрного режима сбраживания. Процесс контролируют по совокупности параметров, важнейшими из к-рых являются pH, бикарбонатная щелочность, НЖК, кол-во и состав биогаза.

АНАЭРОБНЫЙ ИЛ — биоценоз микроорганизмов, осуществляющих метановое брожение концентриров. субстратов. В соответствии со схемой Баркера (см. *Анаэробная стабилизация осадков*) в бионаселении А.и. традиционно выделяют две группы бактерий: кислотообразующие и метаногенные. Первая, достаточно разнообразная по составу, получила название по конечному продукту метаболизма (обмена в-в) этих бактерий — жирным кислотам. Название второй объясняется их способностью продуцировать метан. Кислотообразующие бактерии представлены облигатными и факультативными анаэробами. Преобладание тех или иных видов бактерий определяется характером субстрата, подвергающегося брожению, и составом микрофлоры, уже присутствующей в нем. Сложный хим. состав осадков сточных вод обусловливает развитие в бродящей массе различных физиологич. групп бактерий, способных в процессе своей жизнедеятельности использовать все компоненты осадков. Особое значение в процессах брожения принадлежит клостридиям. Клостридии, обладающие сахаролитич. активностью, сбраживают в-ва углеводной природы. При этом одни из них окисляют только целлюлозу, другие используют пектиновые в-ва, третьи — крахмал. Белки и продукты их гидролиза служат субстратом для клостридий, имеющих активные протеолитич. ферменты. Нек-рые виды клостридий способны разлагать сложные гетероциклич. соединения, напр. пурины и пиримидины. Характер конечных продуктов метаболизма клостридий определяет тип брожения. Ведущая роль в разложении исходного

ненность воздуха даже в малых дозах может причинить серьезный ущерб его здоровью. Свойства большинства аэрозолей и вредных газов и паров, присутствующих в воздухе, достаточно хорошо изучены, и установлены безопасные пределы концентрации ряда наиболее распростран. вредных в-в. Наиболее вредное действие на организм человека оказывают бензопирен, оксиды азота, фтористые соединения, оксид углерода, соединения хлора, свинца, фосфора, мышьяка, ртути, сероводород, сероуглерод, озон, формальдегид, меркаптаны и др. От загрязнений атм. воздуха прежде всего страдают органы дыхания человека. Вредные в-ва вызывают такие болезни, как катар верхних дыхат. путей, эмфизема легких, ангина, фарингит, пневмония, бронхит, астма, тонзиллит, туберкулез, рак легких и др. Поражение растит. мира атм. загрязнениями наносит большой урон лесному и с.х-ву. Под действием вредных в-в снижается урожайность с.-х. культур и продуктивность зеленых насаждений. Неблагоприятное влияние вредные в-ва, содержащиеся в воздухе, оказывают и на животный мир.

В помещениях пром. зданий с воздухом нередко теряются ценные перерабатываемые материалы и готовая продукция, преждевременно изнашивается технологич. оборудование, происходит *коррозия металлов*, возрастают затраты на сооружение и эксплуатацию зданий.

В результате загрязнения атмосферы происходят закисление почв, опустынивание и гибель лесов, изменяется видовой состав флоры и фауны, нерационально используются природные ресурсы, с отходами теряется огромное число ценных в-в, разрушаются здания и сооружения. В связи с большим загрязнением воздуха приняты ограничения на концентрации в нем вредных в-в, в частности путем установления ПДК и ПДВ.

ЗАКРУЧЕННАЯ ПРИТОЧНАЯ СТРУЯ — воздушная струя, образующаяся при выпуске воздуха из *воздухораспределителя* с закручивающим устройством. Закруч. потоки широко используются в

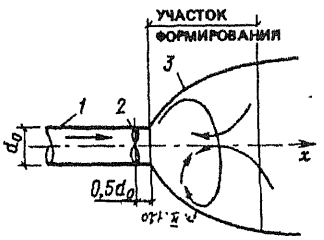


Схема закрученной приточной струи
1 — воздуховод; 2 — закручивающее устройство; 3 — граница струи

технике. З.п.с. обладают повыш. эжек. способностью и, как следствие этого, быстрым падением скорости вдоль потока. Область применения З.п.с. — помещения с большим воздухообменом и низкой допустимой подвижностью воздуха. Закручивающие устройства придают вектору скорости воздуха на выходе, кроме аксиальной и радиальной составляющих, тангенциальную составляющую. Особенность З.п.с. — наличие участка формирования струи протяженностью около четырех калибров приточного отверстия. В пределах участка формирования происходит интенсивное перемешивание струи с воздухом помещения. В зоне оси струи на участке формирования возникает разрежение, вследствие к-рого появляется поток, направл. в обратную сторону. На осн. участке З.п.с. разрежение практически отсутствует, превалирует поступат. движение воздуха с хар-ками, зависящими от конструкции закручивающего устройства. Для инж. расчетов З.п.с. применяют методику, разработ. для свободных сосредоточ. приточных струй, вводя соответствующие коэфф. затухания скорости и темп-ры.

ЗАКРЫТАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ — такая система, у к-рой *вода* для горячего водоснабжения берется из гор. *водопровода* и подогревается *теплоносителем* в поверхностных *теплообменных аппаратах* до требуемой темпры. Теплообменники располагают в *центральных* или *индивидуальных тепловых пунктах*. Циркулирующая в системе теплоснабжения вода используется только как теплоноситель. Пройдя через подогреватели горячего водоснабжения, нагреват. приборы *систем отопления* и *калориферы* систем *вентиляции* и отдав там свою теплоту, она возвращается к источнику теплоты для очередного нагрева. Следовательно, система теплоснабжения закрыта от окружающей среды.

В схеме З.с.т. источником теплоты служит теплоэлектроцентраль (ТЭЦ). Охлажд. вода из р-на теплоснабжения поступает в теплоприготовит. установку ТЭЦ с темп-рой τ_4. Потери теплоносителя, связ. с его утечками из *тепловой сети*, восполняются подпиточной водой. Подача необходимого кол-ва ее обеспечивается регулятором подпитки, импульс на к-рый подается с перемычки *циркуляционного насоса*. Перемычка моделирует гидравлич. режим тепловой сети и с помощью задвижек воспроизводит давление в нейтральной точке, где оно всегда поддерживается пост., равным статическому. Теплоноситель проходит через осн. теплофикац. подогреватели, куда пар поступает из отборов турбины, и там нагревается примерно до 120°С. Нижний отбор имеет давление 0,03—0,2, верхний — 0,05—0,25 МПа. Макс. уровень давления верхнего отбора определяет макс. подогрев воды. Расчетная темп-ра подогрева — 150°С. Поэтому при пиковых нагрузках вода догревается до требуемого значения в пиковых *водогрейных котлах* ТЭЦ. Вода от сконденсировавшегося в верхнем теплообменнике пара проходит через конденсатоотводчик и присоединяется к *конденсату* нижнего теплообменника, из к-рого весь конденсат подается насосом в питат. линию энергетич. котлов ТЭЦ. Подачу теплоты потребителям регулируют центрально, качеств. методом, при к-ром кол-во циркулирующей воды поддерживается пост., а расход теплоты изменяется путем изменения темп-ры теплоносителя. Однако чисто качеств. регулирование осуществить не удается, т.к. расход теплоты на горячее водоснабжение не связан с темп-рой наружного воздуха, и регулятор темп-ры осуществляет количеств. регулирование подачи теплоты на горячее водоснабжение.

Теплоноситель из ТЭЦ поступает в подающие линии тепловых сетей и транспортируется к центр. тепловым пунктам р-нов потребления. У большинства функционирующих З.с.т. они имеют тепловую мощность 5—10 МВт. В центр. тепловых пунктах водопроводная вода подогревается от темп-ры t_x до темп-ры $t_г$, равной 60°С. На схеме показан смеш. способ присоединения подогревателей горячего водоснабжения. Водопроводная вода поступает в подогреватель, к-рый присоединен по отношению к системе отопления последовательно, и здесь подогревается до промежуточной темп-ры $t_п$. Далее вода поступает в теплообменник, присоединенный к системе отопления параллельно. Остывание воды в трубопроводах системы горячего водоснабжения компенсируется с помощью циркуляц. линии. Циркуляц. насос возвращает часть охладившейся воды в теплообменник, где она вновь нагревается. Т.к. темп-ра горячей воды должна быть не ниже 60°С, темп-ра теплоносителя τ_1 не должна быть ниже 70°С. В результате в осенне-зимний период, когда на нужды отопления зданий необходимо подавать теплоноситель с темп-рой ниже 70°С, а от источника теплоты поступает теплоноситель с более высокой темп-рой, приходится в системах отопления устанавливать дополнит. автоматику для количеств. регулирования подачи теплоты. Регулятор расхода поддерживает пост. расход теплоносителя через системы отопления, обеспечивая тем самым несвязанное регулирование подачи теплоты на отопление и горячее водоснабжение. Т.о., в течение времени, когда темп-ра наружного воздуха соответствует изменению темп-ры подаваемого теплоносителя τ_1 в

субстрата принадлежит облигатным анаэробам. Их общее число в А.и. на 1—3 порядка превышает суммарную численность факультативных анаэробов и аэробов. Аэробные бактерии так же, как простейшие, попадают в *метантенк* с активным илом, но существ. значения для процесса брожения не имеют. Наряду с бактериями в А.и. обнаруживаются мицелиальные и дрожжевые грибы, принимающие участие в разложении органич. субстратов, но кол-во их по сравнению с бактериями невелико. Большое видовое разнообразие бактерий, объединенных в группу кислотообразующих, обеспечивает устойчивость этого сообщества в широком диапазоне значений pH и окислительно-восстановит. потенциала, а также его способность трансформировать сложный комплекс соединений разных классов, входящих в состав осадков сточных вод. Бактерии этой группы широко представлены в осадках, время генерации для нек-рых видов составляет 20—30 мин, для др. измеряется часами. Все метаногенные бактерии — облигатные анаэробы, очень чувствит. к окислительно-восстановит. условиям и реакции среды. Оптимальное значение pH для них ограничено узким интервалом 6,8—7,5, а оптимум окислительно-восстановит. потенциала составляет от —510 до —590 мВ. Метаногенные бактерии чувствительны к любым окислителям, даже в присутствии нитратов и сульфатов синтез метана задерживается. Почти все истинные метаногенные бактерии принадлежат к мезофилам. Для большинства их оптим. темп-ра составляет 35—40°С, хотя есть виды и с более низким темп-рным оптимумом роста (20—25°С). К числу термофилов относится Methanobacterium termoautotropicum. Однако считают, что возбудителями метанового брожения осадков сточных вод и в мезофильных, и в термофильных условиях являются одни и те же микроорганизмы, различающиеся темп-рным интервалом жизнедеятельности.

Источником азота для метанообразующих бактерий служат аммонийные соединения, хотя отд. виды способны использовать нек-рые аминокислоты. К числу наиболее характерных особенностей метаногенных бактерий относится специфичность отд. видов по отношению к донору водорода, используемому в реакциях катаболизма. Большинство этих бактерий способно потреблять молекулярный водород, осуществляя энергетич. метаболизм хемолитотрофного типа. Однако для многих видов донором водорода могут быть органич. в-ва. В энергетич. реакциях метанообразующие бактерии используют только относительно простые соединения: низшие жирные к-ты и соответствующие спирты. Избыточный *активный ил*, по-видимому, не содержит метаногенных бактерий, кол-во их в осадке из первичных отстойников также незначительно (50—500 клеток в 1 мл). Это примерно на 6—7 порядков ниже численности кислотообразующих бактерий.

Между кислотообразующими и метаногенными бактериями в процессе брожения устанавливается экологич. равновесие, к-рое предполагает поддержание на определенном уровне численности бактерий обеих групп. В 1 мл бродящего осадка насчитывается 10^6—10^8 метаногенных бактерий и такое же кол-во облигатно анаэробных кислотообразующих бактерий. Т.к. в кислой стадии брожения наряду с облигатными принимают участие факультативные анаэробы, общая численность микроорганизмов первой стадии оказывается выше численности метаногенных бактерий. Последние растут и размножаются значительно медленнее кислотообразующих бактерий, поэтому устойчивый процесс брожения наблюдается только при обеспечении необходимых условий для интенсивного развития метаногенных бактерий. Взаимосвязь между этими группами бактерий не ограничена метабиотическими взаимоотношениями, но приобретает более сложный ассоциативный характер благодаря взаимному влиянию через продукты обмена, напр. витамины группы В.

АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ — комплекс средств защиты металлов и сплавов, металлич. изделий и сооружений от *коррозии*, к-рый необходимо предусматривать на всех стадиях произ-ва — от проектирования объекта до транспортировки, хранения готовых изделий, монтажа и эксплуатации. По механизму действия методы А.з.м. можно разделить на 2 осн. группы: электрохим., оказывающие влияние на потенциал металла, и механич., изолирующие металл от воздействия окружающей среды защитной пленкой и покрытиями. К осн. методам А.з.м. теплотехнич. оборудования *котельных* и *ТЭЦ* относятся: легирование металлов, термообработка, ингибирование окружающей металл среды, *деаэрация* воды, водоподготовка, применение защитных покрытий, создание микроклимата и защитной атмосферы. Легированием при электрохим. коррозии металлов достигается перевод металла из активного состояния в пассивное, при этом образуется пассивная пленка с высокими защитными свойствами. Напр., легирование железа хромом позволило перевести железо в устойчивое пассивное состояние и создать целый класс сплавов, наз. нержавеющими сталями. Термообработка металлов устраняет структурную неоднородность, вызывающую *коррозию металлов избирательную*, и снимает внутр. напряжения в сплавах, исключая тем самым их склонность к межкристаллитной и точечной коррозии, к коррозии под напряжением. Это очень важно для оборудования ТЭЦ, работающего при высоких темп-рах и давлениях. Широко распространены *коррозионные ингибиторы*. Защитные покрытия делят на металлич. и неметаллич. В зависимости от потенциала металла они могут быть анодными и катодными по отношению к защитному металлу. Анодные покрытия уменьшают или полностью устраняют коррозию осн. металла в порах покрытия, т.е. оказывают электрохимич. защиту. Катодные покрытия могут усилить коррозию в порах, однако их частично применяют, т.к. они повышают физико-механич. свойства металла, напр. износостойкость, твердость. Металлич. покрытия различают и по способу их получения. Для А.з.м. применяют также неорганич. покрытия, состоящие из окислов, фосфатных, хроматных, фторидных и др. сложных неорганич. соединений. Неорганич. покрытия наносятся хим. и электролитич. методами. К неорганич. покрытиям, получаемым горячим способом, относится эмалирование, широко распростран. в бытовой технике и для защиты металлов от газовой коррозии при высоких темп-рах. При длит. хранении и транспортировке металлич. изделия и запасные части подвергают консервации.

АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА ТЕПЛОПРОВОДОВ — комплекс методов защиты теплопроводов от *коррозии*. А.з.т. комплексно решается в процессе проектирования и эксплуатации *систем теплоснабжения*. Интенсивность наружной коррозии теплопроводов (см. *Коррозия металлов*) зависит от их темп-рного режима, наличия влаги, кислорода, агрессивных солей и к-т в грунте, грунтовых вод, а иногда и от теплоизоляции. Существуют общие и спец. методы защиты теплопроводов от наружной коррозии. К общим относится совместная защита их от наружной коррозии и увлажнения: нанесение на наружную поверхность тепловой изоляции покровного слоя, защищающего ее от влаги и механич. повреждений, отвод воды путем понижения уровня грунтовых вод и устройства попутного дренажа, создание условий для высыхания изоляции и др. Спец. методами теплопроводы защищают только от коррозии. К ним относятся: нанесение на поверхности труб антикорроз. покрытий, понижение корроз. агрессивности грунта и тепловой изоляции, электрич. методы защиты, меры, уменьшающие сток тока с трубопровода в грунт, создание тепловых режимов, способствующих затуханию корроз. процессов. Антикорроз. покрытия устраняют непосредств. контакт металла с агрессивными газами и солями, проникающими с влагой при увлажнении изоляции. Выполняются они из обмазочных и оберточных матери-

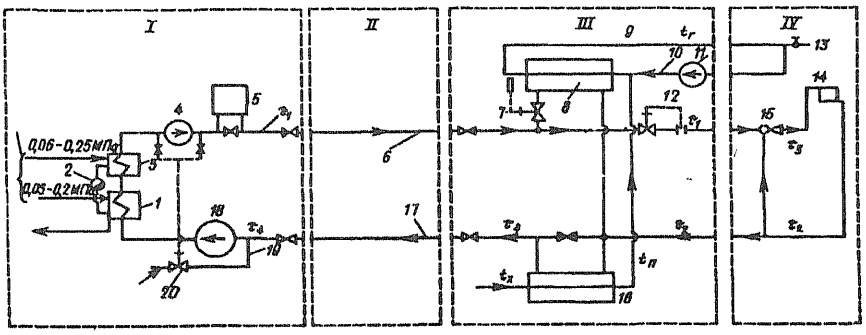


Схема закрытой системы теплоснабжения
I — теплоприготовительная установка ТЭЦ; *II* — тепловые сети; *III* — тепловой пункт; *IV* — тепловой ввод в здание; *1, 3* — теплофикационные подогреватели; *2* — конденсатоотводчик; *4, 11* — циркуляционные насосы; *5* — пиковый котел; *6, 9* — подающие линии; *7* — регулятор температуры; *8, 16* — теплообменники; *10* — циркуляционная линия; *12* — регулятор расхода; *13* — система горячего водоснабжения; *14* — система отопления; *15* — элеватор с регулируемым соплом; *17* — обратная линия; *18* — бустерный (дополнительный) насос; *19* — подпитка; *20* — регулятор подпитки

пределах 150—70°С, системы отопления и горячего водоснабжения работают по несвязанным режимам, а их регулирование обеспечивает спрос потребителей на теплоту. При более высоких темп-рах наружного воздуха потребителю подается горячая вода требуемой темп-ры и в необходимых кол-вах, а в системы отопления — теплоноситель с темп-рой, более высокой, чем необходимо, что вызывает перегрев помещений. Во избежание этого вводят дополнит. автоматич. регулирование, напр. *элеватор* с регулируемым соплом, к-рый устанавливают в отапливаемом здании, где монтируют местную систему горячего водоснабжения и систему отопления.

Схема З.с.т. предусматривает несвязанное регулирование подачи теплоты на отопление и горячее водоснабжение, т.к. перед последней установлен регулятор темп-ры, а перед системой отопления — регулятор расхода. При таком регулировании теплопроводы должны быть рассчитаны на макс. расход воды. Для сокращения его, а следовательно, уменьшения капиталовложений в тепловую сеть, применяют связанное регулирование подачи теплоты потребителям. При нем в момент пика потребления горячей воды теплота в системы отопления недодается, а в периоды провалов недоданная теплота возмещается. Достигается это установкой регулятора расхода перед теплообменниками горячего водоснабжения. В результате пиковая нагрузка с тепловой сети снимается. Но связанное регулирование приводит к колебанию темп-ры воздуха внутри помещения на 1—1,5°С. Чтобы эти колебания не выходили за допустимые границы, такие системы используют, когда макс. расход теплоты на горячее водоснабжение составляет не более 0,6 расчетного расхода теплоты на отопление. Если этот расход составляет 0,6—1,2, то применяют обычную двухступенчатую схему. При расходе теплоты на горячее водоснабжение более 1,2 расхода на отопление используют параллельную схему.

Для сокращения расхода теплоносителя по тепловым сетям применяют "повышенный" график темп-р, т.е. ведут регулирование по совмещ. нагрузке на отопление и горячее водоснабжение. В этом случае по сети идет теплоноситель, рассчитанный исходя из нагрузки на отопление и вентиляцию без учета расхода теплоты на горячее водоснабжение. Без учета горячего водоснабжения рассчитывают и диаметры тепловых сетей. Теплота на горячее водоснабжение транспортируется тем же теплоносителем, но за счет повышения его темп-ры. В ЦТП поступает теплоноситель с темп-рой более высокой, чем τ_1 по отопит. графику. Теплота, соответствующая этой разности темп-р, идет на нагрев горячей воды, соответствующая разница темп-р $\tau_1 - \tau_2$ — на отопление, а теплота, соответствующая разности $\tau_2 - \tau_4$ — на горячее водоснабжение. Следовательно, теплота, соответствующая остыванию теплоносителя от нач. темп-ры до τ_1 и от τ_2 до τ_4, должна быть равна теплоте, расходуемой на горячее водоснабжение. Исходя из этого условия и определяют темп-ру нагрева воды в источнике теплоты, соответствующую повыш. графику. Т.о., при расходовании теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение применяют регулирование по совмещ. нагрузке. Если доля расхода теплоты на горячее водоснабжение мала, то можно использовать центр. регулирование по отопит. нагрузке.

Осн. достоинством З.с.т. по сравнению с открытой системой является высокое качество горячей воды, т.к. она получается в результате нагрева водопроводной воды в поверхностных теплообменниках, располагаемых в непосредственной близости от мест ее разбора. Осн. недостаток — раздробленность тепловых пунктов, где приготовляется горячая вода, что осложняет водоподготовку.

ЗАМОРАЖИВАНИЕ ОСАДКОВ — способ улучшения водоотдающих свойств осадков сточных вод с последующим их оттаиванием. После замораживания и оттаивания осадок обезвоживается механич. путем без применения дополнит. реагентов. Особенно эффективно его обезвоживание на *фильтрах намывных* и ленточных фильтр-прессах. Длительная выдержка оттаявшего осадка ведет к ухудшению его водоотдачи. При искусств. З.о. оптим. значения уд. теплового потока (поверхностной плотности) лежат в пределах 5000—15 000 Вт/м^2. При более высоких тепловых потоках уд. сопротивление фильтрации осадков снижается недостаточно, а при более низких резко снижаются экономич. показатели вследствие роста металлоемкости теплообменного оборудования. Полное промораживание осадков позволяет снижать их уд. сопротивление до $(1—16)10^{10}$ см/г, при этом более низкие значения получают путем медленного замораживания.

Благодаря способности *воды* мигрировать через стенки клеток и ячеек коллоидов, составляющих основную часть осадка, в процессе замораживания происходит обезвоживание твердой фазы. Если процесс протекает достаточно медленно, то вся связанная влага, способная к диффузии при данных условиях, успевает мигрировать в межклеточное пространство, где она и замерзает. Давление, возникающее при расширении кристаллизующейся воды, способствует *коагуляции* и укрупнению обезвоженных частиц твердой фазы осадков. Искусств. замораживание и оттаивание осадков могут осуществляться с использованием метода непрерывного тонкослойного замораживания на льдогенераторах барабанного типа. При замораживании в естеств. условиях происходят расслоение с концентрированием осадка в нижней части и образование льда на поверхности. З.о. и оттаивание их на иловых площадках позволяют интенсифицировать их работу, но при этом высота слоя осадка на иловой площадке не должна превышать глубину промораживания, а вода по мере оттаивания должна удаляться с поверхности.

ЗАМОРАЖИВАНИЕ — ОТТАИВАНИЕ ОСАДКОВ ПРИРОДНЫХ ВОД — способ улучшения водоотдающей способности осадков за счет перераспределения форм связи при фазовом превращении. Наблюдаемый в процессе замораживания эффект носит необратимый характер, после оттаивания водоотдающая способность

алов в неск. слоев (изола, бризола), эпоксидных или органосиликатных эмалей и красок, стеклоэмалей и др. Понижение корроз. агрессивности грунта и тепловой изоляции достигается путем их пассивации — создания щелочной среды, при к-рой корроз. процессы затухают. Пассивацию грунта можно производить путем введения в него извести, битумперлита (едкого натрия).

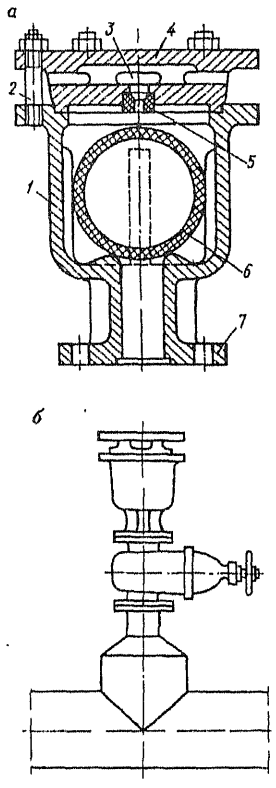
К электрич. методам защиты трубопроводов от коррозии относятся электрич. дренаж, катодная и протекторная защита. При электрич. дренаже происходит отвод по проводнику обратно к источнику блуждающих токов, попавших на трубопровод. При катодной защите на трубопровод накладывают отрицат. потенциал, переводя участок его в катодную зону. В качестве анодов используют металл, помещ. в грунт вблизи трубопровода. Отрицат. полюс источника пост. тока соединяют с трубопроводом, а положит. — с анодом. Создается замкнутый контур тока, по к-рому ток по грунту, защищаемому трубопроводу и изолир. кабелю возвращается к источнику питания. При протекторной защите трубопровод превращают в катод без пост. источника тока, а в качестве анода используют металлич. стержень, помещаемый в грунт возле трубопровода с более отрицат. потенциалом, чем железо (цинк, алюминий, магний и их сплавы). Между катодом и анодом устанавливается электрич. контакт. В образовавшейся т.о. гальванич. паре корродирует не трубопровод, а протектор (анод). К спец. мерам, снижающим величину блуждающих токов в теплопроводах, относятся: удаление трассы *тепловых сетей* от рельсовых путей электрифициров. транспорта и уменьшение числа пересечений с ним; увеличение переходного сопротивления сетей путем применения электроизолирующих *неподвижных* и *подвижных опор трубопроводов*; уравнивание потенциалов между смежными паралл. трубопроводами путем установки между ними поперечных электроперемычек при применении электрохим. защиты; установка электроизолирующих фланцев на трубопроводах на вводе тепловой сети (или в ближайшей камере) к объектам, к-рые могут являться источниками блуждающих токов (трамвайное депо, тяговые подстанции, ремонтные базы и т.п.).

Защита от наружной коррозии путем поддержания определ. тепловых режимов основывается на зависимости интенсивности коррозии от темп-ры поверхности стальной трубы. Т.к. при темп-рах 20—30 и 90—95°С скорости коррозии снижаются в 4—5 раз, желательна темп-ра в подающем трубопроводе не ниже 90°С (см. также *Антикоррозионная защита металлов*).

АНТРАЦИТ (от греч. anthrakitis) — ископаемый уголь, имеющий низшую *теплоту сгорания* рабочего состава 27 МДж/кг и выход летучих в-в около 7%. Черный, часто с сероватым оттенком, иногда с пестрой побежалостью, с сильным металлич. блеском А. имеет влажность 1—3%. В его горючей массе содержатся углерода 93,5—97%, водорода 1—3%, кислорода и азота 1,5—2%. Горит коротким пламенем и бездымно. По объемному выходу летучих в-в А. делят на 2 промышленные марки — полуантрациты и собственно А. А. залегает в виде пластов различной мощности.

АППАРАТЫ ТЕПЛОМАССООБМЕНА ПЕННЫЕ — контактные *теплообменные аппараты*, используемые для обработки *воздуха* в *кондиционерах*. В пенных теплообменниках создается водовоздушная эмульсия, обеспечивающая развитую площадь поверхности контакта воздуха с *водой*, за счет чего интенсифицируется тепломассообмен. Используют А.т.п. трех видов: полочные, где эмульсия создается при прохождении воздуха через отверстия в горизонт. решетке, на к-рую подается вода; циклонные, в к-рых в вертик. камеру подается предварительно закруч. воздушный поток, захватывающий подаваемую сверху воду, в результате чего образуется пенный слой; ударно-пенные, в к-рых воздух с большой скоростью подводится под углом к поверхности воды, поднимает часть ее, образуя в вертик. плоскости слой пены. А.т.п. отличаются большими потерями давления воздуха, что требует повыш. расходов энергии.

АРМАТУРА НА ТРУБОПРОВОДАХ, трубопроводная арматура систем водоснабжения и водоотведения (от лат. armatura — снаряжение, вооружение) — вспомогат., обычно стандартные, устройства и детали, не входящие в состав осн. оборудования, но необходимые для включения — выключения, регулирования, обслуживания, ремонта и обеспечения надежной работы трубопроводов. Трубопроводная А. должна соответствовать внешним и внутр. нагрузкам на трубопровод, обеспечивать герметичность, иметь требуемые гидравлич., гидродинамич., кавитац. и противокорроз. свойства, отвечать условиям надежности. Осн. параметрами А.т. являются диаметр условного прохода, к-рый устанавливают стандартом, и условное давление — наибольшее избыточное рабочее давление при темп-ре среды 20°С. В каталогах трубопроводной А. обычно указывают ее рабочее и пробное давления. А.т. аэрационная — вантузы и клапаны для впуска, выпуска и защемления воздуха, скапливающегося в трубопроводе, а также для впуска воздуха в места разрыва сплошности потока, возникающего при переходных режимах протекания воды по трубопроводу.



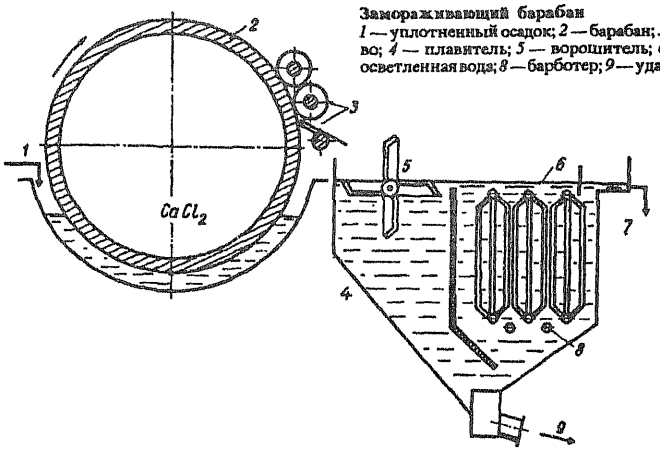
Шаровой вантуз *Dy* = 50 мм (*а*) и схема установки его на водоводе *Dy* = 1000 мм (*б*)

1 — корпус; 2 — верхний фланец; 3 — отверстие; 4 — зонт-крышка; 5 — втулка; 6 — полиэтиленовый шар; 7 — нижний фланец

Вантузы могут быть шаровыми, рычажными и мембранными. Они рассчитаны на небольшую пропускную способность воздуха при низких давлениях воды в трубопроводе. Диаметр присоединительного патрубка вантузов обычно 50 мм. На схеме приведен шаровой вантуз.

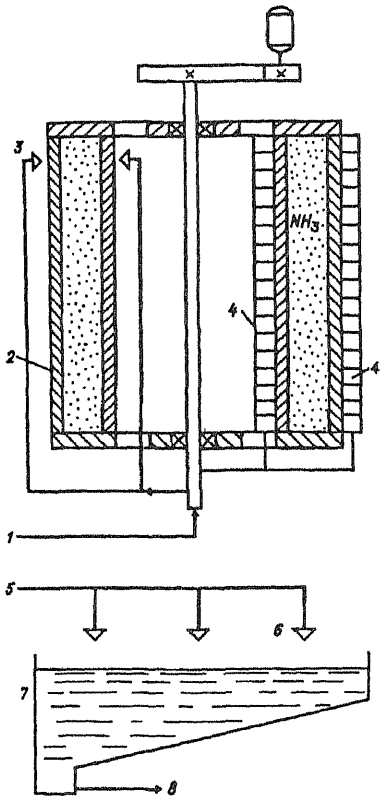
Для впуска и выпуска больших объемов воздуха применяют автоматические клапаны. Диаметр присоединительного патрубка клапанов — 400—500 мм.

А.т. водоразборная предназначена для отбора воды из системы водоснабжения: водоразборные краны и смесители, поплавковые клапаны, уличные колонки, пожарные гидранты. Арматуру первых трех видов используют в системах сан.-тех. оборудования жилых, обществ. и производств. зданий при отборе воды на хоз.-питьевые нужды и для укомплектования *бачков смывных*, *умывальников*, *моек кухонных*, *бидэ*, *ванн купальных*, душей. Поплавковые клапаны, кроме того, применяют для ограничения подачи воды в резервуары пром. назначения. По конструкции запорного элемента они бывают клапанные, дисковые, шаровые, поршневые, зо-



Замораживающий барабан
1 — уплотненный осадок; *2* — барабан; *3* — срезающее устройство; *4* — плавитель; *5* — ворошитель; *6* — теплообменник; *7* — осветленная вода; *8* — барботер; *9* — удаление оттаявшего осадка

осадков возрастает в десятки раз, что позволяет успешно проводить их обезвоживание. В естеств. условиях обработку осадков холодом осуществляют на площадках обезвоживания. Осн. недостаток естеств. замораживания — малая глубина промерзания слоя замораживаемого осадка в результате резкого снижения интенсивности *теплопередачи* по мере увеличения толщины слоя. Увеличение нагрузки на площадки в 3—5 раз достигают интенсификацией *теплообмена* между *воздухом* и осадком, для чего осуществляют либо намораживание осадка слоями в 10—20 см, либо послойную срезку заморож. осадка. Площадки целесообразно располагать на открытых, не защищенных от ветра местах, при этом их длинная сторона должна быть ориентирована в сторону наиболее интенсивного движения ветра в зимний период. Когда местные условия не позволяют эффективно обрабатывать осадок в естеств. условиях, переходят на использование искусств. холода, получаемого с помощью *холодильных машин* и аппаратов.

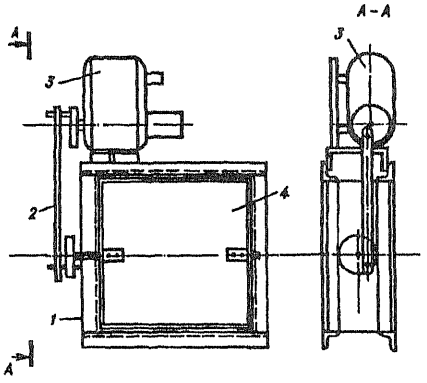


Роторный льдогенератор
1 — уплотненный осадок; *2* — льдогенератор двухстороннего намораживания; *3* — форсунки для осадка; *4* — срезающее устройство; *5* — теплая вода; *6* — форсунки для воды; *7* — плавитель; *8* — удаление оттаявшего осадка

Теплообмен между осадком и хладоносителем ведется в смесит. или рекуперативных *теплообменных аппаратах*. В аппарате первого типа осадок замораживается за счет непосредств. контакта с хладоносителем, второго — теплообмен ведется через разделяющую стенку. Процесс оттаивания протекает в осн. за счет теплоты, отводимой от осадка при его замораживании. Требуемое направление тепловых потоков обеспечивается холодильными машинами, работающими в режиме теплового насоса.

В нашей стране существуют технология и установки для непрерывного тонкослойного З.-о.о.п.в. Толщина замораживаемого слоя в этих установках составляет 1—3 мм, плотность теплового потока в них при замораживании не превышает 10 кВт/м^2. Расчет произ-сти установок тонкослойного З.-о.о.п.в. связан с определением продолжит. процесса замораживания, к-рый в свою очередь зависит от условий теплообмена между хладоносителем и осадком.

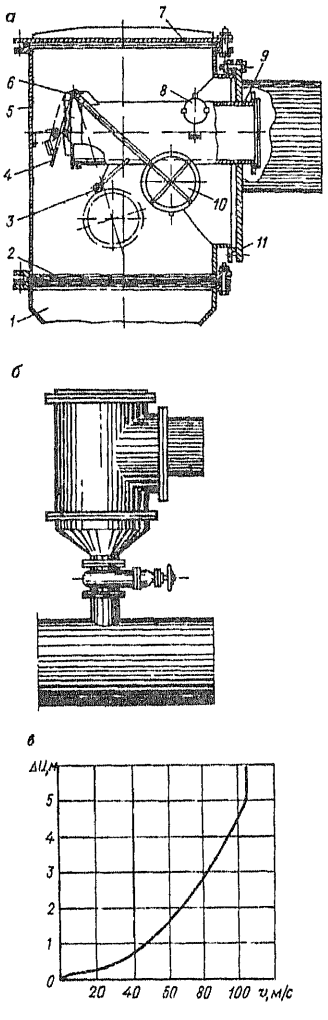
ЗАСЛОНКА ВОЗДУШНАЯ — регулировочное и запорное устройство, устанавливаемое на отд. ответвлениях *вентиляционной системы*, *воздухораспределителях* и у *местных отсосов*. Полотно З.в. имеет форму *воздуховода* — круглую или прямоугольную. Поворачиваясь вокруг оси, З.в. перекрывает сечение воздуховода. Привод осуществляется снаружи через спец. рычаг, прикрепл. к



Заслонка воздушная с электроприводом для воздуховода прямоугольного сечения
1 — корпус; *2* — рычаг управления; *3* — электродвигатель с редуктором; *4* — полотно заслонки

оси З.в. Если привод ручной, З.в. наз. *дроссель-клапаном*. З.в., установл. в труднодоступных местах, снабжают электроприводом. Регулировку и отключение ответвлений воздуховодов диаметром 100—300 мм можно проводить перемещающейся З.в. — шибером. При испытании и наладке вентиляц. систем для увязки ответвлений устанавливают диафрагмы. В этом случае З.в. используют как отключающее устройство, работающее в режиме "открыто — закрыто".

ЗАТЕКАНИЕ ВОДЫ В ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР — кол-во поступающего в него *теплоносителя*, составляющего часть общего расхода воды в *стояке* или *ветви системы отопления*. З.в.в.о.п. определяется в абсолютных и относит. величинах, причем последние, выраж. в долях общего расхода воды, носят назв. коэфф. затекания воды. Напр., *этот* коэфф., равный 0,3, означает, что в *отопительный прибор* поступает 30% общего расхода воды, подаваемого к приборному узлу системы отопления. Чаще всего понятие о коэфф. затекания воды относят к *однотрубным системам водяного отопления* с приборными узлами, к-рые имеют участки у отопит. приборов. При конструировании таких систем стремятся к повышению этого коэфф.: чем больше затекание, тем выше темп-ра воды в приборе и тем меньше его площадь. Коэфф. зате-



Клапан для впуска и выпуска воздуха (*а*), схема установки его на водоводе (*б*) и зависимость потерь напора в КВВВ от скорости движения воздуха (*в*)

1 — патрубок; *2* — решетчатый рассекатель; *3* — упор; *4* — тарель; *5* — корпус; *6* — ось; *7* — крышка; *8* — рычажный вантуз; *9* — выпускной патрубок; *10* — шаровые поплавки; *11* — фланец

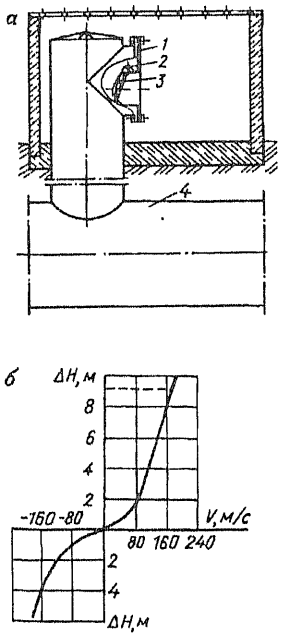
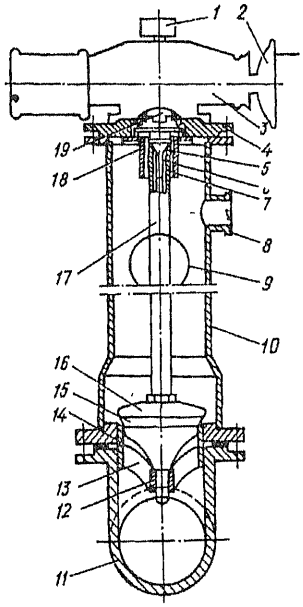


Схема установки клапана для впуска и защемления воздуха (*а*) и зависимость потерь напора ΔH от скорости впуска воздуха (*б*)

1 — монтажный фланец; *2* — ось; *3* — тарель; *4* — трубопровод



Устройство с электроприводом для отбора воды из подземных водопроводов

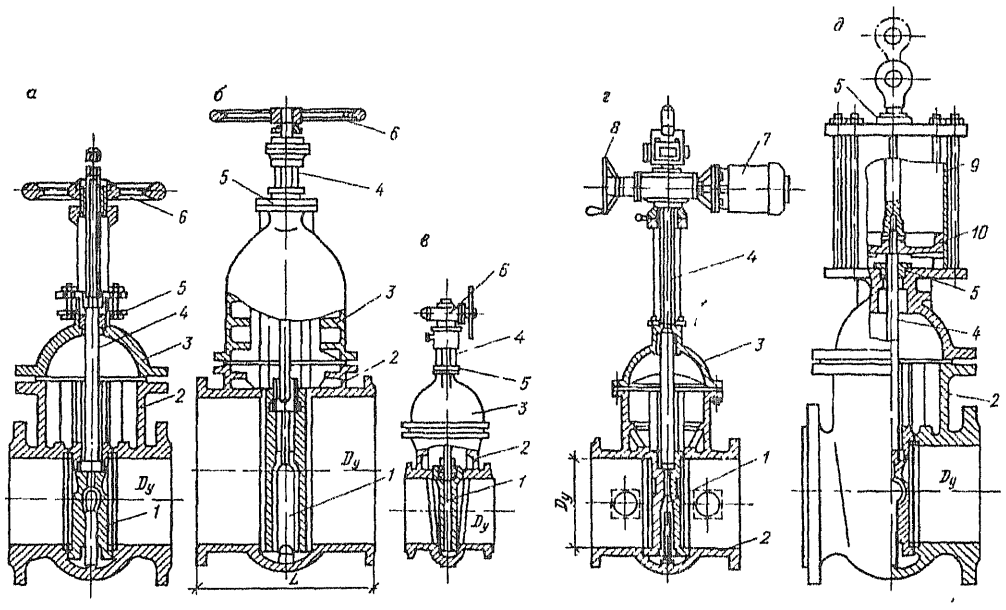
1 — пускатель; *2* — ручной привод; *3* — редуктор; *4* — опора; *5* — направляющие пазы; *6* — шпиндель; *7* — выступы; *8, 9* — патрубки; *10* — корпус; *11* — трубопровод; *12* — втулка; *13* — спицы; *14* — седло; *15* — уплотнит. кольцо; *16* — клапан; *17* — шток; *18* — втулка; *19* — вал передачи

лотниковые, мембранные; по режиму работы — непрерывного, порционного или повторно-кратковременного действия. Конструкции А.т. водоразборной отличаются большим разнообразием и в общем случае включают: жесткие или гибкие подводящие патрубки; корпус; запорные элементы, управляемые вручную с помощью одной или двух рукояток, полуавтоматич. или автоматич. светолучевыми, ультразвуковыми или тепловыми датчиками, работающими в повторно-кратковременном режиме; жесткие, гибкие или поворотные изливы с аэраторами, струевыпрямителями или душирующими насадками, обеспечивающими соответственно сплошную или раздробленную струю воды; переключатели потока для поочередного включения компактной струи или душа; элементы крепления. Сан.-тех. водоразборную А.т. устанавливают непосредственно на приборе или над ним и присоединяют к трубопроводам систем горячего и холодного водоснабжения.

Уличные колонки для отбора воды на хоз.-бытовые нужды, устанавливаемые на наружной водопроводной сети, обеспечивают полную герметизацию трубопроводов от попадания загрязнений извне. Наземные и подземные пожарные гидранты используют для отбора воды на пожаротушение, а также заполнения автоцистерн. Наземные пожарные гидранты бесколодезного типа применяют в сельской местности и пригородных зонах. Существуют конструкции таких гидрантов, совмещ. с водоразборной колонкой. В основу подземных гидрантов, устанавливаемых в водопроводных колодцах, положена конструкция бесколодезного гидранта для подачи воды в автоцистерны, а также для использования в качестве контрольно-пускового узла для автоматич. включения стационарных установок пожаротушения.

В сан.-тех. приборах используется А.т. водосливная, предназнач. для приема и отвода сточных вод в *канализационную сеть*, а также для создания гидравлич. затвора, предотвращающего проникновение газов в помещение. Она включает перелив, переливную трубу, выпуск с пробкой и цепочкой, сифон и отводную трубу. Выпуск при заполнении прибора водой закрывают пробкой, перелив и переливная труба предохраняют его от переполнения. Через выпуск, сифон и отводную трубу в канализационную сеть прибор опорожняется от воды. А.т. водосливную изготовляют из пластмассы (полиэтилена, полипропилена, ударопрочного полистирола и др.), латуни с гальванопокрытием, нержавеющей стали, керамики.

К А.т. запорной, предназнач. для перекрытия потока воды в трубопроводе, относятся задвижки, дисковые поворотные затворы, вентили, краны. Задвижки по конструкции подразделяют на парал. и клиновые. В парал. проход корпуса перекрывается двумя парал. подвижно соединенными между собой дисками, к-рые раздвигаются одним или двумя располож. между ними клиньями: в клиновых — одним клинообразным круглым диском, помещ. в гнезда между наклонными уплотняющими кольцами корпуса. Преимущество парал. задвижек перед клиновыми в меньшей трудоемкости обработки уплотняющих колец и их незначит. изнашиваемости, в меньших усилиях при открытии после длит. нахождения в положении "закрыто". Задвижки изготовляют с выдвиж-



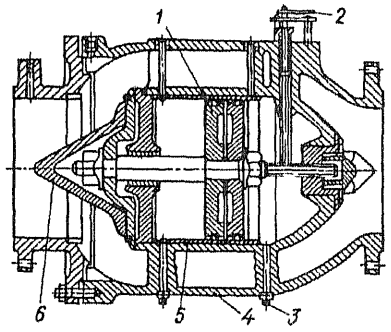
Схемы задвижек

а, б — параллельные с ручным приводом с выдвижным и невыдвижным шпинделем; *в* — клиновая с ручным приводом и невыдвижным шпинделем; *г, д* — параллельные с электрич. и гидравлич. приводами; *1* — запорный диск; *2* — корпус; *3* — крышка; *4* — шпиндель; *5* — сальник; *6* — штурвал; *7* — электропривод; *8* — маховик ручного привода; *9* — цилиндр; *10* — поршень

ным и невыдвижным шпинделем. Первый при вращении совершает поступат. движение, второй — только вращат. Выдвижной шпиндель имеет бо́льшую высоту в положении "открыто" — на величину хода шпинделя. Задвижки бывают плоскими, овальными, круглыми соответственно на низкое, среднее и высокое давления. Их изготовляют на давление 0,25—6,4 МПа в диапазоне диаметров 50—800 мм. Корпус задвижек выполнен из чугуна — при P_y до 1 МПа и стали — при бо́льших давлениях. Задвижки выпускают с ручным, электрич. и гидравлич. приводами. Первые используют при отсутствии необходимости частых перекрытий трубопроводов, вторые — при систематических открытиях и закрытиях, а также автоматизации работы задвижек. На водопроводных сооружениях применяют задвижки с гидравлич. приводом. Задвижки больших диаметров оборудуют обводными линиями, на к-рых устанавливают задвижки меньших диаметров для выравнивания давления до и после запорного органа.

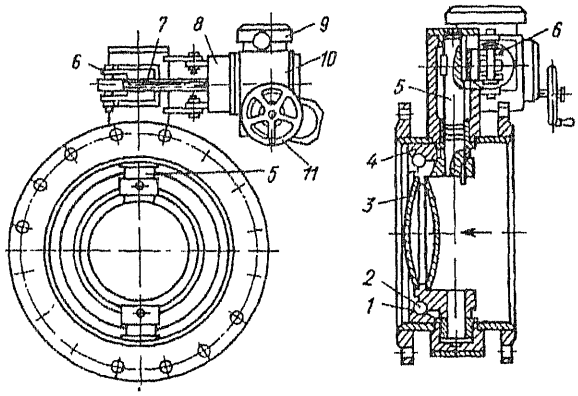
Соединение задвижек с трубопроводом — фланцевое. Достоинство задвижек — герметичность; недостатки — значит. масса, габариты, стоимость и неравномерное возрастание гидравлич. сопротивления в процессе закрытия. Задвижки нецелесообразны для регулирования подачи, т.е. не рассчитаны на работу в положении частичного открытия. Предпочтительны задвижки с уплотнением из эластомеров. Существуют бесфланцевые задвижки, исключающие трудности эксплуатации фланцевых соединений на болтах. Установка задвижек на трубопроводах может осуществляться в колодцах, камерах или непосредственно в грунте. К многоцелевым относятся кольцевые задвижки, к-рые могут работать в качестве запорного устройства, обратного клапана, дросселирующего устройства, регулятора давления, сбросного устройства, регулятора уровня. Недостатками этих задвижек являются сложность изготовления и высокая стоимость.

Дисковые поворотные затворы (ДПЗ) имеют ряд преимуществ перед задвижками: меньшие масса, габариты и стоимость, высокие показатели надежности, более плавное изменение гидравлич. сопротивления при закрытии, возможность нек-рых конструкций работать в промежуточном положении. Недостатки — более высокое гидравлич. сопротивление и неудобства, к-рые могут возникнуть при прочистке трубопровода. Диско-



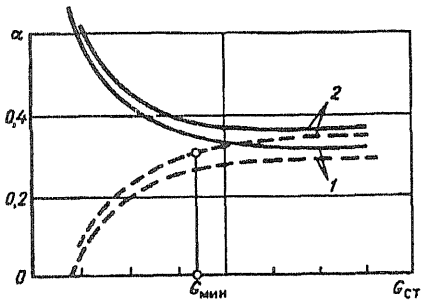
Кольцевая задвижка

1 — поршень; *2* — указатель положения клапана; *3* — сливные пробки; *4* — корпус; *5* — гидроцилиндр; *6* — запорный клапан



Дисковый поворотный затвор с уплотнением на диске на условное давление 1 МПа

1 — прижимное кольцо; *2* — резиновое кольцо; *3* — диск; *4* — седло; *5* — вал; *6* — рычаг; *7* — шпиндель; *8* — бугельный узел; *9* — концевые выключатели; *10* — электропривод; *11* — ручной штурвал



Изменение коэффициента затекания воды в отопительные приборы однотрубных стояков α

1 — с замыкающими осевыми; 2 — со смещенными участками при движении воды в стояках в количестве $G_{ст}$ сверху вниз (сплошные линии) и снизу вверх (пунктирные линии)

кания зависит прежде всего от направления движения и расхода воды в стояках: при движении сверху вниз З.в. возрастает по мере сокращения ее расхода, при движении снизу вверх — уменьшается. В последнем случае наблюдается миним. расход воды в стояке, при к-ром еще целесообразно применение замыкающих участков в приборных узлах ($G_{мин}$). Так, если диаметр труб замыкающих участков стояка и *подводок к отопительным приборам* 15 мм, то при расходе воды менее 200 кг/ч следует переходить к приборным узлам в однотрубном стояке с протеканием общего расхода воды через отопит. приборы. Коэфф. затекания воды повышается также при смещении замыкающего участка от оси стояка, при увеличении диаметра и сокращении длины подводок к прибору, при уменьшении диаметра замыкающего участка (напр., если замыкающий участок имеет диаметр 15 мм при диаметре труб стояка и подводок 20 мм).

ЗАТУХАНИЕ И ЗАПАЗДЫВАНИЕ (тепловой, температурной волны) — хар-ки *теплоустойчивости ограждения*, при определении к-рых рассматривается прохождение гармонич. колебаний темп-ры и теплового потока от одной среды, соприкасающейся с ограждением, к его противоположной поверхности, со стороны к-рой поддерживается пост. темп-ра др. среды. При этом колебания темп-ры и теплового потока уменьшаются по амплитуде (затухают) и запаздывают во времени, что проявляется, когда воздействующий тепловой поток достиг своего максимума и начал уменьшаться, а темп-ра и тепловой поток на противоположной поверхности еще нек-рое время продолжают увеличиваться. Такое же отставание будет при достижении темпрой и тепловым потоком своего минимума. З.з. *тепловой (температурной) волны* — это модуль и аргумент отношения β_t радиуса-вектора колебаний темп-ры в среде, из к-рой направлена тепловая волна, к радиусу-вектору колебаний темп-ры в интересующем нас сечении. Затухание (модуль отношения β_t) показывает, во сколько раз уменьшается амплитуда колебаний, а запаздывание (аргумент отношения β_t) — отставание во времени колебаний в данном сечении от колебаний темп-ры в среде, из к-рой направлена тепловая волна. Величина β_t, являясь произведением хар-к З.з. на отд. участках прохождения темп-рной волны, выражается комплексным числом

$$\beta_t = \beta_1\beta_2 \dots \beta_n\beta_c =$$
$$= l^{\Sigma s\sqrt{i}}(s_1\sqrt{i}+\alpha_1)/(s_1\sqrt{i}+y_1) \times$$
$$\times(s_2\sqrt{i}+y_1)/(s_2\sqrt{i}+y_2) \dots$$
$$\dots y_k - 1/y_k \dots (s_n\sqrt{i}+y_n-1) /$$
$$/ (s_n\sqrt{i}+y_n)(y_n+\alpha_n)/\alpha_n,$$

где $\beta_1,\beta_2, \dots, \beta_n$ — хар-ки З.з. темпрной волны в отд. слоях ограждения; β_c — хар-ка З.з. при переходе темп-рной волны от среды на прилегающую к ней поверхность слоя n; $s_1, s_2, \dots, s_n$ — *коэффициенты теплоусвоения материала* слоев 1, 2, ..., n; y_1, y_2, y_n — *коэффициенты теплоусвоения поверхности ограждения*, от к-рой направлена тепловая волна каждого слоя 1, 2, ..., n; α_1 — коэфф. теплообмена на поверхности, к к-рой направлена тепловая волна со стороны, откуда поддерживается пост. темп-ра среды; α_n — то же, на поверхности со средой, от к-рой направлена темп-рная волна; y_{k-1} — множитель, показ. З.з. в воздушной прослойке, если она имеется в ограждении, при этом коэфф. теплоусвоения y_{k-1} относится к той ограничивающей воздушную прослойку поверхности, к к-рой направлена волна, а y_k — к поверхности, от к-рой она движется.

Хар-ку затухания тепловых потоков β_q между любыми плоскостями в стенке m и m-1 (при переходе волны от m к m-1) можно получить в зависимости от β_t между этими плоскостями: $\beta_q = \beta_t(y_m/y_m - 1)$.

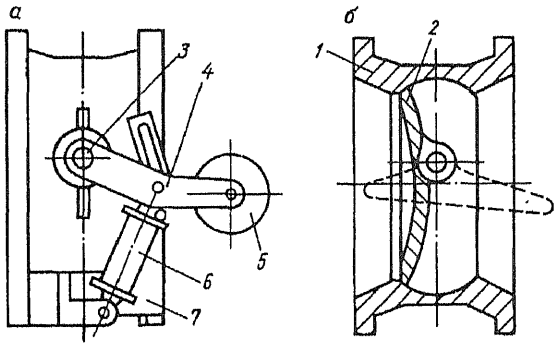
Т.о., затухание тепловой волны равно произведению затуханий на отд. участках ее пути, а запаздывание — сумме запаздываний на этих участках.

З.з. в конечном итоге зависят от теплофиз. свойств материалов слоев, их расположения и толщин, периода тепловой волны и условий *теплообмена* на обеих сторонах ограждения. При изменении направления волны на противоположное в стенке, на обеих поверхностях к-рой условия теплообмена одинаковы, затухания колебаний темп-ры и тепловых потоков не изменяются. Если же коэфф. теплообмена снаружи $\alpha_н$ и изнутри $\alpha_в$ неодинаковы, то перемена направления волны в ограждении в обратную сторону (изнутри наружу вместо снаружи внутрь) увеличит сквозное затухание в $\alpha_н/\alpha_в$ раз. Запаздывание фазы колебаний в обоих случаях не меняется. Расположение слоев с высокой теплоустойчивостью материалов с внутр. стороны ограждения увеличивает сквозное затухание наружных воздействий несмотря на то, что β_c становится меньше. Чтобы получить большее затухание темп-ры в двухслойной стенке, надо слой из более теплоустойчивого материала располагать с той стороны, где коэфф. теплообмена меньше, независимо от направления волны. Очень тонкий слой (лист стали, рубероида и т.д.), у к-рого термич. сопротивление близко к нулю, можно при определении сквозного затухания через ограждение не учитывать. Если ограждение целиком состоит из такого слоя (напр., в воздухоопорных сооружениях), то затухание в нем равно коэфф. теплообмена на поверхности, со стороны к-рой направлена волна. Запаздывание колебаний темп-ры практически отсутствует (близко к нулю). Воздушная прослойка в ограждении увеличивает затухание в нем тем в большей степени, чем теплоусточивее материал, в к-рый прослойка включена. Увеличение термич. сопротивления воздушной прослойки (напр., за счет оклеивания алюминиевой фольгой поверхностей, ограничивающих прослойку) увеличит сквозное затухание. В ограждении, практически лишенном теплоустойчивости, но обладающем термич. сопротивлением (напр., в окнах), затухание равно отношению $R_o/R_в$ общего сопротивления теплопередаче ограждения к сопротивлению теплообмену на поверхности, куда направлена волна. Это наименьшее затухание, к-рым может обладать ограждение. З.з. в одной и той же конструкции тем больше, чем меньше период тепловой волны.

ЗАЩИТА ВОДОЗАБОРОВ ОТ НАНОСОВ — комплекс сооружений и устройств на равнинных реках, включающий водоприемные береговые ковши, самопромывающиеся ковши, донные V-образные пороги, наносозащитные открылки, поверхностные и донные щиты, отклоняющие поток, шпоры и *дамбы*, ловушки и *отстойники* наносов. Водоприемные береговые ковши могут быть с верховым и низовым входами воды с незатопляемыми и затопляемыми дамбами. В ковшах обеспечиваются гидравлич. режим течения, способствующий более раннему, чем в реке, отстаиванию наносов и покрытию акватории поверхностным льдом, и эффективная шугозащита. В меженный период года можно производить механич. и гидравлич. очистку ковшей от наносов, не нарушая при этом нормальной эксплу-

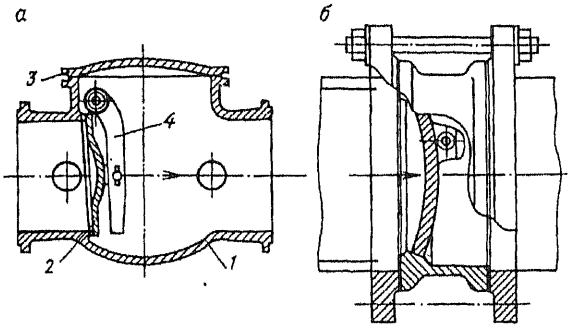
вый поворотный затвор с уплотнением на диске показан на схеме в закрытом состоянии. ДПЗ могут иметь механический, электрический или гидравлический приводы.

А.т. запорно-предохранительная предназначена для отключения трубопроводов при возникновении обратного тока воды. К этой А.т. относятся обратные клапаны различных конструкций на условное давление P_y = 0,25...4,0 МПа с регулируемым и нерегулируемым закрытием. Первые выпускают диаметрами 200—1000 мм. Они предназначены для безударного отключения трубопроводов и для установки на автоматизиров. насосных станциях, предусматривающих пуск и остановку агрегатов на открытую запорную арматуру. Эти клапаны широко используются для защиты от гидравлич. ударов. Обратные клапаны с односторонней подвеской, закрытие к-рых нерегулируемо, выпускают диаметрами 50—150 мм. При установке обратных клапанов по длине водовода в качестве противоударной защиты место их расположения определяется расчетом переходных процессов.



Клапан обратный с регулируемым закрытием

а — общий вид; *б* — разрез; *1* — корпус; *2* — диск; *3* — вал; *4* — рычаг диска; *5* — противовес; *6* — гидроцилиндр-демпфер; *7* — кронштейны

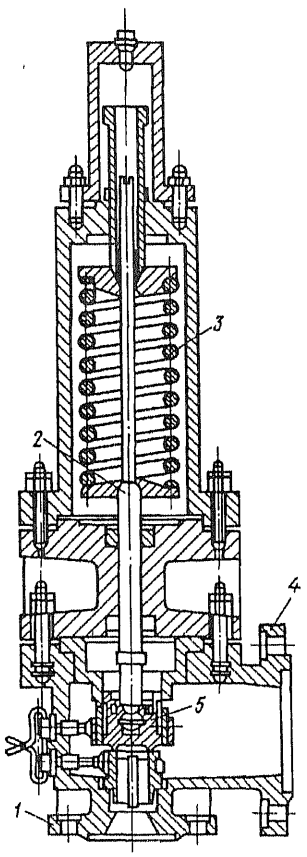


Клапан обратный поворотный с нерегулируемым закрытием

а — типа "захлопка"; *б* — безударный; *1* — корпус; *2* — тарель клапана; *3* — крышка корпуса; *4* — рычаг

А.т. предохранительная — устройства для автоматич. ограничения давления и расхода потока. Распространены воздушно-гидравлич. колпаки, водонапорные колонны и сбросные устройства, ограничивающие давление в трубопроводах при переходных процессах в системах водоподачи. Воздушно-гидравлич. колпаки — стальные сосуды, установл. на трубопроводе и заполн. в верхней части воздухом примерно на 2/3 объема при статич. давлении. К достоинствам воздушно-гидравлич. колпаков относятся простота устройства, отсутствие сброса воды из трубопровода, высокая степень гашения гидравлич. ударов, к недостаткам — быстрое уменьшение в них запаса воздуха в результате растворения его в воде, громоздкость. Вместо колпаков для гашения гидравлич. ударов могут использоваться водонапорные колонны, имеющие открытую поверхность.

К сбросной А.т. относятся спец. клапаны и устройства разл. конструкций, срабатывающие при гидравлич. ударах, начинающихся: 1) с волны повышения давления или 2) с волны понижения его. К первой группе относятся предохранит. разрывные мембраны, предохранит. пружинные клапаны и устройства, ко второй — гасители гидравлич. ударов. Предохранит. разрывные мембраны — диски, изготовл. из стали, чугуна и др. материалов, разрушающиеся при давлении воды, превышающем расчетное; при этом часть жидкости сбрасывается и давление в трубопроводе падает. Их устанавливают на отводном трубопроводе за пост. открытой задвижкой. После разрушения мембраны задвижку закрывают только на время замены мембраны. Клапаны пружинные предохранит. устанавливают в местах, где существует опасность повышения давления. Клапан срабатывает при давлении в водоводе, превышающем допустимое. Пром-сть выпускает клапаны диаметром 25—200 мм, к-рые устанавливают на трубопроводах диаметрами до 800 мм.



Клапан пружинный предохранит.

1 — клапан; *2* — шток; *3* — пружина; *4* — сбросный патрубок; *5* — соединит. фланец

Клапан гидравлический КЗГ-120 предназначен для защиты трубопроводов оросительных систем от гидравлических ударов и недопустимого повышения давления. Он устанавливается вне помещения насосной станции. Гаситель гидравлич. ударов устанавливают в здании насосной станции на патрубке после обратного клапана. Его рекомендуется устанавливать на трубопроводах больших диаметров, к-рые не реагируют на гидрав-

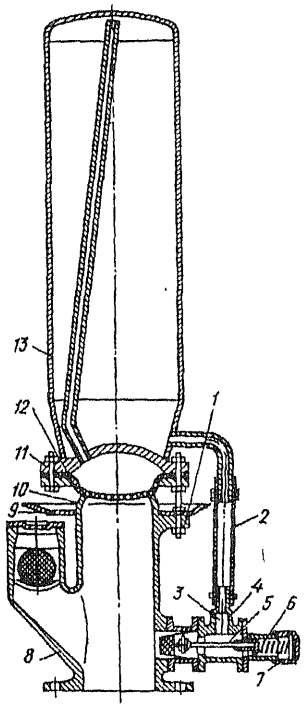
атации *водозабора*. Самопромывающиеся ковши берегового и островного типов врезаются в берег или размещаются в русле реки, их оборудуют затопленными стенками или дамбами. В обоих случаях предусматривают верховые и низовые стенки ковша, обеспечивающие его автоматич. промывку. Последняя достигается за счет кинетич. энергии речного потока и закрутки его придонных струй. Закрученный поток омывает затопленный *водоприемник* и препятствует отложению у его окон донных наносов. V-образные пороги и открылки на водоприемнике создают местные течения, препятствующие отложению наносов. Поверхностные и донные щиты усиливают циркуляцию речного потока и способствуют перераспределению наносов по дну реки, улучшающему работу водозабора. Отклоняющие поток шпоры и дамбы выполняют вспомогат. роль, способствуя более эффективной работе как береговых водоприемных, так и самопромывающихся ковшей. Для отвода донных наносов от водозабора по дну реки прокладывают перфориров. трубы, в к-рые под напором подается вода. Длина трубы достигает 5—10 м. При промывке водоприемников обратным током удаляются наносы, отложившиеся внутри водоприемников и во всасывающих трубопроводах. Донные прорези перед водоприемниками перехватывают наносы реки и не допускают подход их к сооружениям. Их эффективность связана с колвом наносов в речном потоке. Прошедшая через сооружение первого подъема вода при необходимости осветляется в спец. отстойниках.

ЗАЩИТА ВОДОЗАБОРОВ ОТ ШУГИ — комплекс приемов и устройств, предохраняющих водозаборные сооружения от закупорки скоплениями рыхлого губчатого льда, находящегося в водной толще (глубинная шуга) или на поверхности водоема (поверхностная шуга) и образуемого из кристалликов глубинного льда (внутриводного и донного), сала и снежуры. Сплывая вниз по течению рек, шуга, к-рая возникает до ледостава при переохлаждении воды ниже 0^0С, занимает большие площади и заполняет живое сечение, образуя зажоры, часто приводящие к наводнениям, кроме того, она затрудняет эксплуатацию гидротехнич. сооружений, забивая водоприемные отверстия водозаборов. При шугоходе на реке появляются след. ледовые образования: сало — игловидные и пластинчатые кристаллы льда; забереги — полосы льда, смерзшиеся с берегами реки при незамерзающей основной части водного пространства; снежура — плывущие комковые скопления рыхлой несмерзающейся массы; внутриводный лед, формирующийся на дне рек с быстрым течением; донный лед — растущие первичные ледяные кристаллы, соприкасающиеся с выступами дна и превращающиеся в рыхлый лед. Очагами возникновения шуги могут служить полыньи, иногда образующиеся в ледяном покрове на быстринах и в местах выхода более теплых подземных вод. Осенний ледоход может сопровождаться заторами, при к-рых образуются перемычки, постепенно удлиняющиеся, пока вся река не покроется льдом.

Ледошуговые осложнения на водозаборах вызываются: закупоркой входных окон водоприемного оголовка вследствие непосредств. появления льда на стержнях решеток; закупоркой входных окон из-за прилипания кристаллов внутриводного льда к стержням решеток; забивкой решеток на входных окнах комьями шуги. Средствами борьбы с ледошуговыми осложнениями на *водозаборах* являются: правильный выбор местоположения, типа и конструкции водозабора; выпрямление русла реки на участке расположения последнего; изменение динамического состояния потока путем устройства непосредственно у водозабора струенаправляющих дамб и сооружений; обеспечение незначит. скоростей поступления воды в водоприемные отверстия водозабора (0,05—0,1 м/с); установка на дне водотока перед фронтом водозабора перфориров. труб и подача в них сжатого воздуха; сброс теплой воды выше водозабора по течению реки; выпуск пара перед решетками; обогрев элементов решеток в окнах водоприемника; применение спец. фильтрующих водоприемных оголовков (деревянных, ряжевых, железобетонных); устройство плавучих ограждающих шугоотбойников в виде запаней в сочетании с небольшими скоростями поступления воды в водоприемные отверстия; оборудование водозабора промывными устройствами, позволяющими освобождать самотечные или сифонные водоводы и решетки оголовков от шуги и сора (импульсная или обратная промывка); устройство ковшовых водозаборов. Малые скорости движения воды в ковше (0,15—0,05 м/с) обусловливают раннее образование ледового покрова. Поступающая из реки в ковш переохлажд. вода с заключенными в ней кристаллами льда достигает темп-ры 0—1^0С за счет теплоты, выделяющейся в процессе внутриводной кристаллизации, быстро затухающей в ковше. Благодаря малым скоростям шуга, занесенная в ковш из реки, всплывает и смерзается с поверхностным льдом. Если ковш предназначен для борьбы с шугой, то отметка гребня *дамбы* должна быть выше отметки уровня воды в период шугохода, но в другие периоды дамба может быть заливаемой высокими водами. Для расположения ковша следует выбирать плесы малой кривизны $R>(4—5)B$ (где R — радиус кривизны плеса, B — ширина русла реки) и большой длины, а место водозабора назначать в пределах третьей четверти длины плеса, считая сверху вниз по течению. Нежелательно располагать ковш в зоне возможного формирования береговых шугозажоров. Длина водоприемных ковшей и скорость течения воды в них должны обеспечивать всплытие к поверхности всех кристаллов ледяной взвеси, имеющей гидравлич. крупность более 0,015—0,02 м/с.

ЗАЩИТА ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ — система мероприятий, направл. на снижение загрязненности вредными примесями окружающего атм. *воздуха* и вентиляц. воздуха производств., обществ. и жилых помещений. Совокупность физ. процессов, определяющих выбор и оптимизацию технич. решений по очистке воздуха и обеспечению заданных микроклиматич. условий в помещениях, определяют воздушный, тепловой, влажностный, пылевой и газовый режимы здания. Эти режимы составляют сложную биотехнич., многомерную и взаимосвязан. систему, объединяющую процессы воздействия на здание окружающей среды, образования и выделения в воздушную среду помещений вредных в-в, а также процессы и системы очистки воздуха, *вентиляционные системы и системы кондиционирования воздуха*. Режимы здания обусловливают распределение темп-ры, влагосодержания, концентрацию вредных в-в в воздухе помещений и концентрации загрязнений в выбросах. Пылегазовое состояние помещения определяется совокупностью процессов, связ. с перемещением перерабатываемых материалов, воздуха, *пыли*, *газов* и *паров*, а также пылевоздушных, газо(паро)воздушных и пылегазо(паро)воздушных потоков в помещении и вентиляц. системах и устройствах для очистки воздуха в здании и вне его.

Задачи, к-рые необходимо решить для определения пылегазового состояния помещения, можно разбить на три группы: внутр., граничную и внешн. Внутр. включает процессы, связ. с образованием вредных в-в в оборудовании и выделением их из оборудования и укрытий, со вторичным образованием и распределением примесей в воздухе помещения. Решение отд. задач этой группы сводится к осуществлению мероприятий по сокращению образования и выделения вредных в-в в воздух помещений, локализации выделений и устройству местной вентиляции технологич. оборудования; вакуумной пылеуборке; очистке воздушной среды помещения и устройству его общеобменной вентиляции; созданию в помещении допустимых уровней запыленности и загазованности воздуха и нормируемых значений его темп-ры,

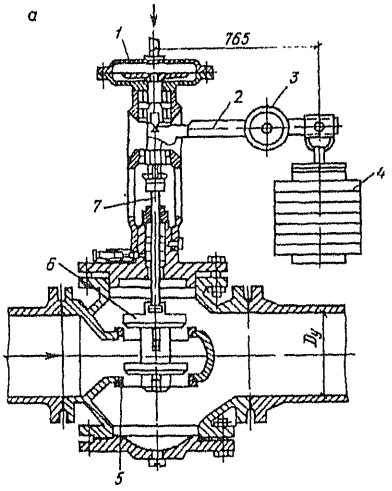


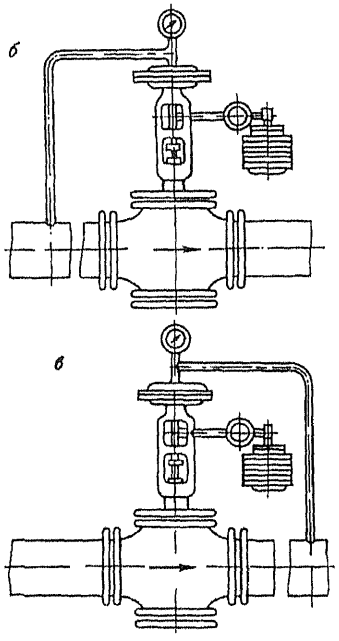
Клапан защитный гидравлический

1 — шпильки; *2* — трубка; *3* — отсечное устройство; *4* — корпус отсечного устройства; *5* — клапан отсечный; *6* — пружина; *7* — тарировочная гайка; *8* — вантуз; *9* — отражат. тарелка; *10* — корпус; *11* — крышка; *12* — эластичная диафрагма; *13* — воздушный баллон

лич. удар, возникающий при пуске насоса, т.е. на удар, начинающийся с волны понижения давления. Недостатки гасителя — в сложности конструкции и эксплуатации. Его не устанавливают в промежуточных точках водовода.

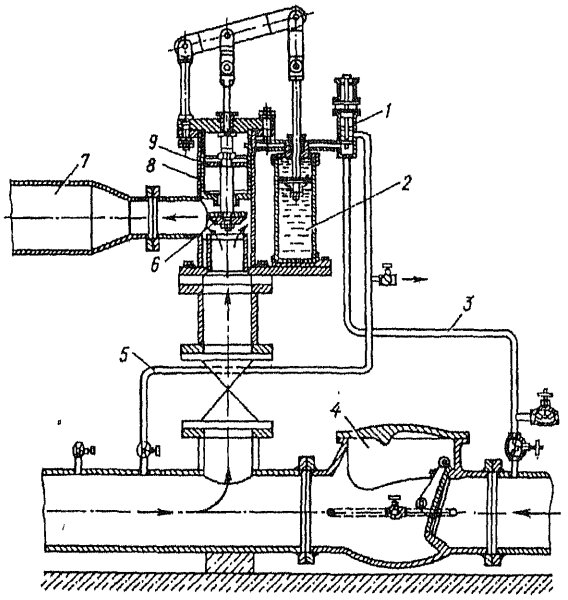
Регулирующую А.т. применяют для поддержания в напорных системах водоснабжения на требуемом уровне расхода или давления. Регулирование давления необходимо в тех случаях, когда в распределит. и магистр. трубопроводах оно значит. отличается от требуемого. Давление воды можно регулировать с помощью спец. клапанов, а также регуляторов давления на базе дисковых поворотных затво-





Регулятор давления

а — общий вид; *б, в* — схемы включения соответственно "до себя" и "после себя"; *1* — головка регулятора; *2* — рычаг; *3* и *4* — грузы; *5* и *6* — разгрузочные золотники клапана; *7* — шток



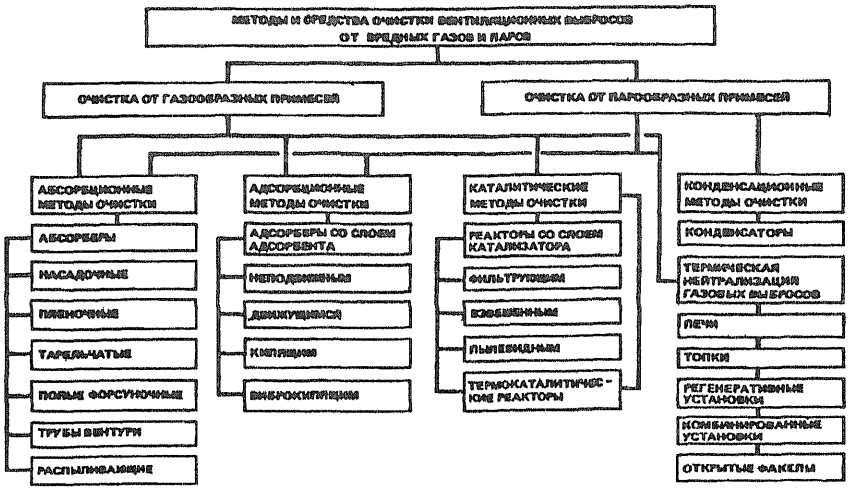
Гаситель гидравлических ударов

1 — гидрораспределитель; *2* — масляный тормоз; *3* и *5* — соединительные импульсные трубки; *4* — обратный клапан; *6* — клапан; *7* — отводная труба; *8* — цилиндр; *9* — поршень

ров и кольцевых задвижек. Они могут автоматически поддерживать давление "после себя" или "до себя".

Клапаны изготовляют рычажными или пружинными фланцевыми чугунными на давление P_y = 1,6 МПа диаметрами 50—300 мм. Разница в конструкции клапанов типа "после себя" и "до себя" заключается лишь в том, что во втором двухсекц. клапан закрывается снизу вверх, а в первом — сверху вниз. Возможность использования указанных клапанов ограничена из-за их инерционности в моменты резкого изменения давления.

Регуляторы давления на базе дисковых поворотных затворов с уплотнением в корпусе с программиров. закрытием, как правило, вызывают повышение давления не более чем на 0,2 МПа сверх рабочего. Дисковый поворотный затвор оборудуют гидроприводом, управляющим устройством с электрич. реле и регулирующим клапаном, к-рый настраивается на поддержа-



Методы и средства очистки вентиляционных выбросов от вредных газов и паров

влажности и подвижности. Решение указ. задач содержится в работах В.В.Батурина, С.Е.Бутакова, П.Н.Каменева, М.Ф.Бромлея, В.М.Эльтермана, И.А.Шепелева, М.П.Калинушкина, Л.С.Клячко, В.Н.Богословского, Г.А.Максимова, Л.Алдема, С.Кейна, Е.В.Доната, М.И.Гримитлина, Г.М.Позина, В.Н.Посохина, В.Д.Столера, В.А.Минко, Н.А.Фукса, В.Г.Левича, А.Д.Зимона, О.Д.Нейкова и др.

Граничная (краевая) задача пылегазового режима здания определяется процессами движения пылегазо(паро)воздушных потоков в трубопроводах систем очистки и очистки приточного вентиляц. и вытяжного воздуха от вредных в-в. Эти вопросы отражены в работах Е.П.Медникова, И.Е.Идельчика, А.Е.Смолдырева, В.Н.Талиева, Л.М.Левина, В.П.Титова, Д.В.Коптева, А.И.Пирумова, А.М. Гервасьева, В.Н.Ужова, А.Ю.Вальдберга, Б.Н.Мягкова, Г.М.Алиева, Г.М.Гордона, И.Л.Пейсахова, И.П.Мухленова, Э.Я.Тарата, М.Е.Позина, И.К.Решидова, А.А.Русанова, П.А.Козузова, М.Е.Кузнецова, А.И.Родионова, П.Г.Романкова, В.Ф.Максимова, В.Н.Шаприцкого, В.Д.Лукина, В.П.Куркина, А.М.Белевицкого, В.А.Спейшера, И.Я.Сигала, С.А.Богатых, Е.А.Штокмана, М.Я.Юдашкина, В.И.Левитова, В.Страуса и др.

Внешн. группа задач связана с процессами взаимодействия здания с набегающим потоком загрязн. воздуха, рассеивания выбросов в атмосфере и утилизации пылей и отходов. Эти вопросы успешно решали Э.И.Рэттер, П.И.Андреев, Ф.А.Серебровский, М.Е.Берлянд, В.С.Никитин, В.М.Эльтерман, В.П.Титов, Дж.Тейлор, О.Сеттон, М.В.Сумароков, А.И.Родионов, Д.Вилсон, В.И.Паркер и др.

Осн. направлением обеспечения необходимой чистоты воздуха в помещениях и защиты атм. воздуха от загрязнений является разработка безотходных и малоотходных технологич. произ-в. Однако на практике наиболее распространены мероприятия по совершенствованию технологии произ-ва и по борьбе с образованием и выделениями пыли. К ним относятся: замена сухих технологич. процессов мокрыми, влажными; переход на новые более совершенные технологии произ-ва; использование более мощного технологич. оборудования; компактное расположение технологич. оборудования; уменьшение числа и высоты перегрузок измельч. и порошкообразных материалов; механизация и автоматизация технологич. процессов и операций; использование гидро- и *пневмотранспорта*; удаление мелких фракций из материалов; герметизация и уплотнение стыков в оборудовании и на коммуникациях; подготовка измельч. и порошкообразных материалов к переработке; обеспыливание одежды, материалов, готовых изделий; повышение эффективности технологич. вентиляции.

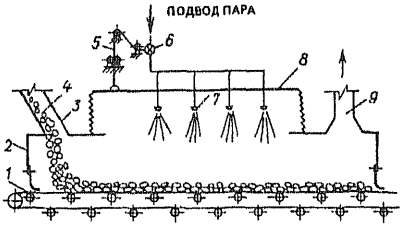
К мероприятиям по сокращению образований и выделений газо- и парообразных вредных в-в относятся: использование более мощного технологич. оборудования вместо неск. агрегатов; замена в-в в произ-ве безвредными или менее вредными; замена пламенного нагрева электрич.; замена твердого и жидкого топлива газообразным или электроэнергией; герметизация и макс. уплотнение стыков и соединений в технологич. оборудовании и коммуникациях; комплексная автоматизация произ-ва; дистанц. управление процессами; непрерывность процессов произ-ва; автоблокировка оборудования и сан.-тех. устройств; предотвращение вторичных выделений вредных в-в (сорбции газов строит. конструкциями и последующей десорбции). Действующие способы З.в.б.з. от газообразных, жидких и твердых загрязнителей сводятся к устройству: вытяжной *вентиляции местной*; обеспыливанию технологич. оборудования (*аспирации*); гидро-, паро-, пено- и электропылеподавления источников пыли; очистки приточного, вытяжного аспирац. воздуха от вредных примесей. Активный способ З.в.б.з. — очистка воздуха от вредных примесей. Существуют различные методы и средства очистки вентиляц. воздуха от вредных газов и паров, а также *аэрозолей*. Пассивный способ З.в.б.з. — рассеивание вредных примесей в атмосфере. При этом уровень ПДК вредных в-в и примесей в воздухе, поступающем в ат-

Методы и средства очистки вентиляционных выбросов от аэрозолей



ние требуемого давления до или после затвора. Вместо дискового поворотного затвора может использоваться кольцевая задвижка.

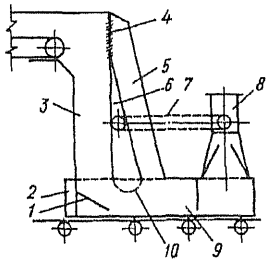
АСПИРАЦИОННАЯ УСТАНОВКА — совокупность устройств для удаления пыли из укрытий и транспортировки ее в воздуховодах, очистки воздуха от пыли и удаления его в окружающее пространство. А.у. могут быть децентрализов. и централизов. Первые локализуют одну



Комбинированная аспирационная установка с установкой парообеспыливания

1 — конвейер; *2* — аспирационное укрытие; *3* — желоб; *4* — перерабатываемый материал; *5* — механизм для поднятия и опускания укрытия; *6* — регулятор расхода пара; *7* — выпуск пара; *8* — поднимающееся и опускающееся укрытие; *9* — аспирац. воронка

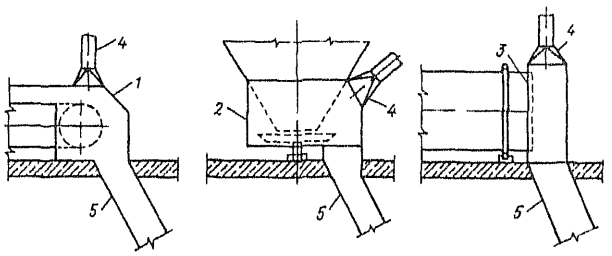
единицу оборудования, вторые — неск. А.у. подразделяют также на стационарные, передвижные и переносные. Они работают по прямоточной схеме, с частичной рециркуляцией или (редко) в режиме полной рециркуляции. А.у. могут быть простыми или комбиниров., работать в сочетании с установками *гидро-*, *паро-*, *пено-* или *электрообеспыливания оборудования*. А.у. бывают без байпасирования и с байпасированием, позволяющим сократить расход аспирируемого воздуха, т.к. иногда до 50% эжектируемого воздуха циркулирует внутри узла перегрузки.



Аспирационная установка узла перегрузки сыпучего материала с конвейера на конвейер с байпасированием

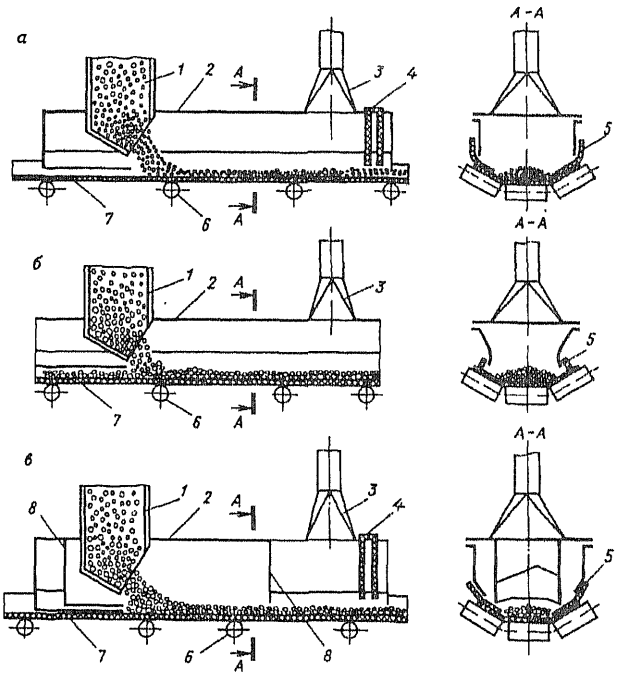
1 — отбойный щиток; *2* — внешн. корпус укрытия; *3* — загрузочный желоб; *4* — жалюзийная решетка; *5* — байпас; *6* — камера между стенками желоба и байпасом; *7* — дополнит. воздухопровод; *8* — аспирац. воздухопровод; *9* — внутренний корпус укрытия; *10* — перфорир. сетка

АСПИРАЦИОННОЕ УКРЫТИЕ — устройство, выполн. в виде разл. полостей, кожухов, *местных отсосов* и предназнач. для локализации выделяющейся *пыли*. А.у. присоединяют к *системе аспирации* или *аспирационной установке* через аспирац. патрубок, представляющий собой переход (воронку), расширенной частью присоединяемый (присоединяемую) к А.у. или непосредственно к оборудованию, а суженной — к аспирац. воздухопроводу. Скорость входа в патрубок составляет 0,7—2 м/с в зависимости от вида и дисперсности перерабатываемых измельч. материалов. Аспирац. воздухопровод — закрытый канал для транспортировки пылевоздушной смеси от А.у. до *пылеуловителя* или вентилятора. В вертик. воздухопроводах и воздухопроводах с углом наклона более 60° скорость движения принимают не менее 10—12, в горизонт. и с углом наклона до 60° — не менее 18 м/с.



Аспирационные укрытия

1 — барабана ленточного конвейера; *2* — дискового питателя; *3* — разгрузки сушильного барабана; *4*, *5* — аспирац. и разгруз. патрубки



Аспирационные укрытия узлов перегрузки материала на ленточные конвейеры

а и *б* — одинарные П-образные и изогнутые книзу; *в* — с двойными стенками; *1* — желоба; *2* — укрытия; *3* — аспирац. патрубки; *4* — уплотняющие резиновые фартуки; *5* — резиновые уплотнения; *6* — ролики; *7* — конвейерные ленты; *8* — внутр. стенки укрытия

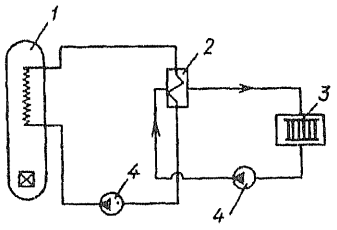
АСПИРАЦИЯ — удаление пыли или др. вредных в-в с места их образования при работе технологич. оборудования или инструмента, во время пересыпки, разгрузки и т.п. с последующей ее транспортировкой и очисткой воздуха. Осуществляется с помощью *местных отсосов* и вентиляц. укрытий (зонтов, панелей и пр.), *систем аспирации*, а также устройств для очистки *воздуха* от *пыли* и *газов*.

АСПИРАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ — локализация выделяющейся при ведении технологич. процесса *пыли* и от-

сасывание ее из *аспирационного укрытия* с очисткой *воздуха* от вредных выделений с последующим обеспыливанием. Локализация пыли происходит за счет разрежения под аспирац. укрытием, создаваемого *системой аспирации*. Разрежение — отриц. избыточное статич. усред. давление, измеряемое на внутр. поверхности аспирац. укрытия. Его оптим. значение — миним. разрежение, при к-ром еще не происходит выделение пыли из укрытия (в зависимости от свойств пыли составляет 50—150 Па). Это значение используют при расчете оптим. расхода аспирируемого воздуха через укрытие, к-рый складывается из расходов эжектируемого измельч. материалом воздуха и воздуха, поступающего в укрытие извне через неплотности или открытые проемы. В зависимости от свойств пыли скорость движения воздуха через неплотности составляет 4—8 м/с.

АТМОСФЕРНАЯ ТРУБА — труба, соединяющая воздушное пространство *бака конденсатного* с атмосферой в открытых разомкнутых системах *парового отопления*, обеспечивающая свободный слив *конденсата* в бак.

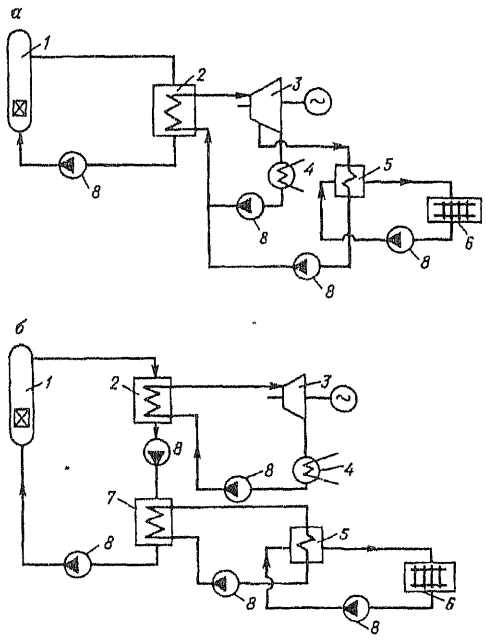
АТОМНЫЕ ИСТОЧНИКИ ТЕПЛОТЫ — тепловые станции, использующие для получения тепловой энергии расщепляющееся (ядерное) топливо. Произво тепловой энергии из ядерного горючего для *централизованных систем теплоснабжения* возможно при нерегулируемом отборе пара от конденсац. паровых турбин АЭС; при совместном получении тепловой и электрич. энергии в комбинированных схемах на АТЭЦ и атомных станциях теплоснабжения (АСТ).



Принципиальная схема преобразования энергии расщепления ядерного горючего в тепловую энергию (схема АСТ)

1 — атомный реактор; *2* — сетевой теплообменник; *3* — потребитель теплоты; *4* — насосы

Схема АЭС, в к-рой пар, направляемый в турбину, производится реактором, наз. одноконтурной. В такой АЭС все оборудование работает в радиационно-активных условиях. В двухконтурных АЭС контуры независимого *теплоносителя* и рабочего тела разделены. Теплоноситель, циркулирующий в первом контуре, является источником теплоты для второго контура, в парогенерирующем устройстве к-рого образуется пар для паротурбинной установки. В этом случае рабочее тело обладает малой радиац. активностью. В трехконтурных АЭС имеется дополнит. промежуточный контур. В последнем варианте АТЭЦ в первом контуре теплоноситель из атомного реактора направляется в парогенератор, где охлаждается и возвращается в реактор. Во втором контуре рабочее тело (вода) вводится в парогенератор, испаряется и в виде водяного пара направляется в турбогенератор для преобразования его энергии в электрическую. Отработ. пар из турбины направляется в конденсатор; вода насосом возвращается в парогенератор. Часть пара отбирается из турбины и направляется в сетевой *теплообменный аппарат*, откуда после охлаждения и конденсации насосом перекачивается в парогенератор. В третьем контуре вода нагревается в сетевом теплообменнике и подается потребителю, от к-рого насосом направляется в сетевой теплообменник. Возможна схема, в к-рой теплофикац. контур включен непосредственно в реактор через второй установленный последовательно парогенератор. В этой схеме, также являющейся трехконтурной, пар образуется в парогенераторе и направляется в сетевой теплообменник, где теплота передается воде третьего контура, подающей тепловую энергию потребителю. Парогенератор атомной станции — рекуперативный теплообменный аппарат, применяемый для произ-ва рабочего пара за счет теплоты, вносимой в него теплоносителем, является обязательным элементом любой двух- или трехконтурной схемы. Применение АТЭЦ целесообразно при больших единичных мощностях (свыше 1500 МВт). При меньших мощностях, а также для получения низкопотенц. теплоты (в виде горячей воды и пара) более рационально одноцелевое преобразование ядерной энергии в тепловую на АСТ. Как правило, АСТ двухконтурные: 1-й контур — атомный реактор и сетевой теплообменник; 2-й — сетевой теплообменник и потребитель теплоты. Эта схема технологически проще, чем схема АТЭЦ, и менее капиталоемкая. АСТ работают при более низких параметрах воды в первом контуре (P = 1,6...2 МПа, темп-ра 170°С). При этом источник энергии с меньшим уровнем темп-р и давлений, с меньшей по сравнению с АТЭЦ напряженностью активной зоны требует более дешевых технич. решений.



Принципиальная схема АТЭЦ с подачей теплоты в теплофикационный контур

а — от пара, отбираемого из турбины; *б* — от реакторного теплоносителя за счет его дополнительного охлаждения в теплообменнике; *1* — атомный реактор; *2* — парогенератор; *3* — турбогенератор; *4* — конденсаторы; *5* — сетевой теплообменник; *6* — потребитель теплоты; *7* — парогенератор теплофикационного контура; *8* — насосы

Научно обоснованная концепция безопасности в атомной энергетике должна быть основана на двух осн. принципах: физическом и геологическом. 1-й — разработка нового вида реактора, безопасность работы к-рого обеспечивается независимо от обслуживающего персонала (ошибки в управлении АЭС, АТЭЦ, АСТ, диверсии, некачественный монтаж или стр-во); 2-й — обеспечение безопасности от природных катастроф, связанных с сейсмичностью, тектонич. подвижностью земной коры, а также провалами, просадками и т.д.

АЭРАТОР — устройство для насыщения *воды* кислородом *воздуха*. В сооружениях биологич. очистки сточных вод аэратор применяют для насыщения воды кислородом воздуха, обеспечивающего

мосферу, ограничен сан. нормами. Процесс рассеивания вредных примесей в атмосфере зависит от *аэродинамики здания*, аэродинамики застройки, метеорологич. условий, свойств вредного в-ва и др. условий.

ЗАЩИТА ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ — комплекс устройств и способов, предотвращающих разрушение *теплопроводов*, оборудования сетевых сооружений и *источника теплоты*, а также теплопотребляющих установок от недопустимо высоких давлений. Такие повыш. давления возникают обычно при аварийных внезапных остановках сетевых насосов в источнике теплоты и *насосных станциях* от *гидравлического удара*. Для З.т.с. от недопустимо высоких давлений при гидравлич. ударе предусматривают: 1) устройство в источнике теплоты и в насосных станциях противоударной перемычки между обратным и подающим трубопроводами с установкой на ней обратного клапана. При внезапной остановке насосов, когда давление в обратном трубопроводе превышает давление в подающем, открывается обратный клапан на противоударной перемычке, что приводит к выравниванию давлений в трубопроводах и затуханию ударной волны; 2) устройства для сброса давлений — гидрозатворы, сбросные предохранит. клапаны, разрывные выпуклые и плоские мембраны. Гидрозатвор, установл. вертикально "труба в трубе", примерно на 3 м больше напора в обратном трубопроводе. Внутр. труба гидрозатвора врезана в обратный трубопровод, внешняя — служит для приема выброса воды при срабатывании гидрозатвора и подключается к приемной емкости либо к *системе канализации*; 3) автоматич. включение резервного насоса при выходе из строя рабочего насоса.

Для защиты теплопотребляющих установок от повышенных давлений наиболее эффективно присоединение их по независимой схеме через теплообменники с установкой сбросного предохранит. клапана на обратном трубопроводе *местного отопления*. Значит. давления в трубопроводах появляются в статич. режимах при остановках сетевых насосов в источнике теплоты и подкачивающих насосов на насосных станциях. Способы и устройства защиты см. *Автоматизация насосных станций*.

ЗАЩИЩАЕМОЕ ПОМЕЩЕНИЕ — помещение, в к-ром с помощью *воздушных завес*, *дисбаланса воздуха*, механич. *вентиляции*, активного шлюзования и др. вентиляц. мероприятий создаются условия, препятствующие проникновению холодного наружного *воздуха*, поступлению загрязнен. воздуха, *дыма* или вредных примесей из соседних помещений или снаружи при аварийных ситуациях (пожар, загрязнения аварийными выбросами вредных газообразных в-в и др.).

ЗДАНИЕ С ЭФФЕКТИВНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ — здание, в к-ром во всех элементах *системы кондиционирования микроклимата* применены рациональные инж. методы и средства, направленные на эффективное использование энергии при соблюдении комфортных для человека и оптим. для технологич. процесса внутр. условий и экономное расходование матер. и др. ресурсов. З.э.и.э. должно быть по форме ближе к кубу, иметь малое остекление фасада (10%), хорошую теплозащиту с сопротивлением *теплопередаче* ограждений ~ 2,5—3, окон — до 1 $м^2 \cdot {}^0С/Вт$, как правило, управляемую автоматизиров. гибридную, поливалентную *систему отопления* — охлаждения, *вентиляции* и *кондиционирования воздуха* с использованием возобновляемых источников низкопотенц. энергии.

ЗЕРНОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УГЛЯ — зависимость полных остатков на ситах от размера отверстий сит, мм, выраженная в процентах по массе. Для определения кол-ва кусков определ. размера в общей массе топлива отработ. пробу просеивают через набор сит, сетки к-рых имеют ячейки с линейными размерами 150; 100; 50; 25; 13; 6; 3 и 0,5 мм. З.х.у. зависит от сорта топлива и условий добычи. Макс. размером куска в массе топлива считается такой, при к-ром остаток на сите этого размера составляет 1%.

ЗМЕЕВИК ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА — нагреват. элемент, представляющий собой канал для движения *теплоносителя системы отопления*, состоящей из неск. горизонт. *ниток*, последовательно соедин. одна с др. при помощи двойных *отводов* (*калачей*). З.о.п. отличается от *регистра* увелич. потерями давления вследствие последоват. движения всей массы теплоносителя через все нитки и отводы (калачи).

ЗОЛА — порошкообразный, несгораемый остаток, образующийся из минер. примесей *топлива* при его сгорании. Содержание З., %: в каменных и бурых углях — 1—45 и более, горючих сланцах — 50—80, топливном *торфе* — 2—30, дровах — обычно менее 1, растит. топливе др. видов — 3—5, мазуте — до 0,15, а иногда выше. Верхний предел содержания минер. примесей определяется технич. возможностью и экономич. целесообразностью использования данного ископаемого в качестве топлива. З. может быть летучей и в виде провала. Летучая З. (З. уноса или унос) — пылевидные фракции, выносимые продуктами сгорания из *топки* котла или осаждающиеся в его конвективных *газоходах*. Она истирает котельные трубы и *дымососы*, при удалении с дымовыми газами загрязняет атмосферу. Провал — более крупные фракции З., выпадающие в холодную воронку топки или под *колосниковую решетку*. Присутствие З. снижает относит. содержание горючих составных частей в топливе. При сжигании топлива нек-рое кол-во теплоты теряется вместе с З. В *котлоагрегатах* расплавл. З. оседает на трубах топочных экранов, ширм и др. элементов в виде спекшегося *шлака топливного*. Отложения З. на поверхностях нагрева препятствуют передаче теплоты от топочных газов к воде или пару и увеличивают аэродинамич. сопротивление котла. В пром-сти строит. материалов З. используется для произ-ва нек-рых видов бетона, в с. х-ве — как удобрение. Из З. нек-рых углей добывают редкие и рассеянные элементы, напр. германий и галлий.

ЗОЛООТВАЛ, золовой пляж — место для сбора *золы* и *шлака топливного*, образующихся при сжигании *твердых топлив* на ТЭС. Золу и шлак транспортируют, как правило, в виде пульпы (с помощью воды) по золопроводам (см. *Гидрозолошлакоудаление*). В З. происходит естеств. осаждение золы и шлака, а вода стекает в ближайшие водоемы (см. *Золоудаление*).

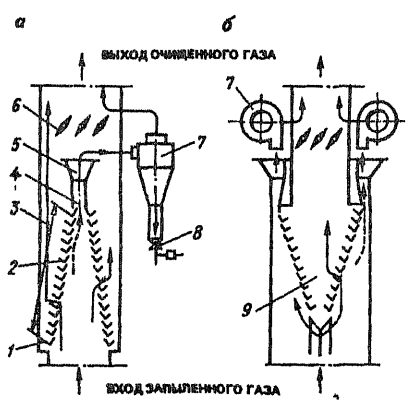
ЗОЛОУДАЛЕНИЕ — удаление за пределы котельной *золы* и *шлака*, *топливного*, скапливающихся в бункерах *паровых котлов* при сжигании *твердого топлива*. На электростанциях наиболее распространено *гидрозолошлакоудаление*, менее — *пневмозолоудаление*. В производств. *котельных* при сжигании топлива в *слоевых топках* широко применяют механич. З. посредством скреперных установок, скиповых подъемников, скребковых и пластинчатых конвейеров. Эти механизмы транспортируют золу и шлаки в сборный бункер, располож. вне котельной, из к-рого их вывозят ж.-д. вагонами или автосамосвалами. В небольших котельных с выходом золы и шлаков менее 200 кг/ч применяют узкоколейные вагонетки с опрокидывающимся кузовом, монорельсовый подвесной транспорт и саморазгружающиеся контейнеры. Во избежание пыления шлаки и золу до спуска их из бункеров заливают водой.

ЗОЛОУЛАВЛИВАНИЕ — процесс очистки дымовых газов от летучей *золы*. Осуществляется механич. или электрич. аппаратами — *золоуловителями*.

ЗОЛОУЛОВИТЕЛИ — газоочистит. устройства разл. конструкции

для улавливания летучей *золы* из дымовых газов. Эффективность работы З. в большой степени зависит от физ.-хим. свойств золы и поступающих в З. газов. По принципу работы и конструктивным особенностям З. разделяют на 5 групп: механич. сухие, мокрые (*скрубберы*), *электрофильтры*, *фильтры тканевые*, комбиниров. с разл. способами очистки. Определяющие параметры при выборе типа З.: кол-во улавливаемой золы, ее дисперсный состав и физич. свойства, требуемая степень очистки (но не ниже допустимой сан.-тех. нормами и равной 0,5 мг/см^3). Степень очистки газов определяют по формуле $\eta = G_{ул}/(G_{ул} + G_{вых}) = (G_{вх} - G_{вых})/G_{вх}$, где $G_{ул}$ — масса уловленных в аппарате частиц, кг; $G_{вх}$, $G_{вых}$ — масса частиц, входящих и выходящих в З., кг.

Механич. сухие З. разделяют на центробежные (блоки *циклонов*) и инерц. (или жалюзийные). Принцип действия циклонного З. НИИОГАЗ: к цилиндрич. корпусу продукты сгорания подводятся по касательно располож. трубе со скоростью 20 м/с. Двигаясь по инерции, частицы золы прямолинейно прижимаются к корпусу циклона, теряют скорость и по конич. части под действием силы тяжести опускаются в бункер, откуда золу периодически удаляют. Блок циклонов — группа паралл. включ. циклонов с диаметром 400—800 мм. В жалюзийном З. газ проходит между лопастями решеток, увлекая с собой мелкие частицы золы, более крупные собираются в циклон, где отделяются от продуктов сгорания и периодически выбрасываются в сборный бункер через затвор — мигалку. Достоинства жалюзийных З.: малые габариты, небольшое сопротивление, возможность установки их в вертик. и горизонт. газоходах. Недостатки — быстрое истирание (износ) золой и необходимость частой замены решеток. Степень очистки — 70—80%. К мокрым З. относятся центробежные скрубберы, осн. достоинство к-рых — высокая степень очистки уходящих газов (до 99%), недостатки — большое сопротивление (до 0,08 МПа), износ прутков, засорение оросит. сопел. Расход воды на очистку продуктов сгорания 0,15—0,2 л/м^3, что составляет для котла ДЕ-20-13 около 4,6 т/ч.



Схемы жалюзийных золоуловителей
а, б — с одним и двумя циклонами; *1, 9* — входная и выходная камеры; *2* — уголок; *3* — решетка; *4* — отсосная щель; *5* — диффузор; *6* — поворотная заслонка; *7* — циклон; *8* — мигалка

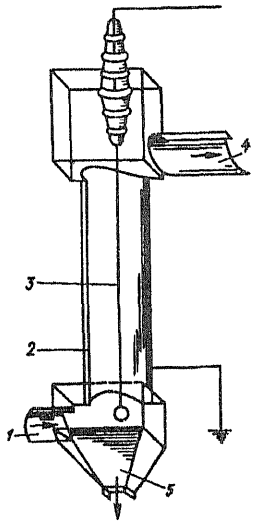


Схема электрического золоуловителя
1 — вход газов; *2* и *3* — осаждающий и коронирующий электроды; *4* — выход газов; *5* — бункер осевшей золы

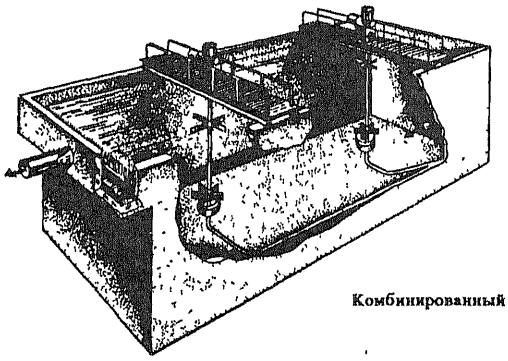
На мощных ТЭС и ТЭЦ для улавливания золы и очистки продуктов сгорания в осн. используют электрофильтры. Способ очистки в них основан на том, что при пропуске через электрич. поле высокого напряжения, создаваемого между отрицат. и положит. полюсами, происходит ионизация газового потока. При этом частицы уноса, содержащиеся в продуктах сгорания, получают электрич. заряд. Осн. масса частиц заряжается отрицат. ионами и переносится к положит. полюсу — осаждающему электроду. Степень улавливания золы в электрофильтре возрастает с ростом напряженности электрич. поля, определяемой свойствами пылегазового потока, и падает с увеличением скорости дымовых газов. Электрофильтры, как и механич. З., лучше улавливают крупные частицы золы. Выпускают электрофильтры ДВП, ДГП, ДГПИ, ПГЗ, ПГДС, УГ (Д — дымовой, П — пластинчатый, В — вертик., Г — горизонт., З — золоуловитель, У — унифициров., С — С-образный электрод). Коэфф. обеспыливания в электрофильтрах — 88,5—98% при возможности улавливания частиц не менее 10 мкм. Гидравлич. сопротивление газовому потоку невелико — 20—200 Па. Расход электроэнергии на очистку газов — 0,1—0,15 кВт·ч на 1000 м^3 газа. Электрофильтры устанавливают в помещениях *котельной* или на открытом воздухе. Наружные поверхности электрофильтра покрывают тепловой изоляцией. Достоинства электрофильтров — высокий коэф. очистки газов и малое гидравлич. сопротивление; недостатки — большие габариты, высокая стоимость в связи с применением устройства для получения пост. тока высокого напряжения.

В энергетике получили применение тканевые фильтры, использовавшиеся ранее в др. отраслях пром-сти для улавливания пыли. Фильтрация осуществляется через гибкую ткань, выполн. из тонких нитей (диаметром около 100—300 мкм). Ткань имеет цилиндрич. форму, поэтому фильтры наз. рукавными. Их применяют в *котлоагрегатах* с небольшой произ-стью (20—90 т/ч). Рукавные тканевые фильтры различают по форме фильтров (плоские, рукавные), наличию опорных устройств (каркасные, рамные), месту расположения вентилятора или *дымососа* (всасывающие, работающие под разрежением, и нагнетательные, работающие под давлением), способу регенерации тканей (встряхивание, обратная продувка, вибровстряхивание, импульсная продувка), числу секций в установке (односекц., многосекц.), виду используемой ткани. Рукава чаще всего имеют диаметры 127—300 мм и длину от 2,4 до 10—12 м. Если тканевые фильтры правильно сконструированы и обоснованно выбрана ткань (пористый материал), то эффективность улавливания пыли — более 99%. Однако их использование связано с рядом трудностей и значит. затратами. Скорость газового потока через ткань должна быть очень низкой — 0,01—0,02 м/с, а гидравлич. сопротивление высоким — 0,5—1,5 кПа. Наибольшую трудность при эксплуатации представляет удаление осевшей на ткани золы, для чего применяют либо механич. встряхивание, либо продувку воздухом в обратном направлении с отключением секции газового потока шиберами. Тканевые фильтры за *паровыми котлами* должны выполняться из материала, выдерживающего темп-ру уходящих газов. Рукавные фильтры из стекловолокнистой ткани с тефлоновым покрытием выдерживают темп-ру 130—250°С. Длительность работы ткани — 1—3 года.

ЗОЛЬНИК КОТЛА, поддувало — часть *слоевой топки*, располож. под *колосниковой решеткой*. Через нее в З. проваливается *зола*. При чистке топок с поворотными колосниками в З. сбрасывают шлак *топливный*. Через З. и решетку подают *воздух*, необходимый для сгорания *топлива*.

жизнедеятельность микроорганизмов, ускоряющего процесс минерализации растворенных органич. в-в; в очистных водопроводных сооружениях — для повышения качества воды путем ее обезжелезивания, удаления свободной углек-ты, сероводорода и др.

АЭРАТОР КОМБИНИРОВАННЫЙ — устройство для насыщения жидкости кислородом *воздуха*, сочетающее элементы пневматич. и механич. *аэраторов*. В нек-рых конструкциях А.к. используют две паралл. трубы — одну со сточной жидкостью, др. — с воздухом. Из первой жидкость выходит через сопло в виде струи, направленной в розетку, насаженную на вторую трубу, через к-рую навстречу струе жидкости выходит воздух при расходе 0,1—0,6 м^3/мин. В зависимости от давления жидкости и воздуха можно достигать требуемой степени диспергирования воздуха. Наибольшее распространение получили А.к., в к-рых воздух подается воздуходувкой через систему подводящих труб в перфориров. полое кольцо у дна аэрац. бассейна. Из кольца он выходит в виде сравнительно крупных пузырей — пневматич. часть А.к. Над кольцом на разной глубине устанавливают одну или две турбины одинаковых или различных диаметров, приводимые во вращение валом от электродвигателя мощностью 5—75 кВт — механич. часть А.к. Под воздействием турбин диаметром 0,6—1,5 м воздух дробится на пузырьки малых размеров, что существенно повышает интенсивность переноса кислорода в жидкость. Такие аэраторы разработаны трех типоразмеров произ-стью 54—190 кг кислорода в 1 ч при расходе воздуха 900—1900 м^3/ч с мощностью двигателя 22—75 кВт.



Комбинированный аэратор

АЭРАЦИЯ ЗДАНИЙ — организов. естеств. *воздухообмен* общеобменной бесканальной *вентиляции*, происходящей под действием гравитац. и ветрового давления или при их совместном действии. Суть А.з. наиболее просто может быть представлена в виде действия гравитац. сил, когда более плотный воздух (обычно наружный) вытесняет из помещения менее плотный (внутр.). Наружный воздух поступает в помещение через приточные аэрац. отверстия в нижней части здания, а внутр. (уходящий) удаляется наружу через створки *аэрационных фонарей*. Широкое применение А.з. в производств. помещениях обусловлено незначит. эксплуатац. затратами. Область действия А.з. ограничена в след. условиях: если предъявляются жесткие требования к микроклимату помещения, напр. при *кондиционировании воздуха*; при поступлении наружного воздуха в помещение с влаговыделениями; если в помещении имеются значит. пыле- и газовыделения и их проникновение с вытяжным воздухом наружу может загрязнять окружающую среду. В теплое время года А.з. можно применять практически для всех произ-в, кроме тех, где по условиям технологии требуется обработка (очистка, увлажнение, осушка и т.д.) приточного наружного воздуха. Для организации А.з. в холодный период необходимо наличие избытков теплоты в помещении, достаточных для нагревания поступающего наружного холодного воздуха. Наиболее просто организуется А.з. для одноэтажных зданий с наружными ограждениями (однопролетные цехи). Применение А.з. для двух- и трехпролетных цехов, а также для многоэтажных цехов возможно, но связано с определ. технич. трудностями.

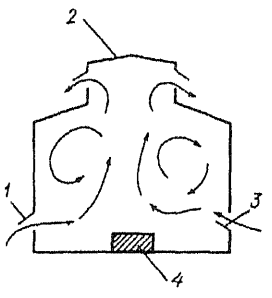


Схема аэрации

1, 3 — приточные отверстия с подвесной фрамугой соответственно верхней и нижней, 2 — аэрационный фонарь; 4 — тепловой источник

А.з. может быть совместима с механич. вентиляцией, особенно с местной приточной и вытяжной. Важный фактор, обеспечивающий эффективную организацию А.з., — рациональное (обычно равномерное по площади пола) размещение теплоотдающего оборудования и надлежащее строит. оформление здания, предусматривающее наличие регулируемых отверстий в оконных проемах (приточных аэрац. отверстий) и аэрац. или светоаэрац. фонарей. Приточные аэрац. отверстия имеют одинарные или двойные открывающиеся как внутрь, так и наружу фрамуги на верхних или нижних подвесах. Аэрац. или светоаэрац. фонари — возвышающиеся над кровлей или утопленные внутрь здания строит. конструкции, имеющие регулируемые по площади за счет открывающихся фрамуг (створок) отверстия для прохода воздуха. Фрамуги в фонарях могут быть на нижних и верхних подвесах, а также иметь вертик. ось вращения. Фрамуги с вертик. осью вращения предпочтительнее.

Расчет А.з., как правило, состоит в определении площади аэрац. проема при известном из воздушного баланса воздухообмене. Реже, обычно при проверочных расчетах, решают обратную задачу А.з.: расчет расхода воздуха, протекающего через заданную (известную) площадь аэрац. проема.

АЭРАЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД — насыщение их кислородом *воздуха* (иногда техническим кислородом) в целях создания аэробных условий при биологич. очистке или хим. окислении органич. и минер. компонентов, содержащихся в сточных водах, а также удаления летучих компонентов из сточных вод. Сточные воды аэрируются посредством продувки их воздухом или кислородом в очистных сооружениях, а в нек-рых случаях и после них перед выпуском в водоем. Иногда для поддержания нормального протекания внутриводоемных биохим. процессов могут аэрироваться и сами водоемы или их отд. участки. А.с.в. может осуществляться пневматич., механич. или *аэраторами комбинированными*. Воздух поступает в жидкость в виде пузырьков, к-рые всплывают и при движении через слой воды передают в нее кислород. Чем меньше размер пузырьков, тем большее кол-во кислорода переходит в жидкость из воздуха и, следовательно, тем ниже затраты энергии на работу аэрац. оборудования. Однако для получения мелких пузырьков требуется больше затрат энергии на диспергирование воздуха. Аэраторы характеризуются коэфф. использования воздуха и эффективностью аэрации. Под коэфф. использо-

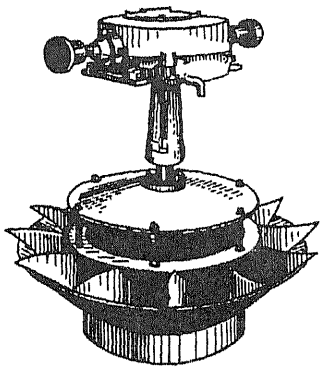
вания воздуха понимается отношение $n = O_2 / V_в\, dH$, где O_2 — кол-во растворенного кислорода в жидкости, г/ч; $V_в$ — кол-во воздуха, подаваемое в бассейн, $м^3$/ч на 1 $м^3$ сточной воды; H — глубина аэрац. бассейна, м; d — поддерживаемый дефицит кислорода, доли единицы, определяемый по формуле $d = (C_н - C_р)/C_н$, где $C_н$ — концентрация насыщения (растворимость) кислорода при данной темп-ре, г/$м^3$; $C_р$ — поддерживаемая в бассейне концентрация растворенного кислорода, г/$м^3$.

Эффективность аэрации — это расход электроэнергии, кВт·ч, на растворение 1 кг O_2.

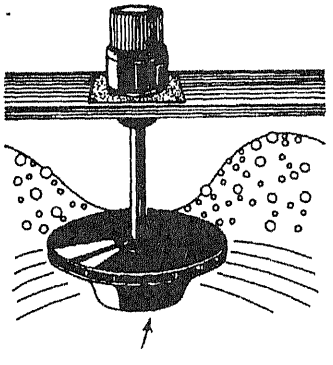
При *аэрации пневматической сточных вод* воздух обеспечивает как перемешивание и насыщение жидкости кислородом, так и поддержание во взвешенном состоянии нераствор. органич. и минер. примесей, предотвращая их оседание на дно аэрац. бассейна. При этом затраты энергии на подачу кислорода значительно превышают затраты энергии на перемешивание. При *аэрации механической сточных вод* перемешивание и насыщение жидкости кислородом осуществляются спец. оборудованием.

АЭРАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКАЯ СТОЧНЫХ ВОД — насыщение последних кислородом *воздуха*, вовлекаемого жидкостью при вращении в ней механич. аэратора. Нек-рое кол-во воздуха переходит в сточную воду через свободную поверхность аэрац. бассейна, постоянно возмущаемую при работе аэратора. Поэтому для А.м.с.в. не требуется установка воздуходувного и воздухоочистит. оборудования, воздухоподводящих и воздухораспределит. коммуникаций. Механич. аэраторы классифицируют по след. основным признакам: по глубине расположения — глубинные (кавитац. или импеллерные) и поверхностные; по расположению оси вращения ротора — с горизонт. и вертик. осью вращения; по характеру перемещения — самодвижущиеся и с принудит. перемещением.

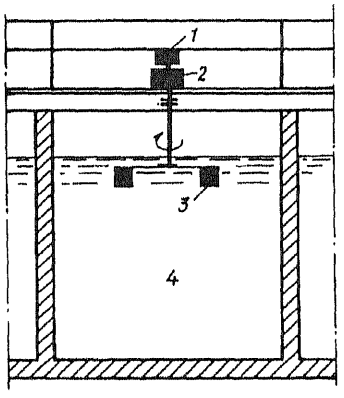
Импеллерные аэраторы характеризуются глубоким расположением ротора под слоем жидкости. Атмосферный воздух вовлекается в зону действия ротора через вертик. трубу или через пустотелый вал привода ротора. Струи жидкости, срываясь с лопастей ротора, вовлекают воздух из межлопастного пространства в окружающую аэратор жидкость. Произ-сть импеллерных аэраторов мала, а затраты электроэнергии на подачу воздуха сравнительно с др. аэраторами высоки, поэтому их практически не применяют. Поверхностные механич. аэраторы получили широкое распространение на малых и средних очистных сооружениях. Опыт эксплуатации механич. аэраторов с горизонт. осью вращения выявил их существенные недостатки: они неравномерно нагружены относительно оси вращения, т.к. нижняя часть цилиндра вращается в воде, а верхняя — в воздухе; под действием собств. массы аэратора создается эксцентриситет нагрузки на подшипники, в связи с чем они ненадежны и недолговечны в работе. Поэтому эти аэраторы практически перестали применять. Аэраторы с вертик. осью вращения лишены перечисленных недостатков и находят широкое применение в отечественной и зарубежной практике очистки сточных вод.



Аэратор "Симплекс"



Аэратор BSK-турбина



Дисковой аэратор

1 — электродвигатель; 2 — редуктор; 3 — диск аэратора; 4 — аэрационный бассейн

Существуют аэраторы диаметром до 4,5 м, способные подать до 5 т/сут кислорода, из к-рых наибольшую известность получили "Симплекс", "Симкар", BSK-турбина и дисковый. Аэратор "Симплекс" имеет ротор в форме опрокинутого усеч. конуса, вращающегося в верхней соответствующей его форме конич. части трубы, установленной вертикально для забора жидкости из донных слоев. Ротор образован изогнутыми лопастями, к-рые крепятся к кольцевой обечайке, передающей вращение от приводного вала к ротору. При вращении ротора жидкость выбрасывается из трубы в виде струй, число к-рых равно числу лопастей. Периферийная частота вращения ротора составляет 4—5 м/с в зависимости от его диаметра (0,3—3 м). Аэратор "Симкар" представляет собой опрокинутый невысокий конус с лопастями, прикрепляемыми с наружной стороны от вершины конуса к его основанию. Конус (диаметром 0,6—3,55 м с электродвигателем мощностью 0,5—1 кВт) погружается в жидкость на 8—10 см от основания и вращается примерно с такой же скоростью, что и аэратор "Симплекс". Аэратор BSK-турбина (он же "Диффума") — лопастное колесо с центр. патрубком с нижней стороны для входа в него жидкости. Колесо имеет открытую боковую поверхность, через к-рую изогнутые лопасти выбрасывают жидкость в виде отдельных струй. Атмосферный воздух внутрь турбины поступает через пустотелый вал, вращаемый мотор-редуктором. Турбина также погружается на 10—12 см под уровень жидкости, к-рая при ее вращении аэрирует жидкость. Дисковый аэратор состоит из диска с прикрепленными к нему с нижней стороны радиально направленными лопастями, мотор-редуктора и вала, на к-ром крепится диск. Для обеспечения поступления воздуха в межлопастное пространство в диске предусматривают круглые отверстия диаметром 2—3 см либо прорези такой же ширины вдоль лопастей со стороны, противоположной направлению вращения аэратора.

В аэрац. бассейне механич. аэраторы могут монтироваться стационарно и на перемещающейся платформе. Стационарная установка, в свою очередь, может монтироваться либо на жесткой платформе, не позволяющей сохранять постоянство глубины погружения аэратора при изменении уровня жидкости в бассейне, либо на понтонной платформе, фиксирующей положение аэратора только в плане и позволяющей ему изменять положение по вертикали. Перемещающаяся платформа мо-

ЗОЛЬНИК ПЕЧИ — камера в нижней части *отопительной печи* под *колосниковой решеткой*, предназнач. для сбора *золы* и шлака, образующихся при сгорании *твердого топлива*. З.п. отделяется от помещения поддувальной дверцей.

ЗОНА ДЫХАНИЯ — пространство, огранич. сферой радиусом 0,5 м вокруг центра лица работающего человека.

ЗОНА САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ — территория на водопроводах хозяйственно-питьевого назначения, в районе источника водоснабжения, водопроводных сооружений и водоводов, на к-рой обеспечена санитарно-эпидемиологич. надежность.

З.с.о. источника водоснабжения состоит из трех поясов: первого — строгого режима, второго и третьего — режимов ограничения. З.с.о. водопроводных сооружений (*насосных станций*, станций подготовки воды, емкостей) состоит из первого пояса и полосы земли (при расположении водопроводных сооружений за пределами второго пояса зоны источника водоснабжения). З.с.о. водоводов ограничена полосой земли вдоль водовода.

Для поверхностного источника водоснабжения границу первого пояса З.с.о. устанавливают в целях устранения возможности случайного или умышленного загрязнения воды в этом поясе. Пояс охватывает акваторию рек и подводящих каналов не менее чем на 200 м от водозабора вверх по течению и 100 м вниз по течению. По прилегающему берегу граница пояса проходит на расстоянии не менее чем 100 м от линии уреза воды при максимальном уровне. При ширине реки и канала до 100 м в первый пояс входит часть противоположного берега (по отношению к водозабору) шириной 50 м от уреза воды. Первый пояс З.с.о. для водохранилищ и озер охватывается границей, проходящей по акватории источника во всех направлениях на расстоянии 100 м от водозабора, а по прилегающему к водозабору берегу — на расстоянии не менее 100 м от уреза воды. Второй пояс З.с.о. охватывает территорию по обеим сторонам реки на расстоянии 500—1000 м от уреза воды. Границу вниз по течению реки принимают на расстоянии не менее 250 м от места водозабора. Вверх по течению реки границу устанавливают исходя из пробега воды от нее до водозабора в течение 3—5 сут. Для водоемов границу второго пояса назначают в радиусе 3—5 км по всей их акватории. Граница третьего пояса З.с.о. для поверхностного источника водоснабжения вверх и вниз по течению реки или во все стороны по акватории водоема должна быть такой же, как для второго пояса, а боковые границы должны проходить по водоразделу, но не дальше 3—5 км от водотока или водоема.

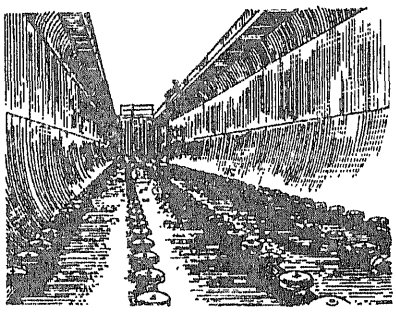
Для подземных источников водоснабжения границу первого пояса З.с.о. устанавливают на расстоянии 30—50 м от водозабора. Границы второго пояса З.с.о. подземного источника служат для защиты водоносного горизонта от микробных загрязнений. Основным параметром, определяющим расстояние от водозабора до границы, является достаточная для гибели микроорганизмов продолжительность продвижения микробного загрязнения с потоком подземных вод к водозабору. Для подземных вод третий пояс служит для защиты от химических загрязнений. Они практически не изменяют свой состав и концентрацию при взаимодействии с подземными водами и могут переноситься потоком в водоносном горизонте на большие расстояния.

ЗОНА СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ — часть *системы отопления* определ. высоты, выбираемой с целью ограничения *давления гидростатического* при вертикально-однотрубном *водяном отоплении*, теплового разрегулирования при вертикальной *двухтрубной системе отопления* или канальном *воздушном отоплении*. Высота З.с.о. *однотрубной системы водяного отопления*, если исходить из предельно допустимого (рабочего) давления для *отопительных приборов* и *арматуры на трубопроводах*, не должна превышать (с нек-рым запасом) 55 м при применении чугунных и стальных приборов (*радиаторов* типа МС — 80 м) и 90 м для приборов со стальными греющими трубами. Высота З.с.о. двухтрубной системы ограничивается приблизительно 25 м, канальной системы воздушного отопления — 15 м во избежание чрезмерного теплового разрегулирования под воздействием изменяющегося (непропорционально по высоте) естеств. циркуляц. давления.

жет передвигаться по акватории бассейна в заданном режиме, что особенно важно при оборудовании механич. аэраторами биологич. прудов. В них требуется невысокая интенсивность подачи кислорода и перемешивания, вследствие чего при стационарной установке аэраторов нет возможности полностью использовать их перекачивающую и окислит. способность. Платформа может перемещаться под воздействием реактивной тяги за счет выбрасываемой струи (эжекторные аэраторы) или вращения ротора (поверхностные аэраторы с вертик. осью вращения), а также с помощью тросолебедочного привода.

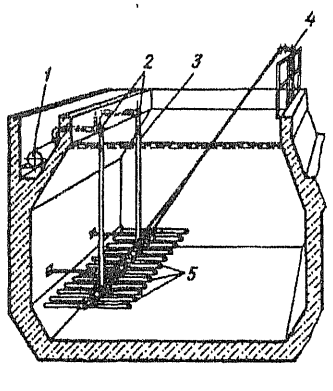
Стоимость насыщения сточной воды кислородом воздуха механич. аэраторами в 1,5—2 раза ниже, чем пневматич. Однако механич. аэраторы имеют сравнительно огранич. произ-сть по кислороду, поэтому при значит. мощностях очистных сооружений может потребоваться большое их число. В этом случае усложняются компоновка сооружений, обслуживание и контроль за работой аэраторов. В зимнее время требуются меры по защите платформы от намерзания льда. К недостаткам механич. аэраторов следует отнести необходимость высокой точности их исполнения и установки.

АЭРАЦИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ СТОЧНЫХ ВОД — насыщение последних кислородом *воздуха*, забираемого из атмосферы и под давлением подаваемого в аэрац. бассейн по магистральным и распределит. трубопроводам и каналам. В зависимости от размера воздушных пузырьков на выходе из аэратора А.п.с.в. может быть мелко- или крупнопузырчатой. В мелкопузырчатой системе аэрации диаметр пузырьков не превышает 2,5 мм, что позволяет получить большую площадь межфазовой поверхности и обеспечить подъем пузырьков через слой жидкости со скоростью, достаточной для интенсивного переноса кислорода из пузырька в жидкость (пузырьки меньшего размера зависают в жидкости, увеличивая ее газонасыщенность). Для получения пузырьков такого размера применяют фильтросные пористые керамич. или пластмассовые пластины (диффузоры). В нашей стране наибольшее распространение получили фильтросные пластины размером 300х300х35 мм и фильтросные трубы различных длин и диаметров, изготовленные из огнеупорного шамота с жидким стеклом путем формовки под давлением, сушки и последующего обжига. Такие пластины имеют размер пор 100—300 мкм, обладают хорошей проницаемостью, позволяющей пропускать через одну пластину 80—120 л воздуха в 1 мин. Пластины укладывают поверх воздушных каналов, специально устраиваемых в днище *аэротенка* с тщательной заделкой щелей цементным



Купольные диффузоры

раствором; трубы — по дну аэротенка без каналов, что значительно упрощает технологию монтажа. Фильтросные пластины и трубы располагают в один или неск. рядов вдоль одной или обеих стен коридора аэротенка. В зарубежной практике широко применяют керамич. диффузоры в виде куполов или дисков, ввинчиваемых вертик. в воздухопровод, пролож. по дну, либо в спец. углубления в днище аэротенка. Используют также короткие, длиной 500—600 мм, трубки, ввинчиваемые горизонтально. Затраты энергии на растворение 1 кг кислорода в зависимости от условий реализации процесса составляют 0,325—0,75 кВт·ч. Недостатки систем аэрации с фильтросными пластинами и трубами (диффузорами) связаны с тем, что осмотр и замена их требуют опорожнения бассейна. От этих недостатков свободны системы, позволяющие поднимать фильтросы из воды благодаря шарнирному присоединению стояков труб к магистральному воздуховоду. В этом случае аэратор представляет собой трубопровод длиной около 5 м с присоединенными к нему горизонт. трубками (диффузорами) длиной 500 мм, диаметром 70—100 мм (6—20 трубок на 1 м длины трубопровода). С обеих сторон трубопровод подвешен на воздухоподводящих



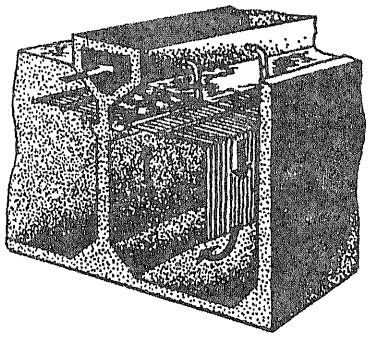
Аэрационный агрегат из пористых труб

1 — воздуховод; 2 — шарнир; 3 — воздухоподводящие стояки; 4 — переносная лебедка; 5 — пористые трубы

стояках труб, шарнирно подсоединяемых к магистральному воздуховоду. Трубки изготовляют из пористого пластика для снижения массы системы и использования легких переносных лебедок для подъема аэратора при ремонте или замене диффузоров. Поры фильтросных пластин и труб подвержены засорению содержащимися в воздухе пылью, окалиной, маслами, а также жидкостью, проникающей в них при падениях давления воздуха. Кроме того, возможно и постепенное биологич. зарастание пор. Эксплуатация диффузоров свыше 8—10 лет экономически нецелесообразна, поэтому спустя этот срок рекомендуется их полная замена.

Вибрационные диспергаторы воздуха клапанного типа в меньшей степени подвержены засоряемости, вследствие чего исключается необходимость воздухоочистит. фильтров. Действие этих диспергаторов основано на пропуске воздуха под давлением через клапан диаметром 5—15 см, при этом подвижный элемент клапана приподнимается над гнездом и по его окружности между ним и гнездом образуется зазор в десятые доли мм, через к-рый проходит 2,5—36 $м^3$/ч воздуха. Эти диспергаторы также ввинчиваются в трубопровод, прокладываемый по дну, либо в плиту, перекрывающую воздухораспределит. канал в днище аэротенка. Вибрационные диспергаторы изготовляют из некорродирующего материала. Опыт показывает, что при попадании загрязнений под клапан диспергатор перестает нормально работать. Несмотря на указ. недостатки, система аэрации мелкопузырчатым воздухом (особенно для крупных и средних очистных сооружений) в аэротенках применяется наиболее широко благодаря высокой степени использования подаваемого воздуха, надежному воздуходувному оборудованию, накопленному опыту ее расчета, проектирования и эксплуатации.

В крупнопузырчатой системе аэрации воздух проходит через отверстия или щели размером от 1—2 мм до неск. см. При таких размерах отверстия не засоряются и не подвергаются биообрастанию, вследствие чего исключается применение воздухоочистит. фильтров. Кроме того, сопротивление прохождению воздуха у них значит. ниже, чем у диффузоров, что позволяет при тех же расходах энергии подавать большее кол-во воздуха. Крупные пузыри воздуха неустойчивы в жидкости, а вызываемая их выходом из отверстий интенсивная турбулизация жидкости в бассейне приводит к их вторичному дроблению до размера 5—6 мм. Интенсивность массопереноса кислорода в воду из таких пузырей значит. ниже, чем из мелких, поэтому требуются более высокие (в 2—2,5 раза) расходы воздуха, большие мощности воздуходувного оборудования и большая протяженность воздухоподводящих ком-



Аэратор системы ИНКА

муникаций. Простота изготовления, монтажа и эксплуатации аэраторов в ряде случаев (особенно на малых, а иногда и средних очистных сооружениях) может оказать решающее влияние на выбор системы аэрации. Наиболее простым вариантом аэратора являются трубы диаметром 30—50 мм с открытыми концами, опущенные вертик. в жидкость на глубину 0,3—0,5 м от дна при расположении воздухоподводящего трубопровода выше уровня жидкости (как правило, на продольных стенах или перегородках аэрац. бассейна). Могут использоваться и перфориров. воздухоподводящие трубы, укладываемые по дну бассейна или на нек-ром (0,3—0,5 м) возвышении над ним. Диаметр перфорации колеблется в широких пределах (от 1—2 до неск. мм) в зависимости от качества сточных вод. Эффективным способом диспергирования крупных пузырей воздуха является выпуск его через спец. насадки — диспергаторы в виде крестовин из четырех коротких трубок с внутренними отверстиями 0,3—1,8 см. Иногда такие крестовины снабжаются диском или куполом для дефлексии выходящих из них воздушных струй и усиления турбулизации в воде в зоне выхода воздуха из аэратора. Насадки, рассчитанные на пропуск 12—18 $м^3$/ч воздуха, ввинчивают через полый патрубок в воздухоподающий трубопровод через 0,3—0,6 м. Применяют и насадки с регулируемым расходом воздуха через них. Помимо трубчатых насадок используют и щелевые в виде гребней, пропускающих 4,8—18 $м^3$/ч воздуха. Гребни могут насаживаться как непосредственно на воздухораспределитель, так и на перпендикулярные к нему отводные трубы, что позволяет образовывать пространственную рамную конструкцию в виде решетки, к-рая может быть поднята на поверхность для осмотра и ремонта аэратора. Особое место занимает так называемый низконапорный аэратор, получивший наз. "система ИНКА". Этот аэратор в виде решетки из перфориров. труб погружается в жидкость на глубину 0,8—1 м от поверхности на стояках, шарнирно прикрепленных к воздухоподводящему трубопроводу на поверхности. Благодаря неглубокому расположению аэратора требуется и небольшое давление воздуха, к-рое может быть обеспечено воздуходувками вентиляторного типа. Кпд этих воздуходувок на 15—20% выше кпд воздуходувок компрессорного типа, что в значит. степени компенсирует невысокий процент использования кислорода и необходимость подачи значит. бо́льших объемов воздуха для обеспечения нормальных гидродинамич. и кислородных условий в аэрац. бассейне. Воздуходувки этого типа могут быть установлены в легких укрытиях вблизи аэротенков, а воздух может подаваться по железобетон. каналам, устраиваемым на продольных стенах или перегородках аэрац. бассейна. Затраты электроэнергии на подачу кислорода через низконапорные аэраторы примерно такие же, как через диффузоры.

АЭРОБНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ — длительная (в течение неск. сут) аэрация избыточного *активного ила*, смеси его с осадком сточных вод из первичных отстойников и др. нетоксичными осадками в сооружениях, аналогичных *аэротенкам*. В результате протекающих при этом процессов биохимич. деструкции органич. в-ва (минерализации осадка) повышается устойчивость осадка к загниванию, улучшаются сан. условия его обезвоживания, хранения или утилизации. Впервые возможность глубокой деструкции органич. в-ва осадка в процессе длит. аэрации была установлена в 1932 в США. В 1950 в США был разработан процесс стабилизации активного ила посредством продленной аэрации непосредственно в аэротенках при очень низких нагрузках [не более 0,05 г БПК/(г ила·сут)]. Избыточный активный ил при этом практически не образуется. Достоинство этого процесса — простота конструктивного оформления и эксплуатации, недостаток — значит. объем аэротенков. Экономически целесообразно применение процесса продленной аэрации на очистных сооружениях пропуск. способностью до 2000 $м^3$/сут (в осн. до 500 $м^3$/сут).

Перед А.с.о. избыточный активный ил отделяется в отстойнике от сточной воды, затем обрабатывается в стабилизаторе, объем к-рого значительно меньше объема аэротенка при продленной аэрации. Это позволяет применять А.с.о. на очистных сооружениях большей пропуск. способности.

Скорость потребления кислорода в нач. период аэрации резко падает, что свидетельствует об истощении внешнего субстрата — легкоокисляемого органич. в-ва, определяющего способность осадка к загниванию. В результате увеличения биофлокулирующей способности активного ила его частицы укрупняются при одновременном снижении концентрации мелкодисперсных компонентов.

Основные параметры А.с.о. — продолжительность аэрации и уд. расход воздуха — определяются конечной целью процесса. Для получения глубоко минерализ. осадка продолжительность аэрации составляет: активного ила — 2—7 сут, смеси активного ила с осадком из первичных отстойников — 8—12 сут при темп-ре 20°С, при снижении темп-ры на 10°С продолжительность процесса увеличивается в 2—2,2 раза. Уд. расход воздуха — 1—2 $м^3$/ч на 1 $м^3$ объема стабилизатора.

Для улучшения водоотдающей способности продолжительность аэрации активного ила должна составлять 1—3 сут, а смеси его с осадком из первичных отстойников — 3—8 сут. Уд. расход воздуха определяют исходя из наличия легкоокисляемого органич. в-ва при условии, что интенсивность аэрации в стабилизаторе не менее 5 $м^3/м^2$.

Конструктивное оформление процесса А.с.о. аналогично таковому коридорных аэротенков или *аэротенков-смесителей*. Существующие между ними различия связаны в осн. с компоновкой сооружений, участвующих в этом процессе.

Традиционно А.с.о. применяют для обработки избыточного активного ила или смеси его с осадком из первичных отстойников на очистных сооружениях пропуск. способностью до 50 тыс. $м^3$/сут. Технологич. схемы, предусматривающие сочетание анаэробного сбраживания осадков в *метантенках* и аэробной стабилизации, применяют на очистных сооружениях большей пропуск. способности, что позволяет получить экономич. эффект, особенно при утилизации метана.

АЭРОДИНАМИКА — часть аэромеханики, изучающая движение *воздуха* и процессы взаимодействия его с неподвижными и двигающимися телами и поверхностями. Начало научной А. было положено академиками Российской АН (XVIII в.) Л. Эйлером и Д. Бернулли. Появление соврем. А. обязано трудам Н.Е. Жуковского и С.А. Чапыгина. Развитие пром. А. связано с именами отечеств. ученых: В.В. Батурина, Г.Н. Абрамовича, И.Е. Идельчика, В.И. Ханжонкова, С.М. Горлина и др. В области строит. А. успешно работали Р.Е. Брилинг, В.М. Эльтерман, Н.А. Рынин, Э.И. Реттер, Ф.Л. Серебровский, И.А. Шепелев, В.А. Бахарев и мн. др. А. делится на теоретич., определяющую осн. закономерности движения воздуха и взаимодействия его с телами и поверхностями, и эксперимент., определяющую законы опытным путем, т.е. продувкой моделей в аэродинамич. трубах или испытанием в гидравлич. лотках. А. летат. аппаратов получила широкое развитие в теоретич. и эксперимент. частях. А. пром.,

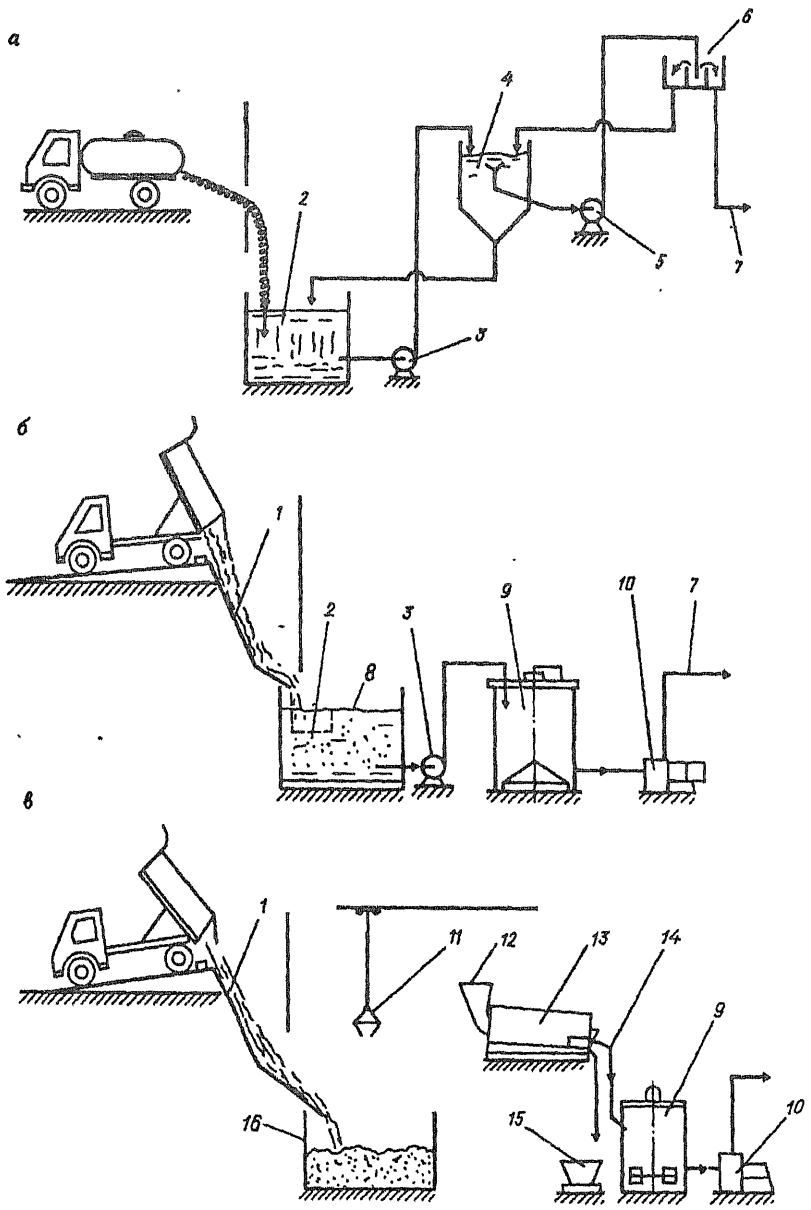


Схема известкового хозяйства

а — при исходном сырье в виде известкового молока или теста; *б* — с использованием комовой извести (при "мокром" хранении); *в* — то же, при сухом хранении; *1* — разгрузочный лоток (бункер); *2* — резервуар-хранилище; *3* — насос; *4* — циркуляц. гидравлич. мешалка; *5* — циркуляц. насос; *6* — дозатор; *7* — подача известкового молока к месту входа; *8* — сетчатая корзина; *9* — мешалка; *10* — насос-дозатор; *11* — грейферный кран; *12* — загрузочный бункер; *13* — известегасилка; *14* — слив известкового молока; *15* — тележка для непогасившихся отходов; *16* — склад-бункер

достигается необходимая концентрация, осуществляются дозирование и доставка раствора к местам ввода в обрабатываемую среду (воду, сточную воду, осадок и т.п.). При получении товарного продукта в виде комовой негашеной извести схема существенно усложняется. В зависимости от способа доставки (автосамосвалами, ж.-д. транспортом — в крытых вагонах или саморазгружающихся) необходимо организовать разгрузку транспортных средств, место и порядок складирования груза. Предпочтительно "мокрое" хранение извести, т.е. в резервуарах-хранилищах. Из них известь подается *грейфером* в известегасилки для гашения, дробления и приготовления известкового молока, собирается в расходные баки, дозируется и транспортируется к местам ввода в обрабатываемую среду

При получении в качестве исходного сырья порошкообразной извести-пушонки предусматривают ее складирование в резервуарах-хранилищах в виде известкового молока — "мокрый способ" либо в спец. бункерах — сухое дозирование.

Известковые суспензии и растворы обладают способностью засорять коммуникации (трубопроводы), по к-рым их транспортируют, в связи с чем необходимо обеспечивать скорость их движения не менее 0,8 м/с, а также периодическую промывку трубопроводов чистой водой. Диаметр трубопроводов должен быть не менее 50 мм, радиус кривизны поворотов — не менее пяти диаметров трубы; на поворотах следует предусматривать устройства для прочистки. Насосы для перекачки известковых реагентов должны быть рассчитаны на работу с жидкостями, содержащими взвеш. в-ва, и устанавливаться "под заливом". Для удаления взвеси из известкового молока могут применяться гидроциклоны напорные (типа ГКЦ).

ИЗМЕРЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ, РАСХОДА И УРОВНЯ ЖИДКОСТИ — выполняется для определения осн. параметров при оценке работы *систем водоснабжения и канализации*. Для измерения давления применяют манометры, к-рые подразделяют на показывающие, самопишущие и М-датчики. Показывающие манометры в зависимости от применяемого чувствит. элемента бывают пружинными или мембранными. Наиболее распространены пружинные, чувствит. элементом к-рых является полая (трубчатая) пружина. По точности различают образцовые, контрольные и технич. манометры. Самопишущие манометры кроме чувствит. элемента и шкалы имеют механизм для приведения в движение диаграммы (круговой или ленточной), на к-рой регистрируется изменение давления во времени. М-датчики не имеют шкалы, а чувствит. элемент воздействует на преобразователь давления в электрич. сигнал (как правило, 0—5 или 0—20 мА). Сигнал М-датчика можно использовать в САУ системой водоснабжения или канализации.

Для изменения расхода жидкости применяют расходомеры, а объема жидкости, поданной или израсходов. за промежуток времени, — счетчики жидкости. В системах водоснабжения и канализации применяют расходомеры переменного перепада давления, ультразвуковые, электромагнитные, ротаметры. В расходомерах переменного перепада давления, наиболее распространенных, мерой расхода служит перепад давления, возникающий при протекании жидкости через сужающее устройство (диафрагму, сопло или трубу Вен-

к к-рой относится и строит. А., в осн. развивается за счет эксперимент. исследований. А. пром. изучает условия работы вентиляторов, *воздуходувок*, разл. технологич. аппаратов, строит. А. — рассматривает процессы обтекания здания ветром, движение воздуха между зданиями в условиях застройки, его перемещение в пределах вентилируемого помещения (см. *Приточная струя*, *Конвективная воздушная струя*, *Всасывающий факел*), а также вопросы, связ. с течением воздуха по *воздуховодам* систем *вентиляции*, каналам и вентиляц. вытяжным шахтам, через неплотности и отверстия в наружных и внутр. ограждениях здания.

АЭРОДИНАМИКА ЗДАНИЯ — понятие, объединяющее явления, связанные с процессом обтекания здания турбулентным потоком *воздуха* (ветром). При обтекании ветром около здания образуются застойные зоны. Определение хар-к этих зон необходимо для расчета их загрязнения выбросами вредных в-в технологич. и вентиляц. систем. Вихревые зоны образуются за счет отрывных потоков от поверхности земли и кромки здания (сооружения). Эти вихревые зоны представляют собой сложные вихревые неустановившиеся трехмерные потоки. При набегании на здание нижние слои потока воздуха затормаживаются, и кинетич. энергия этой части потока переходит в потенциальную. Следовательно, статич. давление увеличивается. Нарастание статич. давления

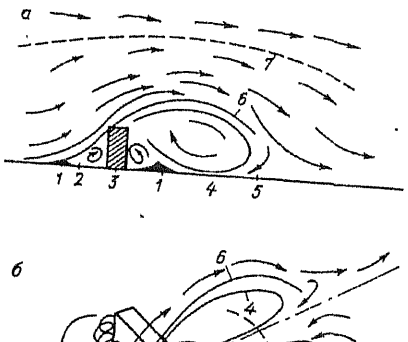


Схема обтекания здания потоком воздуха

а — вертик. разрез; *б* — схема движения воздуха вблизи здания; *1* — граница между вихрями зоны аэродинамич. следа, участок с нулевой скоростью движения воздуха; *2* — зона избыточного давления; *3* — здание; *4* — зона разрежения и вихревого движения воздуха; *5* — обратные потоки воздуха, входящие в зону аэродинамич. следа; *6* — граница этой зоны; *7* — граница влияния здания на поток воздуха; *8* — вихреобразные потоки воздуха из зоны избыт. давления в зону разрежения

происходит постепенно по мере приближения к зданию, торможение потока начинается на расстоянии от здания, примерно равном 5—8 калибрам (средних размеров фасада). Макс. значения избыточное давление воздуха достигает на поверхности наветр. фасада здания. Здесь набегающий поток образует характерную зону циркуляции. Ее вихри как бы дополняют форму здания до удобообтекаемой формы и тем самым уменьшают потерю энергии осн. потока. В этой зоне происходит активный обмен воздуха, совершающего вихреобразное движение и уходящего на заветр. сторону здания. Набегающий поток обтекает здание и зону циркуляции сверху и с боков. Обтекающий здание поток за счет его нек-рого поджатия имеет скорость неск. большую, чем скорость набегающего на здание ветра. При срыве с кромок здания поток интенсивно эжектирует воздух с заветр. стороны здания, где в результате этого давление уменьшается. Воздух, уносимый из заветр. зоны, компенсируется приземными слоями потока, в к-рых воздух заторможен настолько, что может изменить направление своего движения. На заветр. стороне здания образуется неск. вихрей. Граница аэродинамич. следа в этой области — криволинейная поверхность.

При обтекании ветром группы зданий зоны аэродинамич. следа смежных зданий влияют одна на др., иногда сливаясь, образуя сложные зоны с общей циркуляцией воздуха. Изучение размеров и др. хар-к зон необходимо для расчета диффузии вредных примесей вблизи здания, выбора мест расположения устройств, выбрасывающих вредные примеси в атмосферу, степени их очистки, расположения мест воздухозабора. При расчете ветровой нагрузки на здание, а также при определении естеств. воздухообмена в его помещениях необходимо знать избыточное статич. давление, возникающее за счет действия ветра. Для определения избыточного давления ветра применяют т.н. аэродинамич. коэфф., показывающий отношение избыточного статич. давления в одной из точек наружной поверхности здания к динамич. давлению ветра. Аэродинамич. коэфф. обычно определяют экспериментально в *аэродинамических трубах* на моделях зданий. Значение и знак этого коэфф. зависят от места расположения точки на поверхности здания, наличия близко располож. зданий, сооружений и деревьев, формы здания, направления ветра, рельефа местности.

АЭРОДИНАМИКА ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЛОЩАДКИ — часть аэродинамики, изучающая закономерности движения *воздуха* в пределах группы близко располож. зданий пром. предприятия или гор. р-на. Зоны аэродинамич. следов отд. зданий (см. *Аэродинамика зданий*) сливаются, образуя общие циркуляц. зоны, влияющие на скорость и направление движения воздуха между зданиями. Исследования А.п.п., как правило, проводят с целью определения проветриваемости гор. р-нов и вероятности возникновения застойных зон внутри квартала, а для сев. р-нов страны — с целью защиты зданий от сильных ветров и оптимизации снегового внутридворового режима. Известные работы в этом направлении выполнили Н.М. Томпсон, Ф.Л. Серебровский, С.М. Горлин, Э.И. Реттер.

АЭРОДИНАМИКА СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ — раздел аэродинамики, изучающий закономерности движения *воздуха* в каналах и *воздуховодах* систем *вентиляции*, на базе к-рых разрабатываются и совершенствуются инж. методы расчета систем. Аэродинамич. расчет системы воздуховодов обычно сводится к определению размеров их поперечного сечения (при заданных расходах воздуха), а также потерь давления на отд. участках и в системе в целом. Обратная задача — определение расходов воздуха при заданных размерах воздуховодов и известном перепаде давления в системе. При аэродинамич. расчете воздуховодов систем вентиляции пренебрегают сжимаемостью перемещаемого воздуха, т.к. макс. возможное изменение давления в системе меньше 5% атм. давления. По этой же причине используют избыточное давление, принимая за условный нуль атм. давление на уровне системы. Одна из особенностей систем вентиляции — наличие участков, где избыточное давление меньше нуля. В любом сечении потока воздуха в воздуховоде различают 3 вида давления: статич., динамич. и полное. Статич. определяет потенц. энергию 1 м^3 воздуха в рассматриваемом сечении воздуховода; это давление, к-рое испытывают стенки воздуховода. Динамич. давление — это кинетич. энергия потока, отнесенная к 1 м^3 воздуха. При средней скорости воздуха в сечении v динамич. давление, Па, равно $P_д = \rho v^2 \alpha / 2$, где ρ — плотность воздуха, кг/м3; α — коэфф. Кориолиса. Полное давление равно сумме статич. и динамич. давлений.

Традиц. термин "потеря давления", применяемый при аэродинамич. расчете систем вентиляции, определяющий изменение полного давления воздуха в системе или на участке воздуховода, означает потерю энергии, отнесенную к 1 м^3 потока воздуха. Потеря давления в системе воздуховодов складывается из потерь на трение и в местных сопротивлениях. Потерю на трение на участке воздуховода определяют по ф-ле Дарси-Вейсбаха $\Delta P_{тр} = \lambda_{тр} l P_д / d$, где $\lambda_{тр}$ — коэфф. сопротивления трения; d — диаметр воздуховода, м;

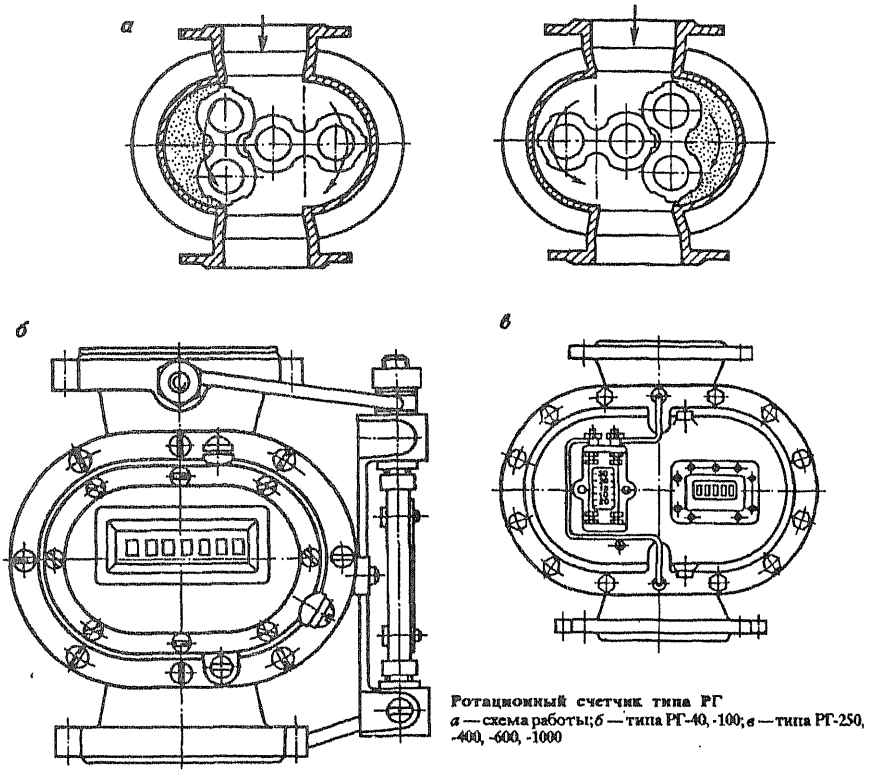
тури), установл. в трубопроводе. Перепад давления воспринимается дифференц. манометром (ДМ) и воспроизводится либо на шкале (показывающий ДМ), либо на диаграмме (самопишущий ДМ), а также в виде электрич. выходного сигнала (ДМ-датчик). Чаще всего в качестве сужающего устройства используют диафрагму — диск из нержавеющей стали с отверстием в центре, к-рый вставляют в трубопровод так, чтобы центр отверстия совпадал с осью трубы. Различают камерные диафрагмы, в к-рых отбор давления осуществляется по периметру диска с помощью спец. камер, и дисковые диафрагмы, в к-рых отбор давления осуществляют с помощью двух штуцеров, размещенных перед диафрагмой и за ней. Диафрагмы вызывают большие потери напора, поэтому их обычно применяют для измерения расхода жидкости в трубах условным проходом до 400—700 мм. При измерениях давления в трубах больших диаметров используют трубы Вентури, перепад давления в к-рых возникает за счет сужения потока в их горловине, соединяемой с трубопроводом с помощью *конфузора* (входного патрубка) и *диффузора*. Как правило, трубы Вентури выполняют в виде сварной конструкции. Сопла в системах водоснабжения и канализации практически не применяют. Дифференц. манометры в зависимости от конструкции чувствит. элемента бывают мембранными или сильфонными. В первых перепад давления преобразуют в электрич. сигнал, к-рый затем используется во вторичных приборах или системах централизов. контроля и управления. Сильфонные дифференц. манометры бывают показывающими, самопишущими и со счетчиками. Перепад давления в них преобразуется механически с помощью системы рычагов и шестерен. В самопишущих приборах имеется электропривод для перемещения диаграммы. В сильфонных дифференц. манометрах это механич. (кулачковые) устройства, в мембранных или вторичных приборах — электронные и электромеханические. Недостатками расходомеров переменного перепада давления являются наличие потерь напора и узкий диапазон измерения расхода (не более 1:4).

Ультразвуковые расходомеры — наиболее совершенные приборы для измерения расхода жидкости в трубах большого диаметра. Они основаны на измерении разности времени прохождения ультразвукового сигнала по направлению течения жидкости и против него. Ультразвуковой расходомер включает два пьезоэлектрич. датчика, размещенных с разных сторон трубы так, чтобы ось акустич. канала между ними была расположена под углом 45° к оси потока, и измерит. блок, воспринимающий сигналы датчиков и преобразующий их в единицы расхода и объема жидкости. Пром-сть выпускает ультразвуковые расходомеры для трубопроводов D_y = 400...1400 мм. Достоинства расходомеров этого типа — отсутствие дополнит. потерь напора, высокая точность и большой диапазон измерений (до 1:10).

Электромагнитные расходомеры применяют для измерения расхода агрессивных или содержащих большое кол-во твердых или газообразных примесей жидкостей. Они основаны на эффекте Фарадея, их датчик представляет собой патрубок с располож. на нем обмотками индуктивности и двумя электродами, с к-рых снимают эдс, пропорцион. расходу; вторичный прибор преобразует сигнал в показания расхода жидкости. Пром-сть выпускает электромагнитные расходомеры с условным проходом 10—400 мм.

Ротаметры применяют для измерения относит. небольших расходов жидкости или газа. Они представляют собой вертик. конич. трубку, в к-рой расположен спец. поплавок. Положение его зависит от расхода жидкости или газа. Ротаметры могут быть и с электрич. выходным сигналом.

Для измерения объема жидкости применяют счетчики жидкости. Их чувствит. элемент — турбинка. В водосчетчиках небольших условных проходов (20—50 мм) используют крыльчатые турбинки с осью, перпендикулярной оси потока, а условных проходов 60—250 мм — аксиальные турбинки с осью, параллельной оси потока. Турбинки через редуктор связаны со счетным механизмом. Частота вращения турбинки пропорциональна объему воды, протекающей через водосчетчик.



Ротационный счетчик типа РГ
а — схема работы; *б* — типа РГ-40, -100; *в* — типа РГ-250, -400, -600, -1000

ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДА ГАЗА — процесс получения опытным путем числ. соотношения между измеряемой величиной и нек-рым ее значением, принятым за единицу сравнения. Прибор, измеряющий кол-во в-ва, протекающего через данное сечение газопровода за нек-рый промежуток времени, наз. счетчиком. При этом кол-во в-ва определяют как разность двух последоват. показаний счетчика в нач. и в конце этого промежутка. Показания счетчика выражают в единицах объема. Прибор, измеряющий расход газа, проходящего через данное сечение газопровода в единицу времени (ч), наз. газовым расходомером; измерение в нем происходит по перепаду давления в сужающемся устройстве — диафрагме или сопле. Для определения расхода газа с давлением не более 0,1 МПа и температурой газа и окружающего воздуха 0—50°С используют ротационные счетчики.

В счетчике для получения сравниваемых результатов измерений расход газа

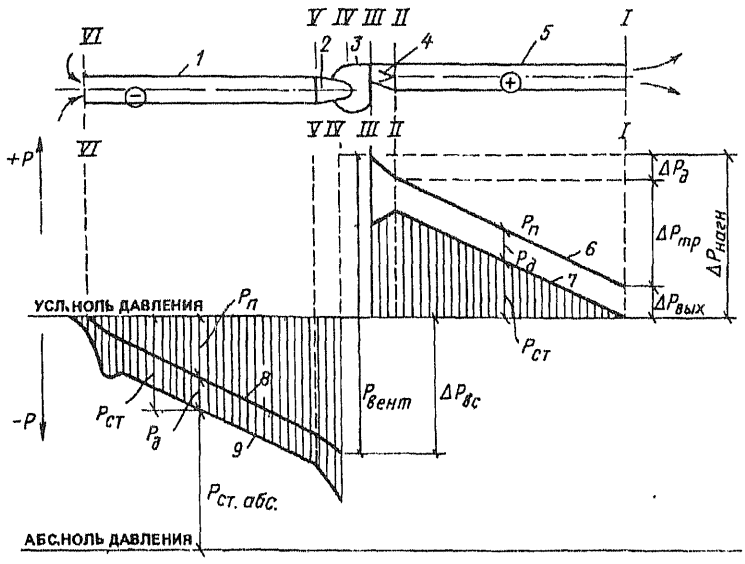


Схема распределения давления в системе вентиляции

1 — всасывающий воздуховод; *2* — конфузор с поворотом; *3* — вентилятор; *4* — диффузор; *5* — нагнетат. воздуховод; *6* — линия полного давления с нагнетат. стороны; *7* — линия статич. давления там же; *8* — линия полного давления с всасывающей стороны; *9* — линия статич. давления там же; I—VI — номера характерных сечений; $P_д$ — избыточное давление воздуха; индексы: п, ст, д — полное, статич., динамич.; вс, наги — всасывание, нагнетание; ст. абсолютное — статич. давление; вент — вентилятор

$P_д$ — динамическое давление, Па; l — длина участка, м.

Для расчета воздуховодов и каналов прямоугольного сечения используют *эквивалентные диаметры воздуховодов*, при к-рых потери давления на трение в круглом и прямоугольном воздуховодах равны. Известны три способа нахождения эквивалентного диаметра: по скорости, по расходу, по площади.

Потеря давления в местных сопротивлениях (местах поворота потока, тройниках при делении или слиянии потоков, изменениях сечения и др.) пропорциональна динамич. давлению в воздуховоде: $\Delta P_{м.с.} = \Sigma \zeta P_д$, где $\Sigma \zeta$ — сумма коэфф. местного сопротивления рассматриваемого участка воздуховода. Коэфф. местного сопротивления определяет потерю давления в данном местном сопротивлении в долях динамич. давления участка. Обычно $0 < \zeta < 10$ и выше. В тройниках может быть $\zeta < 0$ как следствие эжекции. Общая потеря давления на участке системы воздуховодов $\Delta P_{уч} = \Delta P_{тр} + \Delta P_{м.с.}$

Общая потеря давления в системе (по магистрали) $\Delta P_{сист} = \sum_{i=1}^{N} (R\beta_ш l + z)_i + \Sigma \Delta P_{об} \pm \Delta P_{пом}$, где i — номер участка магистрали (от 1 до N); R — уд. потеря давления на трение, Па/м; $\beta_ш$ — коэфф., учитывающий шероховатость стенок воздуховода; l — длина i-го участка; z — потеря давления в местных сопротивлениях i-го участка; $\Delta P_{об}$ — потеря давления в оборудовании и др. устройствах вентиляции; $\Delta P_{пом}$ — подпор или разрежение в помещении, обслуживаемом последним участком системы.

Расчет общей потери давления в системе производится лишь после увязки сопротивлений всех ответвлений от магистрали. Этот метод расчета системы вентиляции наз. методом уд. потери полного давления. Существуют и др. методы, напр. учет местных сопротивлений введением эквивалентной по потере давления длины участка (метод эквивалентных длин), замена потери давления по длине эквивалентной потерей в местном сопротивлении (метод эквивалентных сопротивлений), аналогичные методы эквивалентных отверстий и уд. хар-к.

При проектировании, наладке и эксплуатации систем вентиляции необходимы знания закономерностей распределения давления в системе воздуховодов, каналах и вытяжных шахтах. К примеру, в системе вентиляции с механич. побуждением движения воздуха, состоящей из воздуховода с вентилятором, за условный нуль принято атм. давление на уровне оси воздуховода. Избыточное давление на входе и выходе воздуха может быть принято равным нулю.

Особенностями аэродинамики систем вентиляции с естеств. побуждением движения воздуха являются: сравнительно небольшие располагаемые (расчетные) перепады давления, а следовательно, и скорости воздуха; необходимость учета аэростатич. давления воздуха снаружи и внутри каналов. Работа таких систем зависит от конструктивного решения системы и здания, разности плотностей воздуха снаружи и внутри здания, направления и скорости ветра. Однако при выборе конструктивных размеров отд. элементов системы (сечений каналов и шахт, площадей жалюзийных решеток) достаточно провести расчет для случая, когда здание не влияет на работу вентиляции.

АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ ТРУБА — лабораторная установка для получения искусств. равномерного потока *воздуха*, применяемая для аэродинамич. исследований. Поток воздуха с заданными хар-ками образуется в рабочей части А.т., где и устанавливается исследуемая модель. А.т. представляет собой *воздуховод* с побудителем движения воздуха (*вентилятор осевой* или *вентилятор радиальный*) и устройствами для создания равномерного потока. Различают прямоточные и замкнутые А.т. с закрытой или открытой рабочей частью. На схеме представлена замкнутая А.т. с открытой рабочей частью. Первым условием подобия аэродинамич. процессов в натуре и на модели является геометрич. подобие здания и модели. Отношение их соответствующих размеров наз. масштабом линейных размеров. Др. масштабные отношения — скорости, плотности, динамич. вязкости, давления — определяют исходя из общей теории подобия процессов. Согласно этой теории в аэродинамич. процессах следует соблюдать след. критерии подобия: гомохромности (Струхаля), Фруда, Рейнольдса и Эйлера. Для турбулентных потоков необходим правильный выбор степени турбулентности потока. Для установившихся изотермич. потоков воздуха, как показывает анализ, достаточно выявить зависимость критерия Эйлера (включающего в себя аэродинамич. коэфф.) от критерия Рейнольдса и степени турбулентности потока. Исследования обтекания зданий и др. плохообтекаемых тел показали весьма слабую зависимость аэродинамич. коэфф. от критерия Рейнольдса. Практич. отсутствие функцион. зависимости искомой величины от критерия наз. автомодельностью относительно этого критерия. Автомодельность аэродинамич. коэфф. относительно критерия Рейнольдса объясняется явлением срыва потока с кромок здания и возникновением интенсивных вихревых потоков. Автомодельность относительно критерия Рейнольдса позволила при определении аэродинамич. коэфф. на моделях зданий соблюдать лишь геометрич. (линейный) масштаб, т.е. задавать при моделировании любую скорость, удобную для проведения замеров. Для определения аэродинамич. коэфф. (см. *Аэродинамика здания*) на модели здания в А.т. достаточно измерить статич. давление

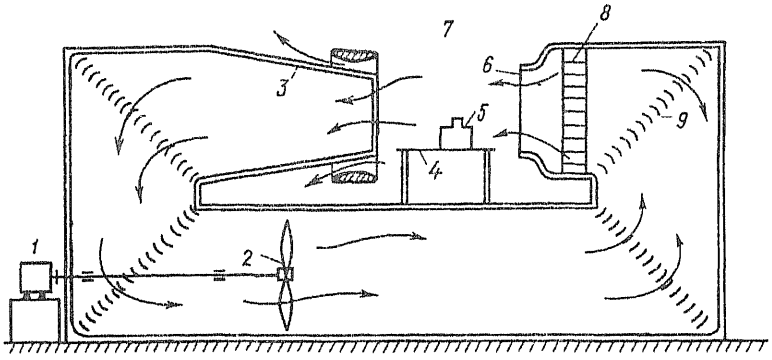


Схема аэродинамической трубы

1 — электродвигатель; 2 — вентилятор с изменением угла поворота лопаток; 3 — всасывающий патрубок; 4 — подставка под модель, имитирующая поверхность земли; 5 — модель здания; 6 — выходной патрубок; 7 — рабочая часть; 8 — решетка у выходного патрубка; 9 — поворотные лопатки

в заданной точке модели и разделить получ. значение на динамич. давление набегающего потока. Избыточное давление измеряют *микроманометром*, соедин. шлангом со щупом или дренажной трубкой, выведенной на поверхность модели; динамич. давление — *Пито трубкой* в нач. сечении рабочей части А.т.

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ — расчет, в результате к-рого определяют аэродинамич. сопротивления газовоздушного тракта как установки в целом, так и разл. ее элементов. Норм. работа *котельной установки* возможна при условии непрерывной подачи в *топку* воздуха и удаления в атмосферу продуктов сгорания после их охлаждения и очистки от твердых частиц. Подача и отвод продуктов сгорания в необходимых кол-вах обеспечиваются сооружением газовоздушных систем с естеств. и искусств. тягой. В системах с естеств. тягой, применяемой в котельных установках малой мощности с невысокими аэродинамич. сопротивлениями по газовому тракту, сопротивление движению воздуха и продуктов сгорания преодолевается за счет тяги, создаваемой *дымовой трубой*. Когда котельная установка оборудована *экономайзером* и *воздухоподогревателем* и ее сопротивление по газовому тракту значительно превышает 1 кПа, систему газовоздушного тракта оборудуют вентиляторами и *дымососами*. В котельной установке с уравновеш. тягой воздушный тракт работает под избыточным давлением, создаваемым вентиляторами, а газовый — под разрежением; в этом случае дымосос обеспечивает разрежение в топке, равное 20 Па. Расчет сопротивления газового и воздушного трактов *паровых* и *водогрейных котлов* выполняют в соответствии с нормативным методом. При изменении паропроиз-сти котельной установки или вида сжигаемого топлива производят пересчет сопротивлений трактов.

Движение газов в газовоздушном тракте сопровождается потерей энергии, затрачиваемой на преодоление сил трения потока газа о твердые поверхности. Сопротивления, возникающие при движении потока, условно делятся на: сопротивление трения $\Delta P_{тр}$ при течении потока в прямом канале пост. сечения, в т.ч. при продольном омывании пучка труб; местные сопротивления $\Delta P_{м}$, связанные с изменением формы или направления потока, к-рые условно считают сосредоточенными в одном сечении и не включающими сопротивление трения; сопротивление поперечно омываемых пучков труб $\Delta P_{поп}$, в к-рых нельзя раздельно определить сопротивление трения и местные сопротивления: $\Delta P = \Delta P_{тр} + \Delta P_{м} + \Delta P_{поп}$.

Для изотермич. потока (при пост. плотности и вязкости протекающей среды) сопротивление трения равно: $\Delta P_{тр} = \lambda (l/d_э)(\omega^2/2)\rho$, где λ — коэфф. сопротивления, зависящий от относит. шероховатости стенок канала и числа Рейнольдса; l — длина канала; ω — скорость протекающей среды: $d_э$ — эквивалентный (гидравлический) диаметр; ρ — плотность протекающей среды. При этом $d_э = 4F/U$, где F — площадь живого сечения канала; U — полный периметр сечения, омываемого протекающей средой. Местные сопротивления $\Delta P_{м} = \zeta (\omega^2/2)\rho$, где ζ — коэфф. местного сопротивления, зависящий от геометрич. формы участка, а иногда и числа Рейнольдса. Этот коэфф. вычисляют по ф-лам или подбирают по таблицам для соответствующих местных сопротивлений, к-рые для газового и воздушного трактов котельной установки представляют собой повороты, разветвления, шиберы. Сопротивление газового и воздушного трактов котельной установки, выбор площадей поперечных сечений газо- и воздухопроводов производят при экономичных скоростях, при к-рых суммарные эксплуатац. затраты минимальны. Схемы газового и воздушного трактов должны быть просты и обеспечивать надежную и экономичную работу установки. Целесообразно применять индивид. компоновку хвостовых поверхностей нагрева, *золоуловителей* и *тягодутьевых устройств* без обводных газоходов и соединит. коллекторов. На протяж. прямых участках рекомендуются газовоздухопроводы круглого сечения как менее металлоемкие и с меньшим расходом теплоизоляции по сравнению с квадратными и прямолинейными. Газоходы паровых и водогрейных котлов, работающих на взрывоопасных видах топлива, не должны иметь участков, в к-рых возможны отложения несгоревших частиц, сажи, а также плохо вентилируемых зон. Общий перепад давлений в котельной установке складывается из перепадов давлений на отд. элементах. У агрегатов, работающих под разрежением, суммарный перепад определяют раздельно для воздушного и газового трактов. В *котлоагрегате* под наддувом рассчитывают общее газовоздушное сопротивление.

АЭРОЖЕЛОБ — система *пневматического транспорта*, в к-рой аэрируемый материал перемещается по наклонному желобу вследствие его текучести.

АЭРОЗОЛИ — (от греч. aer — воздух и нем. Sol — золь, коллоидный раствор) — дисперсные системы с газообразной (воздушной) дисперсной средой и твердой — *пыли*, *дымы* или жидкой — *туманы* дисперсной фазой. Мелкие частицы А. по размерам приближаются к крупным молекулам, а крупные достигают неск. мкм.

АЭРОЗОЛЬТРАНСПОРТ — система *пневматического транспорта*, в к-рой сыпучий материал перед подачей в *трубопровод* переводится в аэриров. состояние.

АЭРОТЕНК — сооружение для биологической очистки сточных вод (преимущественно от растворенных органических веществ) с помощью аэробных бактерий. А. представляет собой бетонный или железобетонный проточный резервуар, разделенный на ряд коридоров шириной 6—18 м, высотой 4—5 м. Коридоры оснащены *аэраторами*, через к-рые подается воздух для снабжения кислородом развивающегося в А. *активного ила* и его перемешивания с очищаемой сточной водой. Смесь сточной воды и активного ила (иловая смесь), протекая по А., очищается в результате окисления содержащихся в ней органических загрязнений микроорганизмами активного ила. Продолжительность процесса очистки городских сточных вод в А. — 2—6 ч, производственных — 8—48 ч.

приводят к норм. условиям. При пром. измерениях норм. показателями считают темп-ру, равную 20°С, давление, равное 101 325 Па, и относит. влажность, равную 0. Объемный расход газа выражают в $м^3/ч$. Счетчики располагают по ходу газа после *регуляторов давления газа*, при использовании сужающих устройств (диафрагм) — до регуляторов давления и предохранит. запорного клапана, но после фильтров с целью уменьшения эрозии острой кромки диафрагм.

Ротац. счетчик состоит из измерителя, счетного механизма и дифференц. манометра. В чугунном корпусе измерителя расточены два полуцилиндра, в каждом из к-рых размещен один ротор, имеющий вид восьмерки. Располагают роторы взаимно перпендикулярно. В боковых стенках корпуса смонтированы подшипники — опоры для роторов. Газ поступает через верхний патрубок, давление газа в к-ром всегда несколько меньше, чем во входном. За счет этого перепада давления роторы вращаются. За один полный оборот пространство между стенками корпуса и ротора, являющееся измерит. объемом, наполняется дважды и дважды выталкивается газ из этого объема через нижний патрубок. Счетный механизм роликового типа закрыт герметичной крышкой и работает в газовой среде. Дифференц. манометр служит для определения потерь давления газа в ротац. счетчике. По показываемому им перепаду давления можно судить о работе счетчика: резкое возрастание или колебания перепада свидетельствуют о его засорении. Для восстановления норм. работы счетчик промывают. В зависимости от общего расхода на объекте монтируют один или два параллельно присоедин. ротац. счетчика.

В газовом расходомере перепад давления измеряют с помощью дифманометра. Сужающее устройство, выполняющ. функции первичного преобразователя, устанавливают в газопроводе. При протекании через него газа скорость потока в суженном сечении повышается по сравнению с его скоростью в газопроводе. Увеличение скорости, а следовательно, и кинетич. энергии вызывает уменьшение потенц. энергии потока в суженном сечении. Соответственно и статич. давление в нем будет меньше, чем до него. Перепад давления связан с расходом квадратич. зависимостью. В качестве сужающих устройств применяют стандартные диафрагмы, представляющие собой тонкий диск с отверстием круглого сечения, центр к-рого лежит на оси трубы. Сужение потока начинается до диафрагмы, и на нек-ром расстоянии от диафрагмы оно достигает минимума. Далее сечение потока постоянно расширяется до тех пор, пока не станет равным полному сечению трубопровода. При протекании газа через диафрагму за ней в углах образуется мертвая зона, где вследствие разности давлений возникает обратное движение газа, на преодоление к-рого затрачивается значит. часть энергии. При этом происходит потеря давления. Отбор давлений осуществляют с помощью двух отд. отверстий, располож. до и после диска диафрагмы в углах, образуемых ее плоскостью и внутр. поверхностью трубопровода. Дифманометры могут быть показывающими (П) или самопишущими (С). Последние кроме устройства, записывающего перепад давления, могут иметь дополнит. запись давления и интегратор. Привод диаграммы может быть от часового механизма или от синхронного микроэлектродвигателя. По конструктивному устройству дифманометры бывают сильфонные (С), поплавковые (П) и трубчатые (Т).

ИЗОЛЯЦИЯ ГАЗОПРОВОДОВ — покрытие наружной поверхности газопровода спец. мастиками и оберточными материалами для защиты металла трубы от почвенной коррозии. И.г. — пассивная защита. К изоляц. материалам предъявляются след. требования: монолитность покрытия, водонепроницаемость, хорошее прилипание к металлу, хим. стойкость, механич. прочность, диэлектрические свойства. Применяют битумно-полимерные, битумно-минер. и битумно-резиновые мастики. В битумно-минер. мастиках в качестве заполнителей используют хорошо измельч. доломит, доломитизиров. или асфальтовые известняки; в битумно-резиновых — резиновую крошку, изготовл. из амортизиров. покрышек; в битумно-полимерных — атактич. полипропилен, порошкообразный полипропилен. Для повышения пластичности и уменьшения хрупкости при отриц. темп-рах в битумные мастики добавляют пластификаторы. В городах и нас. пунктах применяют защитные покрытия весьма усил. типа, к-рые наносят на трубу только в заводских условиях. Нанесение защитных покрытий непосредственно на месте укладки газопровода допускается только при проведении ремонтных работ, изоляции сварных стыков и мелких фасонных частей. Битумные покрытия весьма усил. типа имеют след. структуру: битумная грунтовка (толщина слоя 0,1—0,15 мм), битумная мастика (толщина слоя 2,5—3 мм), армирующая обертка (в 3 слоя), наружная обертка из бумаги. Общая толщина весьма усиленной изоляции не менее 9 мм. Перед нанесением изоляции трубу очищают стальными щетками до металлич. блеска и протирают. После этого накладывают грунтовку, к-рая представляет собой нефтяной битум, развед. в бензине в соотношении 1:2 или 1:3. После высыхания грунтовки на нее накладывают в неск. слоев горячую (160—180°С) битумную мастику исходя из требований, предъявляемых к изоляции. В зависимости от числа нанес. слоев мастики и усиливающих оберток различают след. типы изоляц. покрытий: нормальную, усил. и весьма усил. В качестве изоляц. покрытий для газопроводов применяют пластмассовые пленочные материалы (ленты) с подклеивающим слоем. Поливинилхлоридные и полиэтиленовые ленты выпускают толщиной 0,3—0,4, шириной 400—500 мм и длиной 100—150 м, намот. в рулоны. Трубы очищают, затем покрывают грунтовкой, представляющей собой клей, раствор. в бензине, после чего обертывают изоляц. лентой в неск. слоев и защитным покрытием из рулонного материала. Весьма усил. изоляция состоит из 3 слоев ленты толщиной не менее 1,1 мм. Для обертки труб применяют спец. машины. В качестве защитного покрытия используют также эмаль этиноль, состоящую из лака этиноль (примерно 2/3) и асбеста (1/3). Толщина покрытия — не менее 0,6 мм.

ИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ ПРИТОЧНАЯ СТРУЯ — любая воздушная струя при условии, что темп-ра воздуха на выходе из приточного отверстия равна темп-ре воздуха в помещении. Отсутствие действия гравитац. сил на поток воздуха — гл. особенность И.п.с. В *вентиляции* И.п.с. практически не встречаются. Однако теория свободной И.п.с., позволившая создать простые математич. модели, широко используется для расчета большинства разновидностей приточных струй (см. *Неизотермическая приточная струя*, *Стесненная приточная струя*).

ИЗОЭНТАЛЬПИЙНЫЙ ПРОЦЕСС (от греч. isos — равный, одинаковый, подобный и enthalpo — согреваю) — термодинамич. процесс изменения состояния воздуха при пост. уд. энтальпии. Его наз. также адиабатным (адиабатич.) процессом, процессом адиабатного увлажнения или процессом прямого *испарительного охлаждения воздуха*. И.п. происходит при контакте воздуха с тонким слоем или каплями воды, имеющими темп-ру мокрого термометра. Практическая реализация И.п. достигается разбрызгиванием *форсунками* в *камере орошения* кондиционера рециркуляц. воды. Широко используется в технике *кондиционирования воздуха* и *вентиляции*, т.к. позволяет понизить темп-ру воздуха без затрат энергии на его охлаждение Параметры воздуха на выходе из аппарата, осуществляющего И.п., регулируют изменением кол-ва разбрызгиваемой воды.

ИЛОВЫЕ ПЛОЩАДКИ — сооружения для подсушивания (обез-

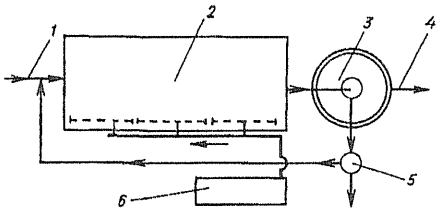


Схема сооружений биологической очистки сточных вод в аэротенках

1 — сточные воды после первичного отстаивания; *2* — аэротенк; *3* — вторичный отстойник; *4* — очищенная сточная вода; *5* — насосная станция циркуляционного ила; *6* — воздуходувная станция

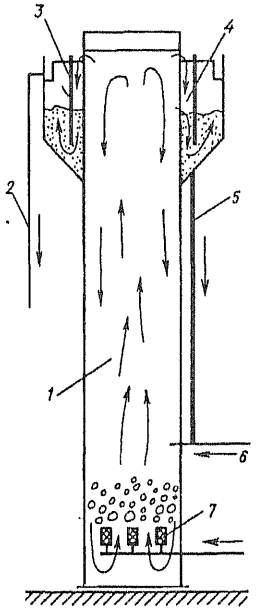
Процесс биологической очистки сточных вод в А. состоит из следующих стадий: сорбция загрязнений активным илом, внутриклеточное окисление сорбированных загрязнений, разделение активного ила и очищенной воды. Стадии сорбции и окисления имеют биохимическую основу и подчиняются закономерностям ферментативных реакций.

В зависимости от способа накопления биомассы активного ила А. могут быть с рециркуляцией ила из илоотделителей, без рециркуляции ила, работающие с т.н. проточной культурой микроорганизмов и с насадкой, на которой закрепляется и накапливается биомасса ила (*биотенк*).

По способу смешивания активного ила со сточной водой А. разделяют на *А.-смесители*, *А.-вытеснители* и *А. с рассредоточенным впуском сточных вод*. Аэрация сточной воды в А. может быть пневматической, механической и струйной. Аэрация может быть осуществлена также воздухом, обогащенным кислородом или техническим кислородом (в *окситенках*). При пневматической аэрации в составе очистных сооружений предусматривают воздуходувки, при струйной — циркуляционные насосы.

АЭРОТЕНК БАШЕННЫЙ — сооружение для биологич. очистки сточных вод, представляющее собой вертикально располож. цилиндрич. реактор, оборудованный системой аэрации. Аналогом подобного сооружения является *аэротенк шахтный*. Высота А.б. — 15—30 м, диаметр — до 40 м. В нижней части А.б. создается повышенное гидростатич. давление, за счет чего увеличивается растворимость кислорода и, соответственно — окислительная мощность реактора. В связи с этим достигается экономия площади застройки (уменьшение размеров А.б.).

Для аэрирования и перемешивания иловой смеси применяют преимущественно эжекторные *аэраторы*, реже — пневматич., к-рые устанавливают у дна реактора. Разделение иловой смеси может происходить в отд. стоящем отстойнике или в кольцевом илоотделителе, со-



Аэротенк башенный

1 — реактор; *2* — отвод очищенной воды; *3* — илоотделитель; *4* — камера дегазации; *5* — трубопровод рециркуляции ила; *6* — впуск сточных вод; *7* — аэраторы

вмещенном в верхней части с реактором. Разделение насыщенной газом иловой смеси связано с флотацией *активного ила* и пенообразованием, поэтому в илоотделителе предусматривают камеру дегазации или систему пеногашения. При легких "вспухающих" илах для предварит. отделения их применяют *флотацию*, а полное отделение ила происходит в отстойниках. Для биологич. очистки производств. сточных вод сложного состава А.б. по высоте разделяют перегородками на ряд секций. В А.б. могут осуществляться процессы биохим. окисления с микроорганизмами, прикрепленными к загрузке (кольцам Рашига, гранулиров. пористой загрузке и т.д.). А.б. применяют в стесненных условиях стр-ва для очистки сравнительно небольших расходов производств. сточных вод (напр., в пищевой или фармацевтич. пром-сти).

АЭРОТЕНК-ВЫТЕСНИТЕЛЬ — сооружение для биологич. очистки малоконцентриров. сточных вод при сравнительно равномерном их поступлении (напр., на крупных и средних очистных сооружениях городов). Исходная вода и циркуляционный ил сосредоточенно впускаются в начало А.-в., при этом по мере продвижения воды и ила к концу А.-в. концентрация загрязнений в воде вследствие их окисления убывает. Повышенная концентрация загрязнений на начальном участке обусловливает более высокие скорости их окисления и увеличение пропускной способности сооружения в целом. Иловая смесь выпускается в конце А.-в. Изменение состава сточной воды в результате окисления загрязнений по ходу процесса по длине А.-в. затрудняет адаптацию микроорганизмов *активного ила*, вследствие чего снижается их биохимическая активность. Этот недостаток может быть компенсирован закреплением ила на *насадках*, размещенных в А.-в.; в этом случае обеспечивается пребывание микроорганизмов в стационарных условиях и улучшается их адаптация. В реальных сооружениях режим вытеснения иловой смеси существенно нарушается воздействием продольного турбулентного перемешивания, возникающего вследствие аэрации. Для предотвращения такого режима А.-в. оборудуют четырьмя—шестью поперечными перегородками с отверстиями для перепуска иловой смеси. При повышенных концентрациях загрязнений (БПК 150 мг/л) А.-в. работает с регенераторами. В многоступенчатых схемах очистки сточных вод А.-в. применяют на последних ступенях, что обеспечивает высокую эффективность очистки.

АЭРОТЕНК ДВУХСТУПЕНЧАТЫЙ — сооружение для биологич. очистки производств. сточных вод хим., нефтеперерабат., цел.-бум. пром-сти, предприятий агропромышл. комплекса и др., содержащих высоко концентрированные загрязнения или сложные по составу биохим. трудноокисляемые компоненты. Процесс биохимич. окисления в А.д. разделен на ряд последовательно работающих ступеней, на каждой из к-рых развивается свой *активный ил*, отстойник и циркуляц. система для ила. Разделение процесса на ступени способствует формированию на каждой из них спец. микроорганизмов, адаптированных к определенным компонентам загрязнений сточных вод. Обычно на первой ступени подвергаются деструкции в осн. биохим. легкоокисляемые в-ва, на второй разлагаются преимущественно трудноокисляемые в-ва и продукты распада в-в первой ступени. В А.д. достигается более высокий эффект очистки по сравнению с очисткой в *аэротенке-смесителе*.

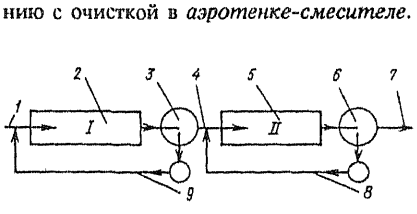


Схема аэротенка двухступенчатого

1 — исходная сточная вода; *2* — аэротенк первой ступени; *3* — вторичный отстойник; *4* — очищенная вода после первой ступени; *5* — аэротенк второй ступени; *6* — третичный отстойник; *7* — очищенная вода после второй ступени; *8* — циркуляц. ил второй ступени; *9* — циркуляц. ил первой ступени

воживания) осадка в природных условиях. Подсушивание на И.п. происходит за счет фильтрации свободной влаги из объема осадка и ее испарения с открытой поверхности. И.п. бывают: с естеств. и искусств. (асфальтобетонным) основаниями с дренажом; каскадные — с перепуском с одной на другую площадку, отстаиванием и поверхностным удалением иловой воды; с удалением отстоенной иловой воды через водосливы в ограждающих стенках (площадки-уплотнители); с гравийными колодцами, выполняющими роль вертик. дренажа и др. За рубежом применяют И.п. со стеклянным покрытием, с системой обогревающих труб под искусств. основанием, с вакуумированием дренажных систем. Подсушенный осадок с И.п. удаляют вручную или с использованием дорожно-транспортных машин (экскаваторов, бульдозеров). Разработаны спец. механизмы типа снегоуборочных машин и мостовых кранов, обеспечивающие удаление и погрузку подсушенного осадка на автотранспорт. Преимущество И.п. — в их надежности, недостаток — в потребности значит. земельных площадей, больших объемов ручного труда при уборке, высоких уд. капит. и эксплуатац. затратах. Основное условие надежной работы И.п. — выполнение регламента по их эксплуатации, т.е. налив осадка на определенную высоту за определенное время; правильный режим эксплуатации дренажной системы; своевременная уборка подсохшего осадка и подготовка И.п. к новому наливу осадка. В нашей стране на И.п. подсушивается примерно 75% всего образующегося осадка городских и пром. сточных вод, в развитых странах Западной Европы и США — примерно 50—60%. При проектировании сооружений для механич. обезвоживания осадка необходимо предусматривать аварийные И.п. (20% их годового числа). В зависимости от климатической зоны скорость подсушивания осадка (нагрузка на них) находится в пределах 0,8—2 $м^3/(м^2 год)$. Расчет И.п. производят исходя из кол-ва образующегося сухого в-ва осадка, выражаемого в $кг/(м^3 год)$. Нагрузка на И.п. зависит от уд. сопротивления фильтрации осадка. Она может быть повышена предварит. обработкой труднофильтруемых осадков хим. реагентами, промывкой и др. методами, снижающими уд. сопротивление.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ТЕПЛОВОЙ ПУНКТ (ИТП) — комплекс оборудования для приготовления *теплоносителя*, обеспечивающего *отопление* и *вентиляцию*, и горячей воды для водоснабжения здания. Размещается часто в подвальных помещениях. Для повышения надежности и культуры обслуживания его следует располагать в помещениях первого этажа здания с естеств. освещением. *Системы отопления* зданий присоединяют в ИТП к тепловым сетям с помощью смесит. установок — *элеваторов*, подмешивающих насосов, которые должны быть бесшумными, или через поверхностные *теплообменные аппараты*. Во всех узлах присоединения более высокая темп-ра теплоносителя, поступающего от *источников теплоты системы теплоснабжения*, снижается до требуемой величины. *Системы горячего водоснабжения* подключаются через водонагреватели по схеме, определяемой в зависимости от отношения расхода теплоты на горячее водоснабжение к расходу на отопление здания и наличия баков-аккумуляторов (см. *Тепловые пункты*). При *открытых системах теплоснабжения* в ИТП для горячего водоснабжения устанавливают смесит. устройства. Системы вентиляции присоединяются до теплообменников или смесит. устройств горячего водоснабжения. На схеме показан ИТП при *закрытой системе теплоснабжения*. Водонагреватели горячего водоснабжения включены по смеш. схеме. I ступень работает на обратной воде. Задвижка пост. закрыта. II ступень водонагревателя работает на воде из подающей линии, подачей к-рой управляет регулятор темп-ры. Теплоноситель для системы вентиляции отбирается из подающей линии до регулятора II ступени. Подача теплоносителя в систему отопления осуществляется с помощью *элеватора*, к-рый оборудован иглой, управляемой регулятором отопления. Игла автоматически перемещается в проточной части сопла и изменяет проходное сечение. В связи с этим изменяется коэфф. подмешивания, а с ним темп-ра и кол-во поступающего в систему отопления теплоносителя. ИТП оборудуется *грязевиками*, расходомерами, манометрами и термометрами.

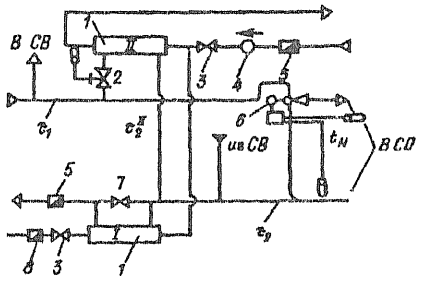


Схема индивидуального теплового пункта
1 — водонагреватели горячей воды (теплообменники) I и II ступеней; *2* — регулятор температуры; *3* — обратный клапан; *4* — циркуляционный насос; *5* — водомер горячей воды; *6* — элеватор с регулируемой иглой; *7* — задвижка; *8* — водомер холодной воды

ИНЖЕКТОР (от франц. injecteur, от лат. injicio — вбрасываю) — см. *Струйный насос*.

ИНТЕГРИРОВАННАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕМ (ИАСУЦТ) — это АСУ централизов. теплоснабжения, в к-рой объединены функцион., организац., технич., информац. и программно-алгоритмич. структуры АСУ технологич. процессами, диспетчерского управления и АСУ предприятием централизованного теплоснабжения. Преимуществом ИАСУЦТ является комплексный характер решаемых задач и наиболее рацион. использование технич. средств, интеллект. потенциала и трудовых ресурсов.

См. *Автоматизированная система диспетчерского управления централизованным теплоснабжением (АСДУЦТ)*, *Автоматизированная система управления предприятием централизованного теплоснабжения*, *Автоматизированная система управления технологическими процессами централизованного теплоснабжения*, *Автоматизированная система управления централизованным теплоснабжением*.

ИНФИЛЬТРАЦИЯ ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ ОГРАЖДЕНИЯ — 1) неорганизов. *воздухообмен* в здании или помещении, возникающий под действием ветровых и гравитац. сил или из-за дисбаланса приточно-вытяжной механич. вентиляции; 2) поток наружного воздуха, инфильтрующегося через неплотности наружных ограждений здания или помещения. Необходимость нагрева этого воздуха до темп-ры помещения обусловливает дополнит. теплопотери в холодное время года.

ИОНИЗАЦИЯ ВОЗДУХА — отрыв от молекулы или атома газов, входящих в состав *воздуха*, одного из наружных валентных электронов. В результате этого первоначально нейтр. молекулы и атомы становятся положит. заряж., а образовавшийся свободный электрон, присоединяясь к одному из нейтр. атомов, становится отрицательно заряж. Так попарно образуются первичные аэроионы. Под действием поляризац. сил к первично образовавшимся аэроионам присоединяется определ. число нейтр. молекул газов, входящих в состав воздуха. В результате образуются комплексы молекул, получившие назв. легкие аэроионы. Сталкиваясь с присутствующими в воздухе ядрами конденсации, они оседают на них и, отдавая свой заряд, образуют т.н. вторичные аэроионы — средние, тяжелые, ионы Ланжевена и сверхтяжелые. Важнейшими хар-ками аэроионов являются подвижность и заряд.

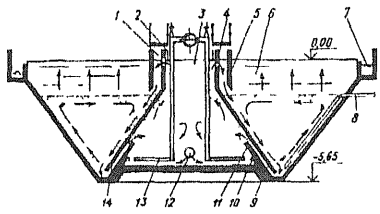
В зависимости от природы внеш. факторов различают естеств. и искусств. И.в. Источники первой: радиоактивные в-ва,

Кроме того, при хорошей адаптации микроорганизмов к определенным компонентам загрязнений увеличивается скорость их деструкции, вследствие чего снижается продолжительность аэрации и, следовательно, необходимый объем сооружений. Исходя из условий эксплуатации (колебание состава и расхода сточных вод, возможности поступления токсичных и концентрированных загрязнений) на первой ступени, как правило, применяют аэротенк-смеситель, на второй — *аэротенк-вытеснитель*, работающий в более стабильных условиях. В зависимости от состава сточных вод на первой ступени или на обеих предусматривают *регенератор активного ила.*

АЭРОТЕНК-ОСВЕТЛИТЕЛЬ — разновидность комбиниров. сооружения для очистки сточных вод, в к-ром зона аэрации совмещена с зоной отстаивания в одной емкости, вследствие чего исключается необходимость стр-ва вторичных отстойников. Отличительной особенностью А.-о. является высокая степень рециркуляции иловой смеси, что обусловливает довольно интенсивное перемешивание в зоне отстаивания (осветления), где ил находится во взвешенном состоянии, а также удовлетворит. кислородный режим в зоне осветления, где, как и в зоне аэрации, идет процесс биохим. окисления загрязнений сточных вод.

А.-о. представляет собой прямоугольный железобет. резервуар, разделенный на ряд секций наклонными перегородками. Зона аэрации расположена между зонами осветления и разделяется наклонными перегородками, не доходящими до дна и образующими щель. В верхней части А.-о. находятся переливные окна для циркуляции ила из зоны аэрации в зону осветления. Через щель у дна иловая смесь из зоны осветления возвращается в зону аэрации вследствие эжектирования восходящей струей воды от действия пневматич. аэрации. Исходная сточная вода поступает в донную часть зоны аэрации по дырчатой трубе. Очищенная вода сливается в лотки, расположенные в верхней части зоны осветления. А.-о. может работать с повышенной дозой ила, что увеличивает его произ-сть по сравнению с *аэротенками-смесителями*. А.-о. применяют для очистки городских сточных вод и близких к ним по составу производственных вод на очистных сооружениях пропуск. способностью 2—300 тыс.м^3/сут.

АЭРОТЕНК-ОТСТОЙНИК — сооружение для биологич. очистки сточных вод, совмещающее в едином блоке *аэротенк* и вторичный отстойник, работающий с большой дозой *активного ила*, т.е. большой окислит. мощностью и высоким эффектом осветления. А.-о. просты по конструкции и изготовляются заводским способом. Благодаря плоскому днищу А.-о. можно компоновать в блоки с др. очистными сооружениями.



Аэротенк-осветлитель с наклонными стенками
1 и *14* — зона дегазации; *2* — шибер; *3* — зона аэрации; *4* — переливные окна; *5* — козырек; *6* — зона осветления; *7* — лоток; *8* — трубопровод избыточного ила; *9* — циркуляционная щель; *10* — трубопровод подачи воздуха в щель; *11* — "зуб"; *12* — перфориров. трубопровод сточных вод; *13* — аэратор

Неравномерность притока сточных вод, колебание их состава и темп-ры обусловливают неустойчивость высоты взвешенного слоя осадка и возможный повышенный вынос взвешенных в-в. Для предупреждения этого явления необходима принудит. рециркуляция активного ила. Разработаны два способа ее осуществления: устройство бункеров в отстойной зоне, верхняя грань к-рых устанавливается на проектируемом уровне разделения ила и воды, и установка в них эрлифтов, перекачивающих ил в аэрац. зону; устройство щели в перегородке между аэрац. и отстойной зонами в том месте, где в результате циркуляции потоков в аэрац. зоне наблюдается снижение давления на перегородку. Это позволяет поддерживать высоту взвешенного слоя осадка на требуемом уровне и выравнивать скорости в потоке воды. Так как зона отстаивания расширяется по ходу движения воды, то скорости потока перманентно уменьшаются. Разделение взвешенного слоя ила и воды наблюдается при определенной скорости воды в зависимости от дозы ила и его осадит. свойств (илового индекса).

Экспериментально установлено, что сплошность поверхности взвеш. слоя не нарушается при скорости восходящего потока в этом слое до 1,3—1,4 мм/с. При различных дозах активного ила в аэрац. зоне коэфф. рециркуляции может меняться от 2 до 8.

На основании теории стесненного осаждения, разработанной в АКХ Д.М.Минцем, С.А.Шубертом, Е.Ф.Кургаевым и З.В.Черновой, при прохождении иловой смеси через слой взвеш. ила хлопья взвешенных в-в прилипают к частицам взвеш. слоя, в результате чего очищенные сточные воды осветляются. Эффект осветления во взвеш. слое зависит от скорости восходящего потока и толщины взвеш. слоя.

Расчетные скорости восходящего потока в отстойной зоне принимают в пределах 0,11—0,44 мм/с при дозах ила в аэрац. зоне 2—8 г/л, высоте взвеш. слоя ила 0,69—2,2 м и концентрации ила во взвешенном слое 3,0—8,7 г/л (при иловом индексе 70 см^3/г).

При этих параметрах продолжительность пребывания ила в отстойной зоне не превышает 5—15 с, что предупреждает возникновение интенсивной денитрификации и всплывание хлопьев ила на поверхность отстойной зоны. Для предупреждения расслоения сплошности взвеш. слоя скорость входа в отстойную зону должна быть 3—40 мм/с. При скорости более 40 мм/с разрушается взвеш. слой.

Дозу ила рекомендуется ограничивать значением 7 г/л. При большей дозе возраст ила становится слишком большим, что приводит к его измельчению и ухудшению осветления сточных вод.

Конструктивно в виде А.-о. выполнены *установки типа КУ*, *БИО*, *Биокомпакт*, *УКО*, универсально-сборные станции и др.

АЭРОТЕНК ПРОДЛЕННОЙ АЭРАЦИИ — сооружение для биологич. очистки сточных вод, в к-ром осуществляется также минерализация осадка и избыточного *активного ила.* Он применяется при небольших расходах (до 1000 м^3/сут) сточных вод с БПК до 500 мг/л и концентрацией взвешенных в-в менее 350 мг/л. Процесс продленной аэрации происходит в *аэроленках* или *аэротенках-отстойниках* с пневматич. или механич. аэрацией. Исходная сточная вода без первичного отстаивания подается в аэротенк. При периоде аэрации 24 ч помимо окисления раствор. органич. в-в происходит минерализация грубодиспергированных в-в и микроорганизмов *активного ила*, вследствие чего прирост ила значительно сокращается. А.п.а. используют в составе компактных установок для обслуживания малых населенных мест.

АЭРОТЕНК ПРОТИВОТОЧНЫЙ — сооружение для биологич. очистки сточных вод, в к-ром создается длит. контакт иловой смеси с пузырьками *воздуха* в условиях противотока его по отношению к движению *воды*, что обеспечивает высокую эффективность использования кислорода. В А.п. расход воздуха может быть существенно снижен по сравнению с его расходом в типовых *аэротенках*. Известны конструкции А.п. с рядом-последоват. расположк. ячеек. А.п. состоит из трех осн. зон: аэрации, эрлифтной циркуляции и отстаивания. Зона аэрации оборудована мелкопористыми пневматич. *аэраторами*, расположенными в ее нижней части, и струенаправляющими лопатками с винтовыми креплениями, обеспечивающими равномерное распределение сточной воды по ширине зоны. Винтовые крепления по-

находящиеся в земной коре, воде, воздухе; космич. лучи; нейтронные потоки и ультрафиолетовое излучение; электрич. разряды в атмосфере; баллоэлектрич. эффект (дробление и распыление воды); трибоэлектрич. эффект (взаимное трение пылинок, частиц снега и т.п.). В приземном слое источники И.в. — радиоактивные в-ва и космич. лучи. Почти все породы, входящие в состав земной коры, содержат радиоактивные в-ва, излучения и эманации к-рых ионизируют воздух. Наряду с возникновением легких аэроионов происходит их непрерывное исчезновение. Факторами, определяющими их исчезновение, являются рекомбинация двух легких аэроионов разл. полярностей, адсорбция легких аэроионов разл. полярностей, адсорбция легких аэроинов на незаряж. ядрах конденсации и т.п. В зависимости от соотношения процессов ионизации и деионизации устанавливается определ. уровень И.в. Концентрация легких аэроионов обеих полярностей составляет для сельских р-нов 1000—1500 в 1 $см^3$, доходя до 2000—2200 в 1 $см^3$ в чистом горном воздухе и ряде курортных мест.

Уровень И.в. в помещениях зависит от уровня ионизации наружного воздуха и интенсивности *воздухообмена*. Осн. причина уменьшения концентрации легких аэроионов в помещениях — поглощение их в процессе дыхания людей; интенсивность этого процесса прямо пропорциональна кол-ву этих аэроионов. Большое влияние на уровень И.в., особенно в помещениях с малой кратностью воздухообмена, оказывают материал строит. конструкций и отделочные материалы. Присутствующие в них следы радиоактивных примесей служат источниками т.н. "внутр. ионообразования", способного существенно увеличить уровень И.в. в помещениях. *Вентиляционные системы* и *системы кондиционирования воздуха* оказывают существ. влияние на концентрацию легких аэроионов. Воздух, проходя через *фильтры*, *воздуховоды*, др. конструктивные элементы систем, теряет до 80% легких аэроионов. Уровень И.в. в помещениях, концентрация легких аэроионов, особенно отриц., концентрация тяжелых аэроионов и соотношение концентраций тяжелых и легких ионов — важнейшие показатели сан.-гигиенич. состояния воздуха, определяющие его свежесть и биологич. полноценность. Русский ученый А.Л.Чижевский (1897—1964) экспериментально доказал, что присутствие в воздухе повыш. концентраций легких отрицат. аэроионов оказывает положит. влияние на самочувствие человека, тогда как увеличение концентраций тяжелых аэроионов в помещениях, особенно при большом кол-ве людей в них, является причиной ощущения духоты. Установлено, что легкие аэроионы оказывают влияние на физ.-хим. свойства воздуха, сообщая электрич. заряд молекулам кислорода и озона, усиливая т.о. их биологич. активность. Для обеспечения в помещениях повыш. концентрации легких отрицат. аэроионов А.Л.Чижевский в конце 20-х гг. впервые предложил электроэффлювиальный способ И.в. и изготовил первый аппарат — электроэффлювиальную люстру.

Искусств. И.в. осуществляется спец. устройствами, получившими назв. аэроионизаторы. В зависимости от физ. явления, используемого в аэроионизаторе для продуцирования аэроионов, различают след. их типы: электроэффлювиальный, радиоизотопный, термоионный, гидродинамич., фотоэлектрич. В соответствии с размерами обслуживаемой зоны аэроионизаторы подразделяют на местные и общие, а от назначения и варианта расположения — на стационарные и переносные. По своему устройству, принципу действия и технич. хар-кам аэроионизаторы бывают регулируемые и нерегулируемые, униполярные (генерирующие ионы одного знака) или биполярные (генерирующие ионы обоих знаков одновременно).

Для создания благоприятного аэроионного режима в помещениях, изучения физиологич. действия аэроионов и аэроионотерапии создано большое число разл. аэроионизаторов, в т.ч. наиболее совершен. — биполярных аэроионизаторов с системой обратной связи.

ИОНООБМЕННОЕ ОБЕССОЛИВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД — последоват. фильтрование воды через гранулиров. Н-катиониты и ОН-аниониты, представляющие собой полимерные нерастворимые в воде к-ты и основания. Эта технология наиболее экономична по сравнению с другими при исходном солесодержании обрабатываемой воды до 1—1,5 г/л. При фильтровании воды через катионит раствор. в воде соли превращаются в соответствующие кислоты:

$[Кат]H + NaCl \rightarrow [Кат]Na + HCl;$

$2[Кат]H + MgSO_4 \rightarrow [Кат]_2Ng + H_2SO_4;$

$2[Кат]H + Ca(HCO_3)_2 \rightarrow [Кат]_2Ca + 2CO_2 + 2H_2O.$

При фильтровании воды через анионит происходит сорбция анионов сильных к-т:

$[Ан]OH + HCl \rightarrow [Ан]Cl + H_2O;$

$2[Ан]OH + H_2SO_4 \rightarrow [Ан]_2SO_4 + 2H_2O.$

После истощения емкости поглощения Н-катионитовые фильтры регенерируют раствором к-ты:

$2[Кат]Na + H_2SO_4 \rightarrow 2[Кат]H + Na_2SO_4,$

а анионитовые фильтры — раствором щелочи:

$[Ан]_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow 2[Ан]OH + Na_2SO_4.$

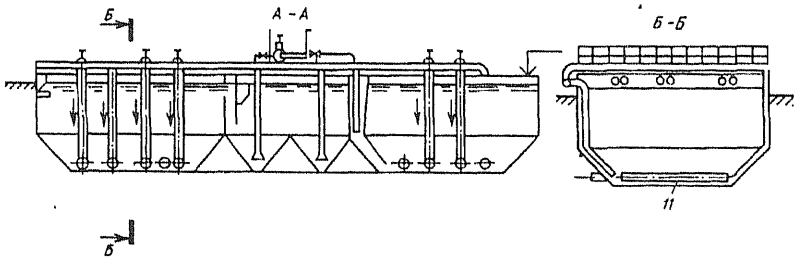
Отмытые от продуктов регенерации ионитовые фильтры снова включаются в работу для обессоливания след. порций воды. Существующие ионообменные материалы делятся на три большие группы: органич., неорганич. и минерально-неорганич. В практике водоподготовки применяют в осн. органич. ионообменные смолы, полученные искусств. путем. Иониты по свойствам можно разделить на три класса: со свойствами сильных к-т или оснований, обменная емкость к-рых постоянна в широком диапазоне pH среды; со свойствами слабых к-т или оснований, емкость их макс. только при определ. значении pH среды — высоком для катионитов и низком для анионитов; проявляющие свойства смеси сильной и слабой к-т или оснований. Слабокислотные и слабоосновные иониты при оптим. pH среды имеют повыш. обменную емкость, позволяют осуществлять процесс регенерации расходом реагента, близким к стехиометрическому, но не способны к удалению из обрабатываемой воды катионов и анионов слабых оснований и к-т. Сильнокислотные и сильноосновные иониты эффективно удаляют из воды все ионы. Ниже дана краткая хар-ка наиболее распростр. отечеств. ионитов, применяемых для обессоливания воды.

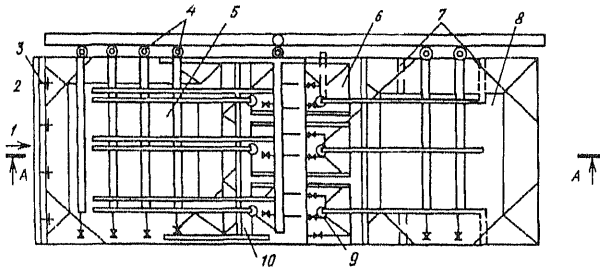
Катионит КУ-2-8 имеет гелевую структуру, является монофункцион. сильнокислотным сополимеризац. катионитом, обладает высокой хим. стойкостью к щелочам, к-там, окислителям, а также высокой механич. и термич. (до 120°С) прочностью, сохраняет обменную емкость при pH = 1...14. Практически не отравляется органич. соединениями, легко регенерируется растворами солей и к-т. Полная статич. обменная емкость этого катионита — 1,8 мг-экв/$см^3$.

Катионит КБ-4 — сополимеризац. слабокислотный монофункцион. карбоксильный катионит гелевой структуры достаточно устойчив к растворам щелочей, к-т и окислителей, имеет высокую термостойкость (до 150°С), обладает высокой селективностью к 2- и 3-зарядным катионам. Его полная статич. обменная емкость 3—5 мг-экв/$см^3$; диапазон рабочих значений pH при обессоливании воды — 7,4—14.

Анионит АВ-17-8 — сополимеризац. сильноосновный монофункцион. анионит гелевой структуры, недостаточно устойчив к действию высоких (более 90°С) темп-р. При 18—20°С устойчив к действию разбавл. к-т, щелочей и окислителей. Полная статич. обменная емкость анионита — 1,15 мг-экв/$см^3$, диапазон рабочих значений pH обрабатываемой воды — 1—14.

Анионит АН-31 — поликонденсац.





Установка КУ-200

1 — подача сточных вод; 2 — распределит. лоток; 3 — водосливные отверстия; 4 — воздухопроводы; 5 — зона аэрации; 6 — зона отстаивания; 7 — выгрузка стабилизац. ила; 8 — зона аэробной стабилизации; 9 — эрлифт; 10 — сборный лоток; 11 — перфориров. трубка (аэратор)

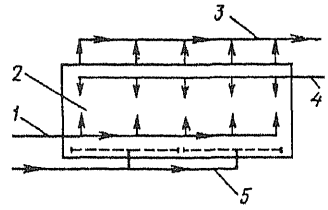


Схема аэротенка-смесителя

1 — исходная сточная вода; 2 — аэротенк; 3 — иловая смесь во вторичные отстойники; 4 — циркуляционный активный ил; 5 — сжатый воздух к аэротенкам

зволяют регулировать глубину погружения лопаток. Зона эрлифтной циркуляции отделена от зоны аэрации полупогружной перегородкой и снабжена решеткой из дырчатых труб. Зона отстаивания расположена в центр. части зоны аэрации и отделена от нее перегородками, к-рые имеют циркуляц. щели и впускные окна с козырьками, шарнирно закрепленными на эластичных резиновых подвесках, с помощью к-рых регулируется площадь сечения впускных окон. Сточная вода подается в верхнюю часть зоны аэрации, где создается ее нисходящее движение вследствие циркуляции иловой смеси между зоной аэрации и зоной циркуляции, возникающей в результате действия эрлифта. Благодаря нисходящему движению жидкости и восходящему движению воздуха создается противоток, обеспечивающий более высокий эффект использования кислорода воздуха по сравнению с его использованием при обычной аэрации. Через впускные окна иловая смесь непрерывно поступает в отстойную зону, где разделяется, уплотняется и через циркуляц. щели частично возвращается в зону аэрации, а частично выводится из сооружения в виде избыточного ила. Часть смеси вместе с транзитным расходом воды поднимается и образует взвешенный слой ила (фильтр), задерживающий мелкие частицы смеси. Граница раздела осветленной воды и взвешенного слоя ила обеспечивается непрерывным отсосом ила эрлифтами через воронки. Осветленная вода через зубчатые водосливы поступает в водосборный лоток. В качестве аэраторов используют пористые фильтросные трубы диаметром 150—200 мм. А.п. рекомендуется применять для очистки сточных вод, БПК к-рых не превышает 500—700 мг/л. При более высоких значениях БПК (1000—1200 мг/л) можно использовать А.п., состоящий из двух ступеней.

АЭРОТЕНК-СМЕСИТЕЛЬ — сооружение для биологич. очистки сточных вод, в к-ром исходная сточная вода и циркулирующий *активный ил* равномерно распределяются по всему объему, что обеспечивает их мгновенное смешивание и снижение концентрации загрязнений в иловой смеси. Это позволяет обрабатывать концентриров. и токсичные сточные воды, а также сглаживать отрицат. влияние колебаний их состава и расхода. А.-с. применяют преимущественно при очистке производств. сточных вод. А.-с. впервые построены в Англии в 1921. В нашей стране эти сооружения нашли широкое применение при очистке сточных вод осн. отраслей пром-сти.

Несмотря на мгновенное смешивание сточной воды и активного ила скорость биохим. процессов в А.-с. лимитируется концентрацией загрязнений, являющихся источником питания для микроорганизмов активного ила. Концентрация загрязнений во всем объеме А.-с. равна их концентрации в очищенной воде на выходе из аэротенка. Это обстоятельство не дает возможности интенсифицировать работу сооружений при необходимости глубокой очистки сточных вод, когда концентрация загрязнений должна быть минимальной. В силу технологич. особенностей А.-с. рациональны в многоступенчатых схемах очистки, где они применяются на первой ступени для изъятия основной массы загрязнений и усреднения состава сточных вод, что облегчает работу последующих сооружений. При очистке производств. сточных вод А.-с., как правило, работают с регенераторами активного ила.

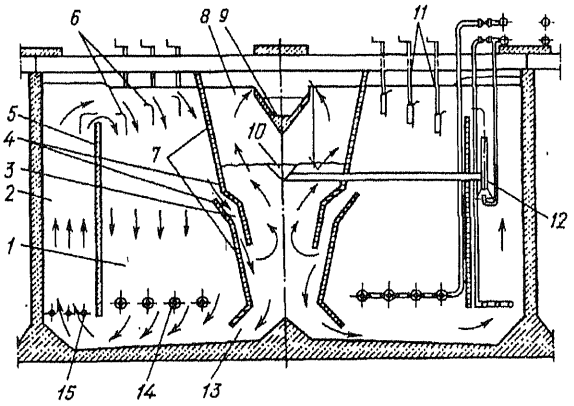
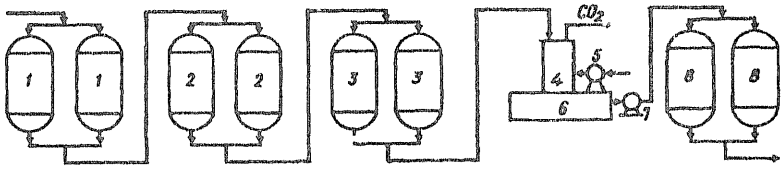


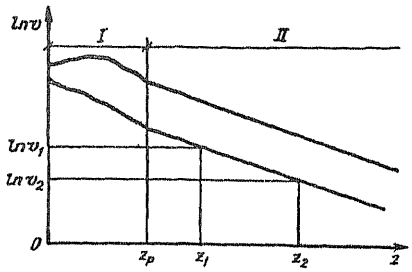
Схема аэротенка противоточного

1 — зона аэрации; 2 — зона эрлифтной циркуляции; 3 — впускные окна; 4 — козырьки; 5 — перегородка; 6 — струенаправляющие лопатки; 7 — перегородки; 8 — зона отстаивания; 9 — водосборный лоток; 10 — воронки; 11 — винтовые крепления; 12 — иловые эрлифты; 13 — циркуляц. щели; 14 — мелкопористые пневматич. аэраторы; 15 — аэраторы из дырчатых труб

АЭРОТЕНК С РАССРЕДОТОЧЕННЫМ ВПУСКОМ СТОЧНЫХ ВОД занимает промежуточное положение между *аэротенком-смесителем* и *аэротенком-вытеснителем*. Отличит. особенностью этого аэротенка является то, что циркуляц. *активный ил* подается в начало сооружения, а сточная вода распределяется по его длине. С этой целью аэротенк оборудуют продольными лотками для транспорта очищаемой сточной воды, снабженными водосливами, с помощью к-рых вода распределяется таким образом, что кол-во загрязнений, приходящихся на единицу



Двухступенчатая схема обессоливания
1 — Н-катионитовые фильтры I ступени; *2* — ОН-анионитовые фильтры I ступени; *3* — Н-катионитовые фильтры II ступени; *4* — декарбонизатор; *5* — вентилятор; *6* — промежут. резервуар; *7* — насос; *8* — ОН-анионитовые фильтры II ступени



Стадии переходного теплового процесса
I — иррегулярный режим; *II* — регулярный режим

слабоосновный, полифункцион. Устойчив к разбавл. растворам к-т и щелочей, в растворах окислителей его обменная емкость снижается даже при комнатной темп-ре. Его полная статич. обменная емкость — 2,6 мг-экв/см^3; диапазон рабочих значений pH обрабатываемой воды — 1—6,5.

В зависимости от требований к качеству обессол. воды ее обработка может производиться в одну или неск. ступеней. При одноступенчатом обессоливании солесодержание обработанной воды может быть снижено до 2—20, при двухступенчатом — до 0,1—0,5, при трехступенчатом — до 0,05—0,1 мг/л. Одноступенчатая схема, как правило, не предусматривает снижения содержания кремния в обрабатываемой воде, двухступенчатая позволяет уменьшить содержание кремнекислоты до 0,1, трехступенчатая — до 0,02 мг/л. Н-катионитовые фильтры I ступени загружают сильнокислотным катионитом, а ОН-анионитовые — слабоосновным анионитом. II ступень обессоливания служит для устранения из обрабатываемой воды катионов Na^+ и анионов SiO_3^{2-} и CO_3^{2-}. Поэтому Н-катионитовые фильтры II ступени загружают сильнокислотным катионитом, а ОН-анионитовые — сильноосновным анионитом.

В зависимости от качества исходной воды схема И.о.п.в. может иметь сооружения предварит. очистки. При этом рекомендуется на ионитовые фильтры подавать воду с содержанием взвешенных в-в не более 8 мг/л, цветностью не менее 30^0 с перманганатной окисляемостью до 7 мгО/л. Разработано множество конструкций ионообменных установок, к-рые условно можно разделить на две группы: установки периодич. действия и установки непрерывного и полунепрерывного действия. На установках периодич. действия все технологич. операции проводят в одном фильтре последовательно. Различают фильтры со сплошным и взвешенным слоем, с противоточной регенерацией, однослойные и многослойные, однопоточные и многопоточные. Известны также намывные фильтры и фильтры смешанного действия, к-рые загружают смесью анионита и катионита и применяют в основном на последней ступени обессоливания. Установки периодич. действия просты по конструкции, для их обслуживания не требуется квалифициров. персонала. К их недостаткам относятся значит. объем загружаемого ионита, повышенный расход реагентов на регенерацию, необходимость большого числа коммуникаций с запорной арматурой. Установки непрерывного и полунепрерывного действия состоят из неск. фильтров, в каждом из к-рых проводится только один процесс с непрерывно или периодически циркулирующим ионитом. Размеры фильтров выбирают такими, чтобы в процессе участвовал весь ионит. В результате этого объем загружаемого ионита в установках этой группы сокращается в 2—15 раз по сравнению с его объемом в установках периодич. действия. Получило распространение также ступенчато-противоточное ионирование, предусматривающее пропускание обрабатываемой воды вначале через предварит. включенный, затем через основной ионитовый, напр. Н-катионитовый, фильтр. Регенерация таких фильтров производится в обратном порядке: один и тот же регенерац. раствор вначале пропускают через осн. фильтр, затем через предварит. включенный. Регенерацию ОН-анионитовых фильтров II ступени производят большим избытком раствора щелочи. Поэтому очень часто обработ. регенерац. растворы этих фильтров применяют для регенерации ОН-анионитовых фильтров I ступени.

ИРРЕГУЛЯРНЫЙ РЕЖИМ — нач. стадия нагрева или охлаждения тел, характеризуемая неупорядоченностью изменения темп-рного поля. И.р. обусловлен влиянием нач. распределения темп-р (*начального условия*). В начале *переходного процесса теплопередачи* темп-рное поле внутри тела остается невозмущенным, за исключением поверхностного слоя толщиной $\delta_a \sim \sqrt{az}$ (тепловой пограничный слой), где a — коэфф. темпропроводности, м^2/с; z — время, с. Размер тела l_y на этой стадии обычно намного превышает толщину δ_a и практически не влияет на процессы в пограничном слое. Решение упрощается, если на этой стадии вместо обычно используемой относит. координаты x/l_y воспользоваться отношением x/δ_a, что равноценно переходу к модели полуограничн. пространства [см. *Непрерывный нагрев (охлаждение) тел*]. При этом толщину теплового пограничного слоя δ_a принимают равной $3{,}7\sqrt{az}$ — при *граничных условиях* I рода и $3{,}2\sqrt{az}$ — II рода.

ИСКУССТВЕННОЕ ТОПЛИВО — горючие в-ва, получаемые из органич. сырья (твердого, жидкого и газообразного) либо путем его целенаправл. переработки, либо в виде побочного продукта, образуемого параллельно с осн. продуктом технологич. процесса. И.т. подразделяют на композиц., синтетич. и горючие отходы. Композиц. топливо получают путем смешения неск. видов топлива или топлива с др. горючими и негорючими компонентами. К нему относят эмульсии, суспензии, гранулы и брикеты. Эмульсии — равномерные смеси двух и более взаимно нерастворимых жидкостей, из к-рых одна является жидким топливом. Распространение получили водомазутные эмульсии, содержащие 10—20% воды. Использование таких эмульсий, особенно с применением обводн. мазутов, существенно улучшает процесс их горения, снижает образование сажи и др. вредных выбросов с продуктами сгорания. *Удельная теплота сгорания* водомазутных эмульсий — 30—38 МДж/кг. Суспензии — равномерная смесь мелких твердых частиц в жидкой среде. Размер твердых частиц 0—0,2 мм. В качестве топлива применяют водоугольные суспензии — механич. смеси угля с водой. Уд. теплота их сгорания — 8—16 МДж/кг. Эти суспензии обладают высокой стабильностью при хранении; транспортируют их как жидкое топливо. Мазутоугольные суспензии — механич. смеси мелких угольных частиц (до 0,04 мм) с мазутом. Смеси не стабильны, поэтому при их использовании необходимо вводить стабилизирующие присадки. Присадкой может служить вода (до 15% к массе сус-

массы активного ила (нагрузка на ил), остается постоянным по длине сооружения Это позволяет стабилизировать качество активного ила, повысить его среднюю дозу и избежать проскока загрязнении с очищенной водой, что возможно в аэротенке-смесителе По сравнению с последним объем рассматриваемого А при одинаковом эффекте их очистки меньше на 10 — 15% Аэротенк данного типа рационально применять для очистки смеси городских и производств сточных вод при существ колебаниях их состава и расхода

АЭРОТЕНК ШАХТНЫЙ — соору жение для биологич очистки сточных вод, представляющее собой вертик цилиндрич резервуар диаметром 0,6—3 м и высотой 12—100 м, к-рый может быть заглублен до 100 м или установлен на поверхности земли в виде колонны А ш впервые разработаны и нашли практическое применение в Германии и Англии. В нашей стране испытаны опытные образцы и разработаны эксперимент проекты В поперечном сечении А ш разделен на две части, в одной из к-рых предусмотрена система пневматич аэрации, в другой — размещен насос (шнековыи, пропеллерный) или эрлифт, обеспечивающии циркуляцию иловой смеси и ее подачу в аэрац часть В этой части создается нисходящее движение иловой смеси со скоростью 1—2 м/с, при к-рои пузырьки воздуха, поступающего из *аэратора*, увлекаются в нижнюю часть сооружения. Длительное пребывание *воздуха* в сточнои воде при повыш давлении обусловливает эффективное использование кислорода Переходя из аэрац части в эрлифтную, растворенный воздух десорбируется из иловой смеси, что позволяет использовать для разделения последней флотацию Для предварит разделения иловой смеси после А ш могут использоваться отдельно стоящие флотаторы Более полное отделение ила осуществляется в отстойниках Известны варианты А ш с насосной циркуляцией и подачей воздуха через *эжекторы* Применение А ш рационально при дефиците производств площадей для очистки сравнительно небольших кол-в сточных вод (до 3—5 тыс $м^3$/сут) Помимо экономии площадей достигается снижение

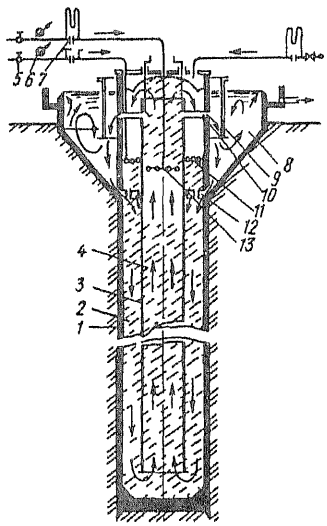


Схема аэротенка с эрлифтной циркуляцией

1 — ствол шахты, 2 — зона аэрации, 3 — внутренняя труба, 4 — эрлифтная зона, 5 — регулировочныи вентиль, 6 — манометр, 7 — расходомер, 8 — отстойник 9 — перегородка, 10 — впускные трубы, 11 — аэраторы 12 — иловые щели, 13 — дырчатые трубы эрлифта

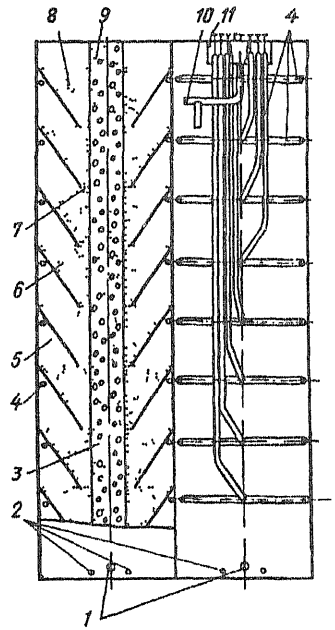


Схема колонного аэротенка

1 — подвод сточной жидкости, 2 — аэраторы, 3 — зона аэрации, 4 — отвод очищенной воды, 5 — защитная зона, 6 — зона взвешенного слоя активного ила, 7 — зона рециркуляции 8 — зона дегазации, 9 — переливное окно, 10 — трубопровод очищенной воды, 11 — сборная камера

энергозатрат, т к расход воздуха с учетом действия эрлифта сокращается по сравнению с его расходом при пневматич аэрации в *аэротенках* в 2—2,5 раза

Модификацией А ш является А ш колонного типа, предназначенный для биологич очистки городских сточных вод и близких к ним по составу производств вод с концентрациеи загрязнений по органич в-вам, оцениваемым по $БПК_{полн}$ и взвешенным в-вам до 500 мг/л А ш колонного типа представляет собой вертик резервуар высотой 8—20 м круглои или прямоугольной в плане формы, разделенный системой перегородок на зоны аэрации, осветления, дегазации и рециркуляции Зона осветления в виде ярусов расположена по всей высоте сооружения и занимает основной его объем Предварительно осветленная вода после первичного отстаивания подается в зону аэрации, где смешивается с *активным илом* и насыщается кислородом воздуха Воздух диспергируется пневматич аэраторами Через переливные окна, расположенные в верхней части перегородок, разделяющих зоны аэрации и осветления, иловая смесь поступает в зону дегазации, где происходит выделение избыточного воздуха, и далее направляется в зону рециркуляции, а затем в зону взвешенного слоя активного ила При движении иловой смеси в зоне рециркуляции на уровне верхних кромок наклонных перегородок образуется взвешенный слой активного ила, в к-ром происходят изъятие и окисление загрязнении, а также осветление воды Очищенная вода из защитной зоны по трубопроводам поступает в сборную камеру и далее отводится из сооружения Вследствие интенсивной рециркуляции иловой смеси между зонами аэрации и осветления во всем объеме сооружения создаются аэробные условия

Б

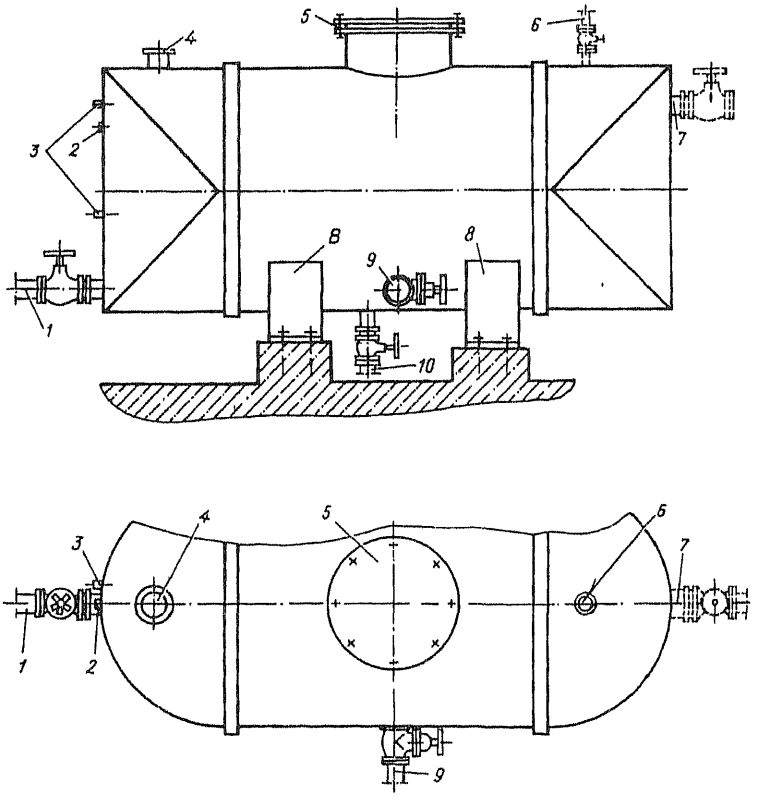
БАГЕРНЫЙ НАСОС (от голл. bagger — грязь, ил) — гидравлич. машина лопастного типа для перемещения воды с взвеш. частицами золы, шлака, песка, измельч. руды и др. Конструктивные особенности Б.н. обусловливаются необходимостью пропускания крупных твердых включений с высокой абразивностью. Б.н. имеют большие проходные сечения каналов проточной части, изготовляются из износоустойчивых материалов (между рабочим колесом и корпусом устанавливают бронедиски), наиболее изнашиваемые детали легко заменяются. Давление, создаваемое Б.н., не превышает 0,4 МПа. Б.н. служит на ТЭС для удаления золы из *котельной*. В связи с большим износом отд. элементов обычно устанавливают 3 Б.н., каждый на полную подачу.

БАЙПАСИРОВАНИЕ ВОЗДУХА (от англ. bypass — обход) — движение воздуха (в *системе кондиционирования воздуха*) в обход *воздухонагревателей*, *воздухоохладителей* и *камеры орошения*. Б.в. предназначено для более гибкого регулирования параметров *воздуха* на выходе из *теплообменных аппаратов*. При этом часть воздуха поступает в аппарат, часть минует его. Б.в. камеры орошения позволяет создавать в разл. периоды года неск. вариантов режимов работы системы, обеспечивающих наименьший расход энергии на обработку воздуха.

БАЙПАСНАЯ ПАНЕЛЬ — в *системе кондиционирования воздуха* предназначена для ручного дистанц. открытия или закрытия регулирующего органа с пневматич. *исполнительным механизмом* путем переключения потоков сжатого воздуха.

БАК КОНДЕНСАТНЫЙ — резервуар для сбора поступающего из системы *парового отопления конденсата* для последующей его перекачки *конденсатным насосом* в *паровые котлы*. Б.к. применяется в разомкнутых системах парового отопления низкого и высокого давлений. В системах низкого давления Б.к., непосредственно соедин. с атмосферой, используются "под налив"; в системах высокого давления — герметичные, в к-рых конденсат и *пролетный пар* находятся под избыточным давлением. Б.к. представляет собой горизонт. стальной сосуд с эллиптич. или конич. днищем, в верхней части к-рого размещен герметичный люк для осмотра и чистки бака. Снабжен патрубками для приема конденсата из системы отопления и для слива конденсата при опорожнении бака, а также штуцерами для установки *указателя уровня* конденсата и сигнализатора уровня. Открытый Б.к. имеет патрубок для сообщения полости бака с атмосферой, закрытый — патрубок для установки предохранительного клапана или выкидного приспособления и для отвода пролетного пара и *пара вторичного вскипания*. Вместимость бака принимается, как правило, равной одночасовому расходу конденсата при ручном пуске перекачивающих насосов и 15-минутному расходу при автоматич. включении конденсатных насосов.

БАК РАСШИРИТЕЛЬНЫЙ — сосуд, соедин. трубами с системой *водяного отопления*, предназнач. для приема излишков объема заполняющей систему воды, возникающих при ее нагревании. Б.р. может быть открытым, сообщающимся с атмосферой, и закрытым, находящимся под перем., но строго огранич. избыточным давлением. В крупных системах водяного отопления группы зданий Б.р. не устанавливают, а гидравлич. давление регулируется при помощи пост. действующих *подпиточных насосов*. Они также возмещают потери воды через неплотные соединения труб, в арматуре, приборах и др. местах систем. Поэтому Б.р. применяются в системах водяного отопления одного или неск. зданий при их тепловой мощности, огранич. 6 МВт, когда потери воды еще не вызывают пост. действия подпиточных насосов на тепловой станции. При выполнении осн. назначения Б.р. в системе поддерживается определ. гидравлич. давление. Кроме того, Б.р. предназначен для восполнения убыли объема воды в системе



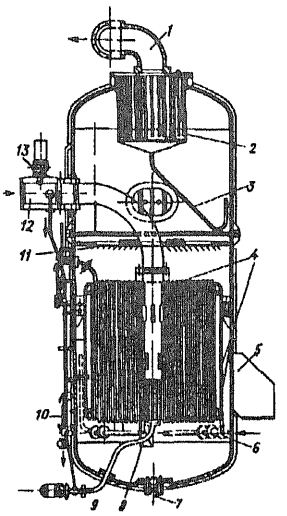
Конденсатный бак

1 — патрубок для самотечного конденсатопровода; 2 — сигнализатор уровня; 3 — указатели уровня; 4 — предохранительный клапан, гидрозатвор или атмосферная труба (при открытом конденсатном баке); 5 — люк; 6 — паропровод (при закрытом конденсатном баке); 7 — патрубок перелива (при открытом баке); 8 — опоры; 9 — патрубок напорного конденсатопровода; 10 — патрубок сливной трубы

пензии). Уд. теплота сгорания водомазутоугольной суспензии — 25—30 МДж/кг, мазутоугольной — 35—38 МДж/кг. Последние применяют для частичной замены жидкого топлива и уменьшения вредных в-в, выбрасываемых с продуктами сгорания. Композиц. *твердым топливом* являются брикеты и гранулы. Брикеты — механич. смесь угольной или торфяной мелочи со связующими в-вами (как правило, нефтяного происхождения, напр. с нефтебитумом), спрессов. под давлением до 100 МПа. Брикеты являются относительно малозольным (10—25%) сортиров. топливом с теплотой сгорания от 17—18 (буроугольные брикеты) до 20—30 МДж/кг (каменноугольные). Гранулы изготовляют на вращающихся тарельчатых грануляторах из смеси бурой и каменноугольной мелочи (размером до 0,25 мм) и водного раствора органич. жидких отходов целлюлозного произ-ва. Диаметр гранул определяется требованиями, предъявляемыми к топливу для слоевого сжигания, и составляет 12—35 мм. Влажность гранул 20—30%, уд. теплота сгорания 18 Мдж/кг. Для повышения прочности гранулы подвергают термич. обработке при темп-ре до 250°С. Синтетич. топливо получают в результате термохим. и хим. переработки горючих ископаемых. Исходный материал — уголь. Продукты его термохимич. переработки путем скоростного пиролиза при темп-ре до 590°С состоят: 15% из горючего газа с уд. теплотой сгорания 14,5—16,5 МДж/м^3, 15% жидких углеводородов с уд. теплотой сгорания 36—38 МДж/кг и 70% полукокса с выходом летучих в-в 10,7% и уд. теплотой сгорания 27—28,5 МДж/кг. Полукокс — синтетич. твердое топливо, используемое в *топках* котлов *ТЭЦ* и *ТЭС* с пылевидным сжиганием, а также как исходное сырье для брикетов и гранул. Жидкие продукты термохим. разложения угля содержат ценные хим. соединения и могут использоваться для дальнейшей хим. переработки. Горючий газ — высококачеств. топливо, в т.ч. для произ-ва тепловой энергии. Окусковывание угольной мелочи без применения связующих в-в осуществляется в процессе термобрикетирования — кратковременного нагрева угля до 350—440°С (в зависимости от степени углефикации угля) с последующим брикетированием нагретой угольной массы под давлением 40—75 МПа. Уд. теплота сгорания термобрикетов из бурых углей 29—30 МДж/кг.

Горючие отходы пром. и с.-х. произва, бытового потребления, а также гор. мусор являются энергетич. ресурсами. Из них получают И.т. путем механич. или термохим. переработки. Отличит. особенность первичных горючих отходов — их нестабильность по составу и забалластированность негорючими компонентами (стеклом, металлом и др.). Горючие отходы делят на жидкие и твердые. Первые — отработ. масла, обмывочные жидкости с большим содержанием органич. в-в, жидкие органич. соединения хим. произ-в и т.п. Их используют как топливо, когда применение в качестве хим. сырья нецелесообразно. Жидкие горючие отходы могут быть использованы самостоятельно, если их уд. теплота сгорания выше 6—8 МДж/кг, совместно с др. видами топлива, имеющими большую уд. теплоту сгорания, а также в качестве дисперс. среды в топливных эмульсиях и суспензиях. Твердые горючие отходы перед использованием подвергают обработке. Из гор. мусора извлекают стекло и металл, измельчают растит. органич. отходы и т.п. Подготовл. для сжигания гор. мусор влажностью 29 и зольностью 21% имеет уд. теплоту сгорания 11 МДж/кг, сухие с.-х. отходы (солома и др.) — 14—16, древесные отходы — 19—22 МДж/кг. Возможно совместное сжигание твердых отходов с осн. топливом в котлах крупных *котельных* и ТЭЦ.

ИСПАРИТЕЛЬ — *теплообменный аппарат* для испарения жидкостей. В теплоэнергетике И. предназначен для выработки дистиллята, восполняющего потери *конденсата* и пара. По конструкции различают И. горизонтальные паротрубные, в к-рых греющий пар проходит внутри труб, а испаряемая вода омывает трубы снаружи, и более совершенные вертикальные водотрубные. Они обогреваются первичным паром, проходящим в межтрубном пространстве греющей секции. Испаряемая предварит. умягч. *питательная вода* проходит внутри труб. Образующаяся внутри них пароводяная эмульсия выходит в верхнюю часть водяного объема корпуса И. Вторичный пар, выделяющийся из эмульсии, удаляется через сепарирующие устройства и верхний штуцер корпуса, а отсепариров. частицы воды опускаются по кольцевому пространству вокруг камеры. Для получения чистого пара необходимы: поддержание оптим. парового напряжения зеркала испарения (устройства для надежной и рацион. сепарации влаги в паровом объеме И.); применение непрерывной продувки для отвода растворимых солей и щелочей, чтобы поддержать допустимую их концентрацию в выпариваемой воде. И. бывают одно-, двух- и многоступенчатые. С целью повышения произ-сти группу И. (2 и более) соединяют последоват. по пару и питат. воде, образуя *испарительную установку*. Существуют также И., обогреваемые дымовыми газами, уходящими из *котлоагрегатов*. Получаемый в таких И. пар может быть использован для восполнения потерь конденсата и для теплоснабжения. Питат. вода И. (после деаэрации)



Вертикальный водотрубный испаритель
1 — выход вторичного пара; *2* — сепаратор; *3* — дренаж сепаратора; *4* — греющая секция, *5* — опора; *6* — растопочная паровая линия, *7* — нижний лаз; *8* — подвод питательной воды, *9* — отвод конденсата, *10* — водоуказательное стекло для конденсата; *11* — распределительная перегородка; *12* — вход греющего пара; *13* — предохранительный клапан

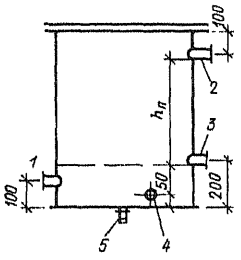
должна соответствовать по качеству питат. воде котлов давлением до 4 МПа, работающих на *твердом топливе*, а качество дистиллята И. удовлетворять нормам: концентрация соединений натрия в пересчете на Na — не более 100 мкг/кг, свободной углек-ты — не более 2 мг/кг.

ИСПАРИТЕЛЬ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ — *теплообменный аппарат*, в к-ром за счет циркуляции *теплоносителя* происходит интенсивное испарение сжиж. газа. И.с.г. применяют: в пром. и коммунально-бытовых установках; в установках по смешению паров сжиж. газов с воздухом; на станциях приема, хранения и распределения сжиж. газов в качестве аппарата, обеспеч. перемещение жидкостных и паровых потоков. И.с.г. разделяют на два вида — прямого и непрямого подогрева. К первым относятся аппараты, в к-рых сжиж. газ получает теплоту через стенку непосредственно от горячего теплоносителя (змеевиковые, трубчатые, оросит. и огневые И.с.г.). К аппаратам второго вида относятся аппараты, в к-рых сжиж. газ получает теплоту через стенку от промежуточного газа или жидкости, обогреваемых горячим теплоносителем, — огневой И.с.г. с водяной ванной с промежуточным теплоносителем азотом или гелием и электрич. И.с.г. с промежуточным теплоносителем азотом.

Змеевиковый И.с.г. с расчетной испарит. способностью 100 кг/ч и темпрой теплоносителя 80°С представляет со-

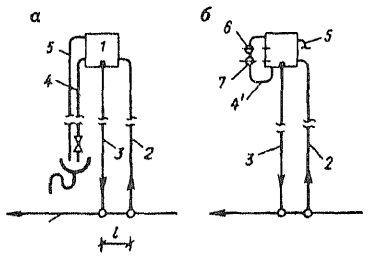
при небольшой утечке и при понижении ее темп-ры, для сигнализации об уровне воды в системе и управления действием подпиточных приборов. Через открытый бак вода удаляется в водосток при переполнении системы. В отд. случаях, напр. в системе *гравитационного отопления*, открытый Б.р. может служить *воздухоохладителем* и *воздухоотводчиком*. Недостатки Б.р.: они громоздки, в связи с чем затрудняется их размещение в зданиях и увеличиваются бесполезные теплопотери в *системах отопления*; в открытых Б.р. возможно при излишнем охлаждении воды поглощение воздуха из атмосферы, что вызывает внутр. коррозию стальных труб и приборов; требуется также прокладка в зданиях спец. соединит. труб.

Открытый Б.р. размещается над верхней точкой системы (на расстоянии не менее 1 м) в чердачном помещении или на лестничной клетке и покрывается тепловой изоляцией. Иногда устанавливается неизолированный Б.р. в спец. утепл. боксе (будке), однако при этом повышается стоимость монтажа, увеличиваются теплопотери вследствие развития поверхности охлаждения и абсорбции воздуха водой. Б.р. изготовляются цилиндрическими из листовой стали, сверху снабжаются люком для осмотра и окраски. В корпусе бака имеется неск. патрубков: патрубок, предназначенный для присоединения расширит. трубы, по к-рой в него поступает вода; патрубок у дна — для циркуляц. трубы, через к-рую отводится охладившаяся вода, обеспечивая циркуляцию в баке; патрубок для контрольной (сигнальной) трубы; патрубок для соединения Б.р. с переливной трубой, сообщающейся с атмосферой. Соединит. трубы открытого Б.р. показаны на схеме. В насосной системе отопления расширит. и циркуляц. трубы присоединяют к общей обратной магистрали, как правило, близ всасывающего патрубка циркуляц. насоса на расстоянии не менее 2 м одна от др. для надежной циркуляции воды через Б.р. Контрольную трубу выводят к раковине в *тепловом пункте* и снабжают запорным вентилем. При открывании его вытекание воды свидетельствует о ее наличии в Б.р., а следовательно, и в системе (уровень воды не должен быть ниже показ. на схеме штрихпунктирной линией). В малоэтажных зданиях короткая контрольная труба надежно обеспечивает сигнализацию о наличии или отсутствии воды в Б.р. В многоэтажных зданиях вместо длинной контрольной трубы, искажающей информацию о действит. уровне воды в системе, на Б.р. устанавливают 2 реле уровня, соедин. последовательно трубами с баком. Реле нижнего уровня предназначается для сигнализации (светом или звуком) об опасном падении уровня воды в Б.р., а также для включения подпиточной установки (клапана или насоса). Реле верхнего уровня служит для прекращения подпитки системы отопления.



Открытый расширительный бак с патрубками для присоединения труб

1 — расширительной; *2* — переливной; *3* — контрольной; *4* — циркуляционной; *5* — патрубок с пробкой



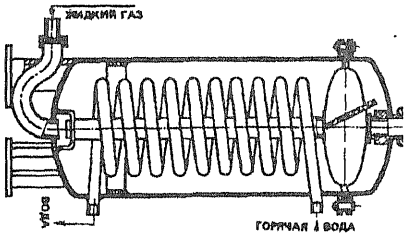
Присоединение открытого расширительного бака к обратной магистрали в системе отопления

а — с ручным контролем; *б* — с автоматизированными сигнализацией и регулированием уровня воды в баке; *1* — расширительный бак; *2, 3, 4, 5* — расширительная, циркуляционная, контрольная, переливная трубы; *6, 7* — реле верхнего и нижнего уровней воды в баке, соединенные трубой 4' с баком

Полезный объем Б.р., огранич. высотой $h_п$, должен соответствовать приросту объема воды, заполняющей систему отопления при ее нагревании до средней расчетной темп-ры. Этот объем в значит. степени зависит от вида *отопительных приборов*. Наибольшим он будет при использовании чугунных *радиаторов* отопительных малой глубины, наименьшим — при *конвекторах*. Кроме того, на объем Б.р. влияет вид выбранной системы отопления. Напр., для *однотрубной системы водяного отопления* с конвектором требуется открытый Б.р., имеющий полезный объем, примерно в 3 раза меньший, чем для *двухтрубной системы отопления* с радиаторами. Объясняется это сокращением вместимости не только отопит. приборов, но и труб уменьш. длины.

Закрытый Б.р. с воздушной или газовой (если используется азот или др. газ, отдел. от воды мембраной) "подушкой" герметичен, способствует уменьшению коррозии труб и приборов, может обеспечить в широком диапазоне перем. давление в системе отопления. Когда образующийся при нагревании избыток объема воды поступает в закрытый Б.р., он сжимает воздух или газ, находящийся в нем (вода действует подобно поршню), при этом повышается давление как в Б.р., так и в системе в целом. Если объем бака или воздуха (газа) в нем окажется слишком мал, давление в низших точках системы может превысить макс. допустимое. С др. стороны, при понижении темп-ры воды давление в высших точках системы может оказаться ниже миним., необходимого для предупреждения таких недопустимых явлений, как вскипание воды или подсос воздуха из атмосферы. Следовательно, объем закрытого Б.р. строго обусловлен диапазоном изменения гидравлич. давления в системе. Объем Б.р. зависит также от объема и расчетной темп-ры воды в системе, от давления циркуляц. насоса и места включения его в *теплопровод* по отношению к центру нагревания воды и точке присоединения Б.р. Объем закрытого Б.р. при нач. давлении в нем, равном атм., получается больше объема открытого Б.р. Использование сжатого воздуха для повышения нач. давления сверх атм. (для "зарядки" Б.р.) позволяет уменьшить объем закрытого Б.р. Объем его уменьшается также при переносе в верхнюю часть здания и присоединении там к магистрали системы отопления. Конструкция закрытого Б.р. представляет собой стальной цилиндрич. сосуд, раздел. на 2 части резиновой мембраной. Одна часть предназначена для воды системы отопления, вторая заполнена газом под давлением. В Чехии, напр., выпускаются Б.р. с газом под давлением 50, 100 и 150 кПа для систем отопления зданий высотой до 15 м, рассчит. на макс. рабочее давление в системах 350 кПа. Место присоединения Б.р. к теплопроводам выбирается с учетом сохранения его гидравлич. связи с действующей частью системы при норм. использовании клапанов, задвижек и пр. запорной арматуры в др. отключаемой части системы отопления. Закрытые Б.р., размещаемые непосредственно в тепловых пунктах зданий или на тепловых станциях, в значит. степени лишены недостатков открытых Б.р. Однако для сокращения их объема путем искусств. увеличения внутр. давления требуются дополнит. оборудование и затрата электрич. энергии.

БАК-СЕПАРАТОР — резервуар для получения и отбора *пара вторичного вскипания* в системе *парового отопления* высокого давления. Б.-с. выполняется в виде вертик. цилиндрич. стального сосуда, в средней части к-рого имеется патрубок для подвода *конденсата*, в нижней — для слива его, в верхней — для отвода пара вторичного вскипания, установки предохранит. клапана и манометра. При по-



Малогабаритный испаритель сжиженных газов

бой цилиндрич. вертик. сосуд, внутри к-рого вмонтированы змеевик из труб диаметром 27х3 мм и поплавок с выходным клапаном. В днище И.с.г. имеется трубка с накидной гайкой для входа сжиж. газов. Крышка крепится к корпусу с помощью фланца и снабжена клапаном для выхода паров сжиж. газов и плавким предохранителем для предотвращения взрыва испарителя в случае пожара. Сжиж. газ из подземного резервуара поступает в И.с.г. через нижний входной патрубок, заполняя корпус. От соприкосновения со змеевиком, по к-рому циркулирует горячая вода темп-рой 80°С, сжиж. газ интенсивно испаряется, и его пары через выходной патрубок поступают к потребителю. При увеличении расхода газа давление его паров в И.с.г. повысится, газ заполнит большее число витков змеевика, и его испарение будет происходить более интенсивно. Испарит. способность И.с.г. возрастет. В случае резкого увеличения расхода газа сжиж. газ, продолжая заполнять И.с.г., поднимает поплавок, к-рый закроет клапан выходного патрубка и предохранит систему от заполнения ее жидкой фазой. Давление паров сжиж. газа возрастет, сжиж. газ стечет в подземный резервуар и оголит змеевик. Давление паров сжиж. газа в И.с.г. в любом случае не может быть выше давления паров в подземном резервуаре.

ИСПАРИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА — установка, предназнач. для осуществления процессов испарения. Состоит из *теплообменных аппаратов* (*испарителей*) и вспомогат. оборудования (труб, насосов и др.) И.у. применяют в теплоэнергетике (установки для произ-ва дистиллята), для опреснения *воды* (опреснители) и т.п. Повыш. потери *конденсата* — пара *ТЭЦ* (АТЭЦ) восполняют с помощью многоступенчатых испарителей. Ступени чаще включают последовательно по пару. 1-я ступень питается отборным паром турбины; вторичный пар 1-й ступени служит греющим паром 2-й ступени, где и конденсируется, образуя дистиллят; вторичный пар 2-й ступени — греющим паром 3-й ступени и т.д. Вторичный пар последней ступени отводится в конденсатор И.у., в к-ром подогревается конденсат турбины или др. низкотемп-рный поток воды. Чем больше число ступеней И.у., тем больше готового дистиллята она дает и тем большие потери конденсата могут быть восполнены.

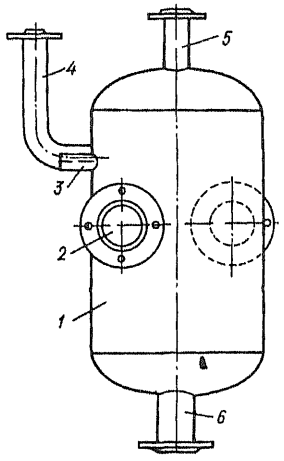
ИСПАРИТЕЛЬНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ВОЗДУХА — способ обработки приточного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. Различают И.о.в. прямое, косв. и двухступенчатое (прямое и косв.). Прямое И.о.в. основано на *изоэнтальпийном процессе* и используется в *кондиционерах* в холодное время года; в теплое время оно возможно лишь при отсутствии или незначит. влаговыделениях в помещении и низком влагосодержании наружного воздуха. Неск. расширяет границы его применения байпасирование *камеры орошения*. Прямое И.о.в. целесообразно в условиях сухого и жаркого климата в приточной системе *вентиляции*.

Косв. И.о.в. осуществляется в поверхностных *воздухоохладителях*. Для охлаждения воды, циркулирующей в поверхностном теплообменнике, используют вспомогат. контактный аппарат (*градирню*). Для косв. И.о.в. можно использовать аппараты совмещ. типа, в к-рых теплообменник выполняет одновременно обе функции — нагрев и охлаждение. Такие аппараты аналогичны воздушным рекуперативным теплообменникам. По одной группе каналов проходит охлаждаемый воздух, внутр. поверхность второй группы орошается водой, стекающей в *поддон*, а затем вновь разбрызгиваемой. При контакте с проходящим во второй группе каналов выбросным воздухом происходит испарит. охлаждение воды, в результате чего воздух в первой группе каналов охлаждается. Косв. И.о.в. позволяет снизить произ-сть *системы кондиционирования воздуха* по сравнению с ее произ-стью при прямом И.о.в. и расширяет возможности использования этого принципа, т.к. влагосодержание приточного воздуха во втором случае меньше.

При двухступенчатом И.о.в. используют последоват. косв. и прямое И.о.в. в кондиционере. При этом установку для косв. И.о.в. дополняют оросительной форсуночной камерой, работающей в режиме прямого испарит. охлаждения. Типовые оросит. форсуночные камеры используют в системах И.о.в. как градирни. Помимо одноступенчатого косв. И.о.в. возможно многоступенчатое, в к-ром осуществляется более глубокое охлаждение воздуха, — это т.н. *бескомпрессорная система кондиционирования воздуха*.

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ — устройства, служащие приводами для *регулирующих клапанов*. По виду используемой энергии они могут быть электрич., гидравлич., манометрич. Среди электрич. И.м наибольшее распространение получили однооборотные пост. скорости. Включаются они через пусковые устройства (пускатели, усилители), к к-рым поступают командные импульсы от электронных автоматич. регуляторов с релейно-импульсным выходом. В состав электрич. И.м. обычно входят асинхронный двигатель, редуктор, концевые и путевые выключатели, датчики положения, тормозное устройство, ручной привод. Электрич. И.м. выпускают как отд. изделие или поставляют в сочлененном виде с регулирующим клапаном как единое изделие. Как отд. изделие выпускают однооборотные электрич. И.м. типов МЭО, МЭОК, МЭОБ (механизм электрич. однооборотный), к-рые сочленяются своими рычагами на выходном валу через тяги с рычагами регулирующих клапанов, заслонок, затворов. В И.м. типа МЭО электродвигатель однофазный или трехфазный, типов МЭОК (контактный) и МЭОБ (бесконтактный) — трехфазные. Электрич. И.м. типа МЭО (номин. момент на выходном валу 16—630 Н·м) рассчитан на бесконтактное управление с помощью магнитных усилителей или реверсивного тиристорного пускателя и допускает контактное управление с помощью магнитных пускателей. Электрич. И.м. типа МЭОК-4 (номин. момент 250—630 Н·м) рассчитан на контактное управление с помощью пускателя, а типа МЭОБ — на бесконтактное управление с помощью тиристорного пускателя.

И.м. гидравлич. типа применяют как приводы регулирующих клапанов типа РК-1 или клапанов универс. гидравлич. регуляторов типа УРРД, УРРД-М. Гидравлич. И.м. состоят из мембранного гидропривода, в верхнюю и нижнюю полости к-рого подаются командные импульсы давления от регулирующих приборов (напр., от реле давления типа РД-3[а] или датчика темп-ры типа ТМП). При подаче одного командного импульса давления воздействие на гидравлич. И.м. будет односторонним (применяется при регулировании давления, темп-ры), а при подаче обоих импульсов давления воздействие на гидравлич. И.м. будет двухсторонним (применяется при регулировании расхода, перепада давления). Манометрич. И.м. преимущественно сильфонного типа применяют как приводы регуляторов прямого действия, напр., регуляторов темп-р типа РТ (см. *Регуляторы давления и расхода*, *Регулятор температуры*).



Бак-сепаратор

1 — цилиндрический сосуд; *2* — патрубки для подвода пароконденсатной смеси; *3* — манометр; *4* — предохранительный клапан или гидрозатвор; *5* — отвод пара вторичного вскипания; *6* — отвод конденсата

ступлении в Б.-с. высокотемп-рной пароконденсатной смеси давление ее вследствие расширения понижается и происходит частичное превращение конденсата в пар с одновременным отделением *пролетного пара*. Оставшийся конденсат сливается в *бак конденсатный* системы. Отводимый от Б.-с. пар используется в системах парового отопления низкого давления.

БАКИ-АККУМУЛЯТОРЫ В СИСТЕМЕ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ — баки-накопители горячей воды, сооружаемые между установками по приготовлению горячей воды и ее потребителями. Потребление горячей воды в жилых, обществ. и производств. зданиях в течение суток неравномерно. Если горячую воду подают синхронно с потреблением, то все элементы *центральной системы горячего водоснабжения* рассчитывают на макс. часовой расход теплоты. При установке между водозаборными приборами и источником горячей воды аккумулирующей емкости горячую воду можно подавать равномерно в течение суток соответственно спросу потребителя. При этом объем горячей воды, накопленный в часы миним. водозабора, используется при макс. потреблении. Наличие Б.-а. горячей воды позволяет рассчитывать все элементы системы горячего водоснабжения, установленные на них, включая поверхность нагрева водоподогревателей, на среднечасовой расход теплоты. Стоимость установки и обслуживания Б.-а. невелика, их технико-экономич. эффект очевиден, однако помещения для размещения Б.-а. в зданиях не предусматриваются. Можно размещать Б.-а. в *центральных тепловых пунктах*, но в этом случае технико-экономич. эффект меньше, т.к. разводящие трубопроводы от них к водозаборным приборам необходимо рассчитывать на макс. часовой расход горячей воды.

Б.-а. могут располагаться над верхней точкой системы горячего водоснабжения (на чердаке здания) и на нижних отметках здания. Их выполняют прямоугольной и цилиндрич. формы. Они должны иметь люки с крышками, а при высоте более 1,5 м — внутр. лестницы. При установке на чердаке здания Б.-а. является верхней точкой системы горячего водоснабжения, вода находится в нем под атм. давлением. Конструкция такого бака не рассчитана на избыточное давление в нем, и он может быть прямоугольным. Б.-а. оборудуют пароотводящим патрубком, сообщающимся с атмосферой переливной трубой. Вода отводится в систему горячего водоснабжения на высоте не менее 50 мм от днища и поступает в бак ниже ее уровня, вследствие чего уменьшаются вынос *шлама* и насыщение воды воздухом.

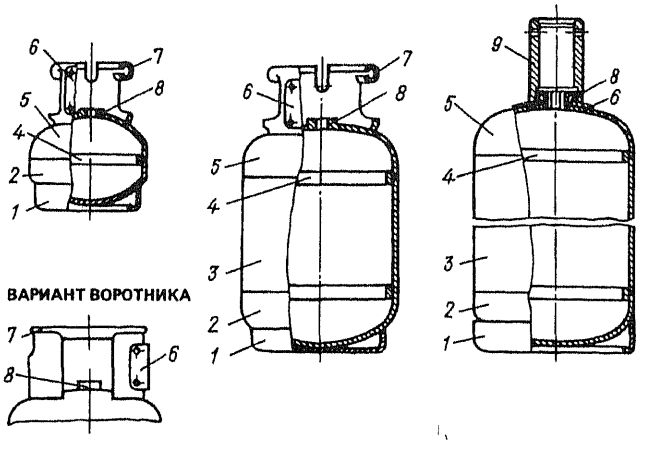
При нижнем расположении Б.-а. выполняют цилиндрич. формы и рассчитывают на макс. рабочее давление 0,6 МПа. Вода в нижнем Б.-а. всегда находится под избыточным давлением, поэтому его оборудуют предохранит. клапаном или гидрозатвором, предохраняющим от недопустимо высокого давления.

Исходной информацией для определения емкости Б.-а. служит режим потребления горячей воды по часам суток. Приняв за условную точку отсчета любой час суток, производят пошаговое (через каждый час) суммирование кол-ва воды, поданной в систему и потребл. в ней. Разность между этими величинами — объем воды, накопленный в Б.-а. Его рабочий объем равен макс. разности между поданным и потребл. кол-вом воды. Если в определ. момент разность имеет знак минус, то рабочий объем Б.-а. равен сумме абсолютных макс. разностей.

БАЛЛОНЫ ДЛЯ СЖИЖЕННОГО ГАЗА — емкости для снабжения газом одно-, двухэтажных зданий, коммун. и пром. предприятий. В зависимости от вместимости Б.с.г. бывают трех типов: вместимостью 2,5; 5; 12 и 27 л без обечайки, с воротником; 12 и 27 л с обечайкой и без нее, с воротником; вместимостью 50 и 80 л с обечайкой и колпаком.

В качестве осн. параметра Б.с.г. принята норма заполнения газом — 0,425 кг на 1 л емкости. Б.с.г. вместимостью 2,5; 5 и 12 л предназначены для туризма, использования в быту и лабораториях, на произ-ве и в полевых условиях. Б.с.г. вместимостью 27 л применяют в осн. в однобаллонных внутриквартирных установках, для плит и каминов со встроенными баллонами, в пром. и передвижных газовых установках с *горелками инфракрасного излучения*. Это типовой баллон для бытового *газоснабжения*. Б.с.г. вместимостью 50 и 80 л используют в наружных установках индивид. потребителей, когда их нельзя держать внутри помещения, в групповых газобаллонных установках для газоснабжения групп домов. Б.с.г. вместимостью 5 л свариваются из двух отштампов. днищ. Б.с.г. вместимостью 12 л и более состоят из башмака, предназнач. для устойчивой вертик. установки и удобства переноски, нижнего и верхнего днищ, обечайки, горловины и воротника. Чтобы облегчить центровку обечайки и днищ, горловину и воротник приваривают к обечайке с применением внутр. подкладных колец. Толщина стенки обечайки и днищ определяется расчетами. Б.с.г. вместимостью 2,5; 5 и 12 л имеют толщину стенок 2 мм; вместимостью 27; 50 и 80 л — 3 мм.

БАРАБАН КОТЛА — стальной цилиндрич. сосуд под давлением, в к-ром



Баллоны для сжиженных газов стальные сварные

1 — башмак; *2, 5* — нижнее и верхнее днища; *3* — обечайка; *4* — внутреннее подкладное кольцо; *6* — паспортная таблица; *7* — воротник; *8* — горловина; *9* — колпак

происходит парообразование; осн. элемент *барабанного котла*, к к-рому присоединяют кипят., опускные, питат. трубы, предохранит. клапаны и контрольно-измерит. приборы. Внутри Б.к. размещают сепарац. устройства. Б.к. изготовляют из листовой котельной стали диаметром 0,9—1,8 м, длиной до 40 м со штампов. днищами и лазом. Поверхность кипящей воды в Б.к., отделяющая водяной объем от парового, наз. зеркалом испарения, к-рое должно находиться между отметками низшего и высшего уровней воды в котле.

БАРАБАННО-ШАРОВАЯ МЕЛЬНИЦА — устройство для размола кусков твердых материалов. Основной элемент — барабан, частично заполненный шарами (30—60 мм) из стали или чугуна. Наиболее распространены барабаны диаметром 2—4 мм и длиной 3—10 м, вращающиеся с частотой 10—40 об/мин вокруг своей оси. Материал измельчается ударами падающих шаров и истиранием. Б.-ш.м. применяют на ТЭС для размола углей, требующих тонкого помола, твердых углей (антрацит, тощие угли и др.) и углей, содержащих в значит. кол-ве примеси. Предварит. размельч. и подсуш. уголь (куски размером 10—20 мм) подают в барабан одновременно с подогретым воздухом (вентилируемая Б.-ш.м.) или без него (невентилируемая Б.-ш.м.). В вентилируемых Б.-ш.м. поток воздуха выносит из барабана мелкие частицы угля; в невентилируемых материал удаляется элеватором. Достоинство Б.-ш.м. — простота конструкции и надежность в работе; недостатки — значит. расход металла, сложность изготовления, высокая стоимость, большие габариты пылеприготовит. установки, высокий уд. расход электроэнергии.

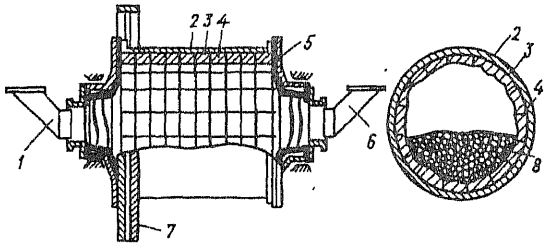


Схема барабанно-шаровой мельницы

1 — входной патрубок; 2 — барабан; 3 — броневые плиты; 4 — изоляция (от шума и тепловая); 5 — торцовый фланец мельницы; 6 — выходной патрубок; 7 — ведомая шестерня; 8 — шары

БАРАБАННЫЙ КОТЕЛ — *водотрубный котел* с естеств. или принудит. циркуляцией воды, имеющий один или неск. *барабанов котла*. См. также *Котлоагрегат*.

БАРБОТАЖНАЯ ПРОМЫВКА ПАРА — способ очистки (промывки) пара, вырабатываемого в *паровом котле*, чистой водой от в-в, находящихся в нем в виде молекулярных и коллоидных растворов. Для этого необходимо обеспечить тесный контакт пара с промывочной водой, что достигается пропусканием пара через слой воды. Устройство для промывки пара представляет собой промывочный щит, располож. в паровом пространстве *барабана котла*. В качестве промывочной жидкости служит *питательная вода*, подаваемая из *водяного экономайзера* на щит и стекающая по коробам в водяное пространство. Щит делают из корыт или перфориров. листов железа. Для удовлетворит. работы промывочного устройства высота слоя воды на нем должна составлять около 70 мм. Пар промывают в осн. для снижения уноса кремниевой к-ты.

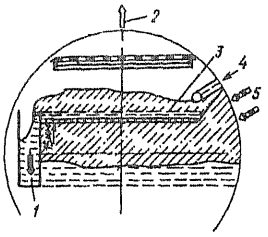
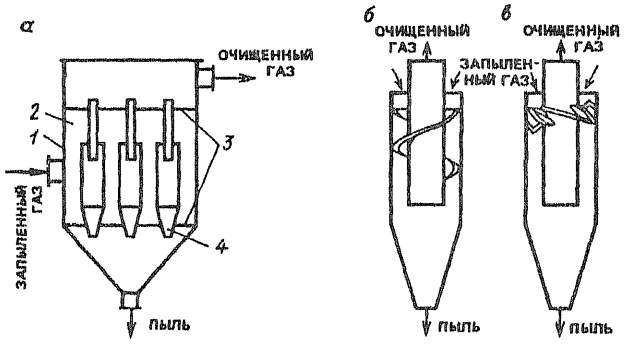


Схема барботажной промывки пара

1 — слив промывочной воды; 2 — пар после промывки; 3 — промывочный щит; 4 — промывочная вода; 5 — пароводяная смесь из циркуляционного контура

БАРБОТИРОВАНИЕ, барботаж (от франц. barbotage — перемешивание) — пропускание через жидкость газа или пара под давлением в барботерах — трубах с мелкими отверстиями (3—6 мм), сетчатых или колпачковых тарелках *абсорберов* и ректификац. колонн. При движении пузырьков газа (пара) через жидкость создается межфазная поверхность, что способствует тепло- и массообменным процессам, а также хим. взаимодействию газов с жидкостями. Б. применяют для прогрева жидкости острым паром (напр., вторая ступень *деаэрации*), а также для перемешивания агрессивных жидкостей.

БАТАРЕЙНЫЙ ЦИКЛОН, мультициклон — аппарат для отделения твердых частиц от транспортирующих их газов (напр., летучей золы от дымовых газов, аэрозолей от воздуха). Состоит из неск. десятков параллельно включенных *циклонов* небольшого диаметра (100—250 мм), скомпонов. внутри общего кожуха. Под влиянием центробежной силы твердые частицы отделяются от движущихся по спирали газов и выпадают в нижнюю часть Б.ц. — бункер, из к-рого их удаляют. Коэфф. сопротивления для Б.ц. $\zeta = 85$. Уменьшение диаметра Б.ц. увеличивает эффективность улавливания твердых частиц. Существуют два типа Б.ц.: в первом вращат. движение пылегазовому потоку придается с помощью закручивающихся устройств типа "винта" или "розетки", во втором — типа "улитки" или "спирали".



Батарейный циклон (*а*), элемент с направляющим аппаратом типов "винт" (*б*) и "розетка" (*в*)

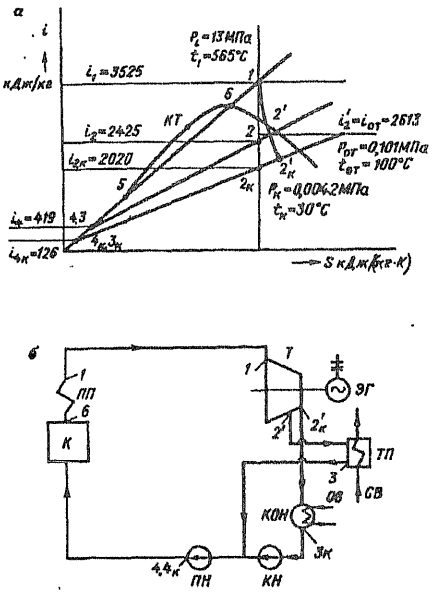
БАЧОК СМЫВНОЙ — сан.-технич. прибор, устанавливаемый на *унитазе*, или *чаше туалетной* и предназнач. для смыва поступающих в них выделений человека в *канализационную сеть*. Б.с. состоит из корпуса с крышкой, наполнит. и спускной арматуры, перелива, смывной трубы и пускового устройства. В зависимости от высоты расположения над унитазом или чашей туалетной различают высоко- (1500—1600 мм), средне- (600—700 мм) и низкорасполагаемые (180—250 мм) бачки, а также непосредственно устанавливаемые на унитазе. По приводу в действие бывают полуавтоматич. (с ручным пуском) и автоматич. Б.с. При спуске с помощью рукоятки, кнопки или автоматич. устрой-

ИСПЫТАНИЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ — проверка вновь смонтиров. или действующей вентиляц. установки с целью выявления возможных дефектов монтажа или отклонений при длит. эксплуатации. Перед пусковыми испытаниями проверяют: соответствие проекту; правильность установки оборудования, изготовления и монтажа *воздуховодов*, каналов, вентиляц. камер, шахт и др. устройств; прочность креплений вентиляц. оборудования, воздуховодов; наличие ограждений у ременных передач и др.; правильность установки жалюзийных решеток, клапанов герметич. дверей и наличие фиксирующих приспособлений, обеспечивающих их норм. работу; выполнение предусмотр. проектом мероприятий по борьбе с шумом и вибрацией. При И.с.в. проверяют соответствие подачи вентилятора проектным данным, выявляют неплотности в воздуховодах, определяют соответствие проектным данным объемов воздуха, проходящего через воздухораспределители и воздухозаборные устройства, а также равномерность прогрева *калориферов* и распыления воды *форсунками*. Особое внимание обращают на соответствие проектным данным темп-р и влажности подаваемого в помещение воздуха.

ИСПЫТАНИЯ И НАЛАДКА ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ — обязат. мероприятия, предшествующие сдаче *вентиляционной системы* после монтажа в эксплуатацию. Измерение объемных расходов воздуха, протекающего по отд. участкам системы, определение полного, статич. и динамич. давлений воздуха в характерных сечениях ответвлений и магистралей систем, определение темпры и влажности воздуха при обработке его в вентиляц. установке и в *рабочей зоне* обслуживаемых помещений, испытание вентиляторов, *калориферов* и *фильтров* проводят с помощью измерит. приборов. В их числе *Пито трубка*, *микроманометр*, анемометры для разных диапазонов измеряемой скорости, психрометр, термометры, расходомеры для воды, приборы и оборудование для пылевых испытаний и др. Для поверочного расчета при обработке результатов составляют тепловой и *воздушный балансы* не только помещения, но и отд. видов оборудования (калорифер, *камера орошения* и др.). По результатам испытаний системы разрабатывают план проведения наладочных работ, вычисляют динамику изменения расходов воздуха по отд. ответвлениям в процессе изменения аэродинамич. хар-к участков. После выведения вентиляц. системы на заданный расход воздуха регулируют работу оборудования для обработки воздуха. По окончании И.н.в.с. составляют паспорт каждой вентиляц. системы и инструкции по регулированию (управлению) ими. Технич. паспорт вентиляц. установки (системы) включает: общие сведения, технич. хар-ки работы и результаты проверки гигиенич. эффективности, записи о конструктивных изменениях.

ИСТОЧНИК ТЕПЛОТЫ ПРИ ТЕПЛОНАСОСНОМ ОТОПЛЕНИИ — твердое, жидкое или газообразное в-во, обладающее большим запасом тепловой энергии, к-рая может быть извлечена и использована для *отопления* зданий с помощью испарителя *теплового насоса*. В качестве И.т.п.т.о. для теплового насоса используются окружающая среда — наружный воздух, вода из открытого водоема (озера, реки, моря), грунтовые воды, сточные воды, грунт или среда, нагретая в *коллекторе солнечной энергии*. И.т.п.т.о. может стать дополнит., если он используется в дополнение к системе *солнечного отопления*. В этом случае И.т.п.т.о. работает на огранич. топливе или электроэнергии и предназначен для отопления здания в те периоды, когда солнечного излучения недостаточно для покрытия *тепловой нагрузки* отопления. В большинстве случаев мощность дополнит. И.т.п.т.о. выбирается в соответствии с расчетной тепловой нагрузкой отопления. Дополнит. И.т.п.т.о. может быть частью системы солнечного или *геотермального отопления* или отд. установкой типа *котельной*.

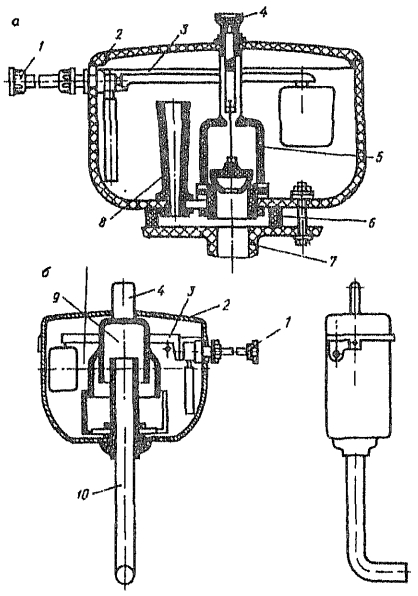
ИСТОЧНИКИ ТЕПЛОТЫ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ — комплексные технич. устройства, в к-рых первичная энергия превращается в энергию *теплоносителя* (*воды* или *пара*) с требуемыми параметрами. В качестве первичной энергии в осн. используют органич. топливо, ядерную энергию, теплоту Земли и Солнца, *вторичные энергетические ресурсы*, низкопотенц. теплоту. Доля возобновляемых (альтернативных) *источников энергии* в теплоснабжении не превышает 10%, однако они перспективны. Источники теплоты *централизованных систем теплоснабжения* в осн. работают на *твердом*, *жидком котельном* и *газообразном топливах*. *Децентрализованные системы теплоснабжения* работают на твердом и частично на газообразном топливах. Централизация систем теплоснабжения достигает 70—80%, осн. источниками теплоты являются *теплоэлектроцентрали* (*ТЭЦ*) и крупные *котельные установки* (тепловые станции). На базе ТЭЦ создана теплофикация — система централизов. теплоснабжения, позволяющая сократить расход топлива для выработки теплоты и электроэнергии на 20—25%. При теплофикац. цикле пар из *пароперегревателя* энергетич. котла поступает в турбину, где расширяется и отдает часть



Цикл паросиловой установки на *i*—*S*-диаграмме (*а*) и принципиальная схема ТЭЦ (*б*)
1—2 (*1—2к*) — адиабатное теплопадение на лопатках турбины до давления в отборе (до давления в конденсаторе); *2—3* — линия конденсации; *3—4* — сжатие в насосе; *4—5—6* — парообразование в котле; *6—1* — перегрев пара; *К* — котел; пароперегреватель; *Т* — турбина; *ЭГ* — электрогенератор; *ТП* — теплофикационный водоподогреватель; *СВ* — сетевая вода; *ОВ* — охлаждающая вода; *КОН* — конденсатор; *КН*, *ПН* — конденсатный и питательный насосы

своей энтальпии для выработки электроэнергии. На *i*—*S*-диаграмме проставлены параметры применительно к теплофикац. турбине Т-100-130/565. Пар входит в нее с давлением 13 МПа, темп-рой перегрева 565^0С и энтальпией i_1 = 3525 кДж/кг. После частичного расширения в турбине пар из регулируемого отбора с давлением 0,1 МПа, темп-рой 100^0С и энтальпией $i_{от}$ = 2613 кДж/кг поступает в теплофикац. подогреватель, где конденсируется и с энтальпией $i_{к.от}$ = 419 кДж/кг забирается *питательными насосами*. Последние поднимают давление *конденсата* (практически без изменения темп-ры и энтальпии) до давления в котле и подают в него конденсат. В котле и пароперегревателе конденсат превращается в перегретый пар за счет теплоты, выделяемой при сгорании топлива. Из 1 кг пара на выработку электроэнергии расходуется $\Delta l_э = i_1 - i_{от} = 3525 - 2613 =$ = 912кДж/кг, а на теплоснабжение — $\Delta i_{тс} = 2613 - 419 = 2194$кДж/кг.

Электроэнергия вырабатывается с потерями, к-рые учитываются с помощью коэфф.: η_{oi} — внутр. относит. кпд турбины (он использован при определении $i_{от} = i_1 - (i_1 - i_2)\eta_{oi}$, ($\eta_{oi} = 0,83$); $\eta_{эм}$ — электроме-

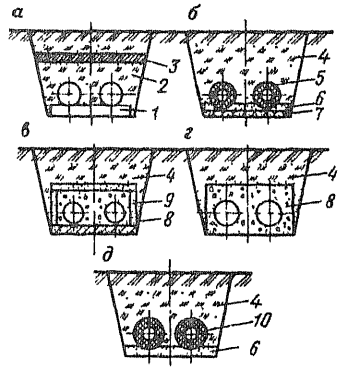


Бачок смывной

а — низкорасполагаемый с донным клапаном; *б* — среднерасполагаемый с сифонирующей спускной арматурой; *1* — подводящий патрубок; *2* — корпус; *3* — клапан наполнительный поплавковый; *4* — рукоятка; *5* — спускная арматура с донным клапаном; *6* — резиновая прокладка; *7* — унитаз; *8* — перелив; *9* — спускная арматура сифонирующая; *10* — смывная труба

ства спускная арматура открывается, и вода из Б.с. через смывную трубу выливается в унитаз с заданным расходом, достаточным для его промывки и транспортировки фекальных стоков в канализационную сеть. После опорожнения Б.с. спускная арматура автоматич. закрывается, а наполнит. открывается, вследствие чего бачок заполняется водой, а затем автоматич. закрывается; таким образом Б.с. подготовлен к след. пуску. Наиболее распространена наполнит. арматура, состоящая из запорного клапана или мембраны, открываемых и закрываемых поплавково-рычажным устройством в зависимости от уровня воды в бачке. Спускная арматура представляет собой донный плавающий клапан с приводным механизмом (ручным или автоматич.) или трубчатый сифон, заполняемый водой путем подтопления (гибкий сифон) или вытеснения с помощью поршня (поршневый сифон). Перелив служит для аварийного сброса воды в канализационную сеть при неисправной наполнит. и закрытой спускной арматуре. Корпус Б.с. изготовляют преимущественно из керамики, пластмассы, полимербетона; наполнит. и спускную арматуру — из пластмассы, латуни, нержавеющей стали или др. коррозионно-стойких материалов. Полезный объем воды в Б.с. обычно составляет 6—8 л, средний расход воды, вытекающей в унитаз, — 1,6—2 л/с, время заполнения — не более 2 мин, время опорожнения — 4—5 с.

БЕСКАНАЛЬНАЯ ПРОКЛАДКА ТЕПЛОПРОВОДОВ — способ подземной прокладки, при к-ром теплопроводы находятся непосредственно в грунте. Б.п.т. — один из путей удешевления стоимости *тепловых сетей*. Теплоизоляц. конструкция бесканального теплопровода состоит из 4 осн. слоев: антикорроз., теплоизоляц., гидроизоляц. и защитно-механич. Б.п.т. получили широкое распространение в СССР до 1941, затем нек-рое время применение их было прекращено из-за несовершенства конструкций. В 1949 была применена Б.п.т. с монолитной армопенобетонной изоляцией. Теперь для разл. грунтов широко применяют прогрессивные конструкции. За рубежом применение Б.п.т. не прекращалось. По конструкции тепловой изоляции Б.п.т. делят на засыпные, сборные, сборно-литые, литые и монолитные. Засыпная изоляция выполняется из сыпучих теплоизоляц. материалов на смонтиров. в траншеях и опрессов. трубопроводах. Распространена засыпка фрезерным торфом. В траншее трубы укладывают на бетонные или дерев. брусья (либо на сплошное бетонное основание) или непосредственно на подстилку изоляции. Слой изоляции плотно утрамбовывают. Под воздействием коррозии и просадки грунта наблюдаются частые разрывы сварных стыков труб. К изоляции засыпных конструкций предъявляются повыш. требования. Желательно, чтобы гранулы засыпной изоляции обладали высокой механич. прочностью, гидрофобностью, долговечностью и не содержали агрессивных в-в. За рубежом в качестве засыпных применяются гидрофобные материалы, монолит, термокрет, протексюлат и др. Результаты эксплуатации зарубежных и отечеств. конструкций с засыпной изоляцией свидетельствуют о необходимости применения надежных антикорроз. материалов на трубах. В сборных прокладках тепловая изоляция уложена на трубы из штучных элементов (кирпичей, сегментов, скорлуп). В качестве тепловой изоляции применялись диатом, асбестоцемент, пенобетон и пр. На нее наносились гидроизоляц. и защитно-механич. слои (или один из них). Эти прокладки не оправдали себя из-за недостаточной герметичности оболочки и воздушного зазора между трубой и изоляцией, высокой гидрофильности изоляц. материалов. Такие прокладки целесообразно применять с пенобетоном или пеносиликатом при наличии гравийной обсыпки и надежной антикорроз. защите труб. В сборно-литых прокладках трубы укладывают в опалубку из пенобетонных плит. Пространство в опалубке заливают пенобетонной массой. После затвердения бето-

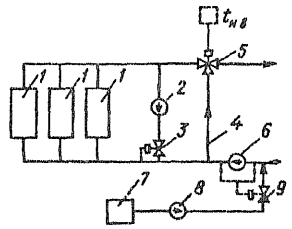


Типы прокладок

а — засыпные; *б* — сборные; *в* — сборно-литые; *г* — литые; *д* — монолитные; *1* — опора; *2* — засыпка изоляции; *3* — слой утрамбованной глины; *4* — грунт; *5* — формованная штучная изоляция; *6* — песчаная подсыпка; *7* — бетонная подготовка; *8* — пенобетон; *9* — плиты; *10* — монолитная тепловая изоляция

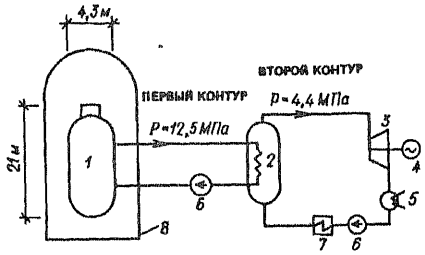
на образуется прочная оболочка, исключающая независимое перемещение трубы при темп-рных удлинениях. В отд. конструкциях трубопроводы предварительно изолируют слоем минер. ваты, затем заливают твердеющей массой, к-рая после увлажнения цементируется. В таком исполнении трубы при удлинении свободно перемещаются в оболочке, и конструкция становится подобна канальной. Для изготовления литых Б.п.т. широко применяется пенобетон. За рубежом распространены материалы на основе битумных композиций. Заливка труб проводится непосредственно на трассе в передвижную опалубку или пост. формы оболочки. В прокладках, применяемых за рубежом, пенобетон покрывают гидрозащитным покрытием. Разновидностью литых являются монолитные прокладки, в к-рых теплоизоляц. слой прочно сцепляется с поверхностью трубы. Монолитные конструкции изготовляют на заводах путем накручивания арматурной сетки с небольшим зазором от поверхности очищ. от ржавчины трубы и заливки твердеющего раствора вокруг трубы в спец. формах. После термообработки масса прочно сцепляется с металлом труб, образуя монолитную конструкцию. Монолитные оболочки при тепловом удлинении перемещаются в грунте вместе с трубами. Оболочки, выполненные из бетонов, при прокладке во влажных грунтах требуют надежной гидроизоляции.

Теплопроводы, прокладываемые бесканальным способом, в зависимости от характера весовых нагрузок подразделяются на разгруж. и неразгруж. К первым относятся конструкции, в к-рых теплоизоляц. покрытие обладает достаточной механич. прочностью и разгружает теплопроводы от внеш. нагрузок (веса грунта, веса проходящего на поверхности транспорта и т.п.). К



Принципиальная схема котельной со стальными водогрейными котлами при двухтрубной тепловой сети

1 — котлы; *2* — рециркуляционный насос; *3* — регулятор расхода; *4* — перемычка из обратной линии в подающую; *5* — регулятор температуры; *6* — сетевой насос; *7* — аппараты химводоочистки; *8* — подпиточный насос; *9* — регулятор подпитки



Принципиальная схема АЭС с реакторами ВВЭР-440

1 — реактор; *2* — парогенератор; *3* — паровая турбина; *4* — электрогенератор; *5* — конденсатор; *6* — насос; *7* — подогреватель; *8* — защитный кожух

ханич. кпд турбогенератора, равный 0,98. Регенеративные подогреватели повышают кпд цикла примерно на 1,2. Следовательно, из 1 кг пара можно получить $Э_{уд} = 912 \cdot 0{,}98 \cdot 1{,}2/3600 = 0{,}3$ кВт·ч/кг электроэнергии.

Для выработки электрич. мощности турбины 100 МВт необходим расход пара $D = 100 \cdot 10^3/0{,}3 = 333$ т/ч. При этом расходе пара на теплоснабжение будет подано теплоты $Q_{т.с} = 2194 \cdot 333 \cdot 10^3 = 730$ кДж/ч = = 203 МВт.

Затрач. топливо условно распределяется пропорционально теплоте, израсходован. на получение электроэнергии, и на теплоснабжение. Общий расход теплоты в паре равен $Q\Sigma = (3525 - 419) 333 \cdot 10^3 = 1034$ ГДж/ч. Из них на выработку электроэнергии идет $912 \cdot 333 = 304$ ГДж/ч, на теплоснабжение 730 ГДж/ч. Одному ГДж соответствует 34,1 кг условного топлива или с учетом кпд котельной установки $\eta_{к.у} = 34{,}1/\eta_{к.у}$. Следовательно, расход топлива на выработку электрич. мощности в 100 МВт составит $304 \cdot 34{,}1/0{,}9 = 11\,518$ кг/ч. Уд. расход топлива $b_т = 11\,518 \cdot 10^3/100 \cdot 10^3 = 115$ г/кВт·ч. Общий расход топлива на выработку 100 МВт·ч электроэнергии и 203 МВт·ч теплоты на теплоснабжение равен 39 178 кг.

При раздельной выработке электроэнергии на конденсац. электростанции (КЭС) конденсац. способом и теплоты в котельной расходы топлива будут больше. Параметры пара перед турбиной те же, а в конденсаторе давление 0,0042 МПа, темпра 30°С, энтальпия пара и конденсата 2020 и 126 кДж/кг. 1 кг пара отдает теплоту (в адиабатном процессе) $\Delta i_э = 3525 - 2020 = 1505$ кДж/кг и вырабатывает электроэнергии $Э_{уд} = 1505 \cdot 0{,}83 \cdot 0{,}98 \cdot 1{,}1/3600 = 0{,}37$ кВт·ч/кг (здесь 1,1 учитывает регенеративный подогрев). Расход пара составит $100 \cdot 10^3/0{,}37 = 270$ т/ч. Расход теплоты в паре $Q = (3525 - 126) 270 \cdot 10^3 = 917$ ГДж/ч, в условном топливе $917 \cdot 34{,}1/0{,}9 = 34\,700$ кг/ч. Уд. расход топлива в конденсац. цикле $b_к = 34\,700 \cdot 10^3/100 \cdot 10^3 = 347$ г/кВт·ч, что в три раза больше, чем в теплофикац. цикле. Расход топлива на теплоснабжение останется тот же (пренебрегая разницей в кпд котельных). Общий расход составит 34 700 + 27 660 = 62 360 кг вместо 39 178 кг в теплофикац. цикле. Следовательно, при выработке 100 МВт·ч электроэнергии в 203 МВт·ч теплоты на теплоснабжение экономия топлива составляет 62 360 — 39 178 = 23 182 кг. В действительности экономия топлива будет меньше, т.к. в течение года на ТЭЦ часть электроэнергии вырабатывается по конденсац. циклу из-за сезонного сокращения нагрузки на теплоснабжение. Средний уд. расход условного топлива на ТЭЦ около 260, а на КЭС — 360 г/кВт·ч. Такая разница приводит к существ. экономии топлива при теплофикации.

Паровые турбины для ТЭЦ по нач. параметрам пара перед ними бывают низкого (до 4 МПа), среднего (4—6 МПа), высокого (9—13 МПа) и сверхкритического (24 МПа) давлений. Темп-ра перегрева пара — до 565°С. Турбины небольшой мощности (до 25 МВт) имеют низкие и средние параметры, средней мощности (25—50 МВт) — высокие параметры, большей мощности (≥ 100 МВт) — высокие и сверхкритич. параметры. Для удовлетворения жилищно-коммун. нагрузок применяют теплофикац. турбины типа Т и промышленно-теплофикац. типа ПТ, выполняемые с конденсатором и регулируемым отбором пара. Противодавленч. турбины типа Р вырабатывают энергию только комбиниров. способом, поэтому их используют для покрытия пост. тепловых нагрузок, обычно технологич. нагрузок пром. предприятий. На ТЭЦ осн. тепловая нагрузка в течение года обеспечивается паром из отборов турбин, к-рый нагревает воду в *теплообменных аппаратах* теплоподготовительной установки до 20°С. Нагрев воды до более высокой темп-ры снижает экономичность теплофикации, т.к. с повышением давления в отборах сокращается выработка электроэнергии. Отношение теплофикац. мощности осн. подогревателей, получающих пар из отборов турбин, к общей тепловой мощности ТЭЦ (включая мощность пиковых котлов) наз. коэфф. теплофикации. Он определяется экономич. расчетами и составляет 0,5—0,7.

В больших системах теплоснабжения широко используют котельные установки мощностью 100—500 МВт. Они могут работать совместно с ТЭЦ. Котельные установки используют как самостоят. источники в локальных системах теплоснабжения или при совместной работе неск. котельных на общую сеть. Для централиз. теплоснабжения помимо крупных р-ных котельных используют квартальные и групповые с нагрузкой 15—100 МВт, для теплоснабжения сельских и малых нас. пунктов — котельные мощностью до 15 МВт, децентрализов. домовые (местные) и поквартирные источники теплоты.

В отопит. котельных в большинстве случаев устанавливают *водогрейные котлы*, но применяют и *паровые котлы*, приготовляя горячую воду для теплоснабжения в *пароводяных подогревателях*.

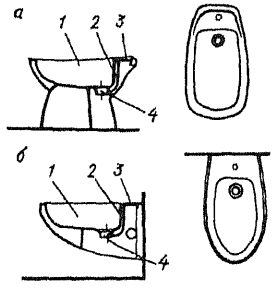
На схеме показана водогрейная котельная со стальными котлами для двухтрубной тепловой сети. Теплота топлива, сжигаемого в *топках* котлов, передается циркулирующей в системе теплоснабжения воде и нагревает ее до 150°С. После котлов часть воды рециркуляц. насосами подается в обратную линию для подогрева поступающей в котлы воды, чтобы ее темп-ра была выше темп-ры *точки росы* отходящих газов. В этом случае не будет конденсации водяных паров из газов и исключается коррозия поверхностей нагрева. Рециркуляцию применяют также для того, чтобы поддерживать пост. расход воды через котлы, в противном случае возникают неравномерное распределение воды по трубкам котла, локальное вскипание ее и пережог трубок. Осн. расход воды поступает в подающую магистраль тепловой сети. Для снижения темп-ры и поддержания ее соответственно графику качеств. регулирования осуществляется подмешивание охлажд. воды по перемычке из обратной линии. Кол-вом подмешиваемой воды управляет регулятор, устанавливая темп-ру горячей воды в зависимости от темп-ры наружного воздуха. Циркуляцию воды в *системе теплоснабжения* осуществляет насос. Подпитку системы хим. очищ. водой производит через регулятор подпиточный насос.

При использовании котельных установок в качестве И.т.с.т. экономич. ограничений на темп-ру воды в подающей линии нет, т.к. в данном случае не вырабатывается электроэнергия. Это открывает возможность для количеств. метода

ним относятся литые, сборно-литые и монолитные. К неразгруж. относятся засыпные теплопроводы. Тепловые сети с диаметром трубопроводов до 500 мм рекомендуется прокладывать преимущественно бесканальным способом.

БЕСКОМПРЕССОРНАЯ СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА — система, в к-рой для холодоснабжения *воздухоохладителей* используют принцип косвенного *испарительного охлаждения воздуха*. Состоит из осн. и вспомогат. *кондиционеров*. Первый предназначен для обработки в теплое время года приточного воздуха, охлаждение к-рого происходит в двух ступенях *теплообменных аппаратов*. Вспомогат. кондиционер в теплое время используют для испарит. охлаждения воды, питающей воздухоохладители первого кондиционера, в холодное — как осн., подающий в помещение увлажн. приточный воздух. Вспомогат. кондиционер оснащен по ходу воздуха поверхностным воздухоохладителем и двумя оросит. форсуночными камерами. Вторая по ходу воздуха *камера орошения* служит для охлаждения воды, поступающей во вспомогат. поверхностный воздухоохладитель и первую ступень охлаждения осн. кондиционера. Она же предназначена для охлаждения воды, поступающей на вторую ступень охлаждения осн. кондиционера. Такая конструкция позволяет понизить темп-ру приточного воздуха по сравнению с его темп-рой при обычной системе косвенного испарительного охлаждения.

БИДЭ — сан.-технич. прибор для гигиенич. процедур. Состоит из чаши, прикрепляемой к полу (напольной) или к стене (консольной), сифона с выпускным



Бидэ

а — напольное; *б* — консольное; *1* — чаша; *2* — перелив; *3* — отверстие для установки смесителя; *4* — отверстие для установки выпуска с пробкой и сифона

пробкой и переливом, установл. в отверстии в дне чаши, и водоразборного смесителя на борту чаши. Сифон подключается к *канализационной сети*, а смеситель — к холодному и горячему водопроводу. Смеситель для Б. имеет поворотный шарнирный насадок на конце излива и переключатель потока теплой воды для обогрева борта чаши. Пользуются Б., сидя на борту чаши лицом к смесителю. Открывают его, регулируя расход и темп-ру воды, и, поворачивая в нужном направлении насадок излива или заполнив чашу, выполняют гигиенич. процедуру. Сточная вода отводится через выпуск и сифон. Чашу обычно изготовляют из керамики или полимербетона.

БИОКОНТАКТОР, дисковый биофильтр — сооружение для биологич. очистки сточных вод, содержащих гл. обр. органич. загрязнения. Он представляет собой вращающийся барабан с

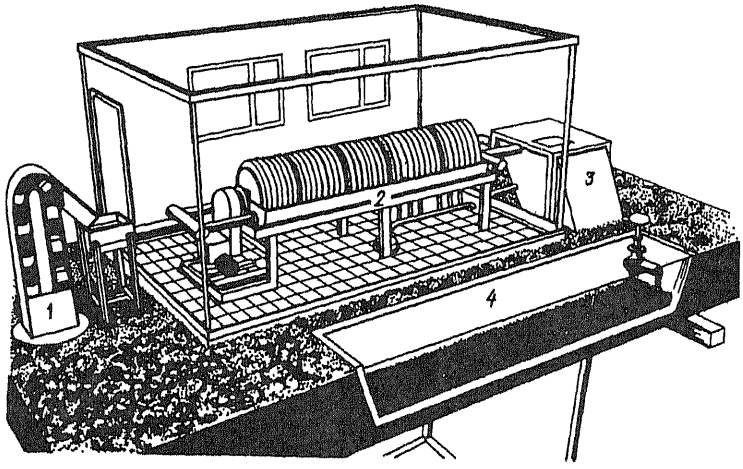


Схема станции с биоконтактором

1 — приемный колодец с водоподъемным устройством; *2* — биоконтактор; *3* — отстойник; *4* — иловая площадка

насадкой для закрепления микроорганизмов, осуществляющих очистку сточных вод, погруж. на 0,3—0,4 диаметра в сточную жидкость. Барабан — основной элемент Б. выполняют из разл. материалов, чаще всего из пластмасс. Насадка может быть выполнена из дисков, волнистых листов, кусочков труб, элементов разл. формы, помещенных в сетчатый барабан, труб, закрепленных горизонтально или под различными углами к оси вращения, волокнистых материалов, закрепленных на стержне, сеток и мн. др. Частота вращения барабана — 1—5 об/мин, диаметр — до 3 м, длина — до 6 м. Б. широко применяют за рубежом благодаря малым расходам электроэнергии (в 3—4 раза меньше, чем в *аэротенках*), простоте эксплуатации и надежности в работе. Они обеспечивают очистку сточных вод до БПК 15—20, взвешенных в-в — 20—30 мг/л. В отечеств. практике Б. не получили достаточного распространения из-за сравнит. низкого эффекта очистки и большого расхода пластмасс, цена к-рых в нашей стране еще высока. Наибольший эффект очистки достигается при выполнении барабана с насадкой из волокнистых материалов — ершей или при разделении барабана на секции с насадками из разных материалов, наиболее благоприятных для развития микроорганизмов на каждой стадии очистки, что позволяет снизить органические загрязнения по БПК и содержание взвеш. в-в до 3—5 мг/л.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПРУД — сооружение для очистки или доочистки городских, производств. или поверхностных сточных вод посредством окисления органич., а также минер. примесей кислородом атм. воздуха. Они могут быть с естеств. и искусств. аэрацией. Очистные и доочистные Б.п. проектируют из трех—пяти последоват. ступеней (секций) и не менее чем из двух паралл. отделений с возможностью отключения каждого из них. Городские сточные воды после Б.п. следует хлорировать. В нек-рых случаях при цветении воды в Б.п. возникает необходимость хлорировать воду и перед ним. Каждая секция Б.п. должна иметь геометрич. размеры, обеспечивающие гидравлич. режим, близкий к "идеальному" вытеснению содержащейся в нем воды поступающей сточной жидкостью. Для этого соотношение длины и ширины секции должно быть не менее 20:1. При меньшем соотношении для обеспечения режима, приближающегося к "идеальному" вытеснению, следует впускные и выпускные устройства располагать таким образом, чтобы создавалось движение сточной вод по всему живому сечению Б.п. При глубине Б.п. до 2 м расстояние между впускным и выпускным устройствами не должно превышать 10—15 м. При этом отношение суммы площа-

регулирования подачи теплоты потребителям, когда в течение всего года поддерживается пост. макс. темп-ра. Этот метод можно применять при сплошной автоматизации систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения у потребителей. При количеств. регулировании уменьшаются диаметры теплопроводов, снижается площадь поверхности нагрева теплообменных аппаратов горячего водоснабжения и сокращается расход энергии на перекачку теплоносителя. Кроме того, при поддержании в течение года высокой темп-ры в подающей линии снижается скорость наружной коррозии труб, увеличивается срок их службы и повышается надежность теплоснабжения. Однако повышение темп-ры теплоносителя увеличивает потери теплоты через трубопроводы.

Мощным источником для теплоснабжения городов и пром-сти является ядерная энергия, занявшая значит. место в энергоснабжении передовых стран мира. Так, во Франции 79% электроэнергии вырабатывается на АЭС, в Бельгии около 70%, в ФРГ более 40%. В странах СНГ на АЭС вырабатывалось более 10% всей электроэнергии. Чернобыльская катастрофа приостановила развитие атомной энергетики, привела к прекращению выработки электроэнергии на ряде АЭС. Очевидно, атомная энергетика будет создаваться на др. научных, инженерных, социальных и психологич. основах.

Под воздействием ударов нейтронов ядра атома урана расщепляются на 2—3 осколка с получением новых ядер и нейтронов. Процесс сопровождается выделением очень большого кол-ва энергии. Так, 1 кг разложившегося урана выделяет теплоты примерно в миллион раз больше, чем 1 кг природного газа. Выделившиеся при расщеплении нейтроны воздействуют на др. атомы урана и расщепляют их. Возникает процесс с возрастающей скоростью, не зависящей от темп-ры, и способный приобрести цепной характер. Но нейтроны могут теряться непроизводительно, процесс может затормозиться и полностью прекратиться. Ввиду малых размеров встреча нейтронов и ядер маловероятна, поэтому нейтроны обладают большой проникающей способностью, легко проходя сквозь в-во. Во избежание торможения цепной реакции из-за потерь нейтронов в окружающую среду кол-во в-ва, участвующего в процессе, должно быть больше критической массы. Для этого реактор делают большим и активную зону окружают отражателями.

Способность урана к делению не одинакова у разл. изотопов. Атомы U^{238} могут делиться только под действием очень быстрых нейтронов, а атомы U^{235} — под воздействием как быстрых, так и медленных нейтронов, причем для их деления наиболее эффективны медленные нейтроны, движущиеся с тепловыми скоростями. Снижение скорости нейтронов достигается с помощью замедлителей — чистого графита, тяжелой и простой воды. При движении в них нейтроны не захватываются, а быстро теряют скорость. Уран помещают в замедлитель небольшими порциями на нек-ром расстоянии одна от другой. Быстрые нейтроны вылетают в замедлитель, их скорость снижается до тепловой, и они поглощаются ураном U^{235}, расщепляя его. Выделившаяся энергия отводится из реактора теплоносителем. Цепным процессом управляют с помощью стержней, выполн. из кадмия и бора, хорошо поглощающих нейтроны. Стержни-поглотители вводят в активную зону на разл. глубину, замедляя размножение нейтронов и уменьшая скорость цепного процесса.

В естеств. рудах содержание U^{235} — 0,7%. В реакторах используют слабообогащ. U^{235} — двуокись урана.

В мировой практике атомной энергетики наибольшее распространение получили водо-водяные энергетич. реакторы (ВВЭР) с электрич. мощностью 900—1400 МВт (тепловая мощность больше в 3 раза). ВВЭР имеют толстостенный стальной корпус, заполн. обычной водой, к-рая выполняет функцию замедлителя и теплоносителя одновременно. Активная зона расположена внутри корпуса. Для предотвращения закипания вода находится под давлением. Вода как замедлитель обладает высокой эффективностью, поэтому у этих реакторов компактная топливная решетка. На отечественных АЭС построены реакторы ВВЭР-440 (электрич. мощность 440 МВт, тепловая — 1375 МВт), освоен ВВЭР-1000. Технологич. схема блока с ВВЭР-440 — двухконтурная с шестью петлями. Петля включает главный насос, парогенератор, задвижки, стальные трубопроводы диаметром 500 мм. Второй контур имеет общепринятую схему. Принцип. схема АЭС с реакторами ВВЭР-440 предусматривает возможность присоединения любого из шести парогенераторов к любой из двух турбин. Мощность турбин 2x220 = 440 МВт. Произ-сть одного парогенератора 425 т/ч. Давление пара перед турбиной 4,4 МПа. Реактор устанавливают в шахте. По радиусам вокруг нее располагают помещения циркуляц. петель со всем оборудованием. Помещения герметичны и отделены от других. Перегрузка топлива осуществляется 1—2 раза в год. Длительность остановки реактора для перегрузки 7—8 суток. Ядерное топливо в виде таблеток диаметром около 1 см и высотой 1,5 см собирается в колонку (200 штук) и загружается в тепловыделяющий элемент (ТВЭЛ) — пустотелый цилиндр, выполнённый из циркония с 1% ниобия. Длина ТВЭЛ примерно 3,5 м, диаметр 1,36 см. ТВЭЛ собирают в кассеты и загружают в замедлитель реактора — воду, к-рая под давлением 12,5 МПа (ВВЭР-440) циркулирует через реактор и парогенератор, образуя первый контур. Второй контур включает парогенератор, где получается пар с давлением 4,4 МПа, и турбину. Пар расширяется на лопатках турбины, конденсируется в конденсаторе и насосом подается в парогенератор. На АТЭЦ пар расширяется в турбине частично и конденсируется в теплофикац. подогревателях, через к-рые циркулирует сетевая вода, образуя третий контур.

Для теплоснабжения можно использовать след. атомные источники: конденсац. АЭС с нерегулируемыми отборами пара, атомные котельные АСТ, атомные теплоэлектроцентрали АТЭЦ. В странах СНГ накоплен нек-рый опыт использования АЭС для теплоснабжения строит. площадок и пос. при АЭС.

Осн. источники теплоты централизов. систем теплоснабжения — паротурбинные ТЭЦ и котельные установки — работают на органич. топливе. В р-нах, обеспеченных природным газом, целесообразно применение на ТЭЦ газовых турбин и парогазовых установок, но для практич. применения таких установок требуются дальнейшие научно-инж. разработки.

ИСТОЧНИКИ ХОЛОДА ДЛЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА — элементы систем кондиционирования воздуха, обеспечивающие возможность охлаждения обрабатываемого воздуха. Эти источники разделяют на естеств., искусств. и *испарительного охлаждения воздуха*. К естеств. источникам относятся прежде всего артезианские скважины, допускающие прямое использование артезианской воды в контактных аппаратах, если она имеет питьевые качества; в противном случае артезианскую воду подают в поверхностные *воздухоохладители*. Для повышения эффективности использования этой воды применяют охлаждение водой и машинное охлаждение. Затраты на сооружение скважин не всегда ниже затрат на установку *холодильных машин*, кроме того, необходимость соблюдения требований экологич. безопасности и увеличение дефицита питьевой воды ограничивают использование артезианских скважин для технич. нужд. Естеств. источником холода для установок кондиционирования воздуха малой мощности может служить тающий лед. Намораживаемый за зиму в местностях с умеренным климатом ледяной бурт толщиной до 3 м укрывают матами и слоем опилок либо намораживают лед в спец. льдогенераторе. В теплый период года лед орошают тепл. водой из *кондиционера*, в к-рый насосом подается охлажденная

дей сечений труб или сопел к площади сечения распределит. труб не должно превышать 30%. Перед Б.п. должна предусматриваться грубая механич. очистка сточных вод с помощью решеток.

В Б.п. с естеств. аэрацией должна поступать сточная вода с $БПК_п$ не более 200 мг/л. Пропускная способность этих Б.п. обычно не превышает 500 $м^3$/сут. При более высокой $БПК_п$ перед Б.п. рекомендуется предусматривать отстаивание сточной воды. Нагрузка на Б.п. для доочистки сточных вод обычно не превышает 10 000 $м^3$/сут при $БПК_п$ не более 25 мг/л. В Б.п. с естеств. аэрацией следует очищать сточную воду с темп-рой не ниже 10^0С.

Время пребывания воды в очистном и доочистном Б.п. назначают в зависимости от БПК сточной воды, коэфф. использования объема Б.п. и константы скорости потребления кислорода. Для Б.п. с соотношением длины к ширине 3:1—1:1 или Б.п. в виде естеств. местных водоемов (запруд, речек, озер и т.п.) с сильно изрезанными берегами коэфф. использования пруда обычно не превышает 0,35—0,4; для Б.п. с соотношением длины к ширине 20:1 и более или Б.п. в виде естеств. водоемов удлиненной формы со спокойными берегами (балки, овраги) этот коэфф. может возрасти до 0,8—0,9.

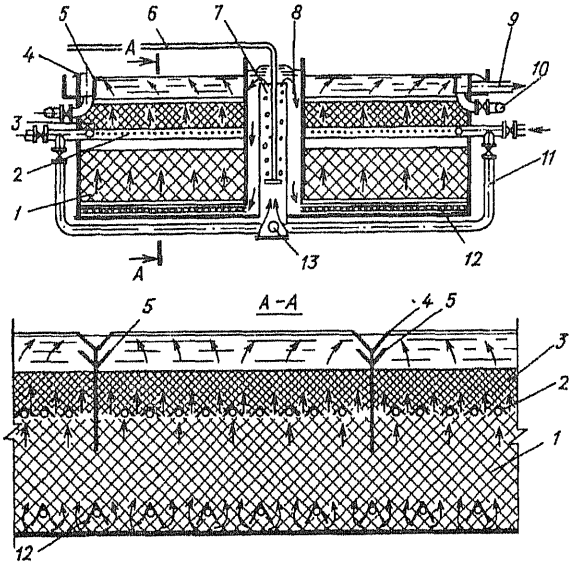
Константу скорости потребления кислорода в Б.п. определяют экспериментально в зависимости от темп-ры сточной воды с учетом площади зеркала воды и глубины Б.п. Для городских сточных вод или близких к ним по составу производств. сточных вод константа скорости потребления кислорода составляет 0,1—0,4 $сут^{-1}$. Глубину очистного Б.п. с естеств. аэрацией принимают до 0,5 м — при $БПК_п$ более 100 мг/л и не более 1 м — при $БПК_5$ до 100 мг/л. Глубину доочистного Б.п. назначают около 2 м — при $БПК_п$ 20—40 мг/л и около 3 м — при $БПК_п$ менее 20 мг/л. В Б.п. с естеств. аэрацией остаточная $БПК_п$, мг/л, может составлять: летом 2—3, при интенсивном цветении Б.п. — 5, зимой — 1.

Б.п. с искусств. аэрацией в 5—6 раз более производительны, чем Б.п. с естественной. В такие Б.п. рекомендуется направлять сточные воды $БПК_п$, равной 200—500 мг/л. При $БПК_п$ более 500 мг/л необходима предварит. очистка сточных вод. Сточные воды, направляемые на доочистные Б.п. с искусств. аэрацией, имеют $БПК_п$ не более 50 мг/л. Предварительно они проходят традиц. биологич. или физ.-хим. очистку. Искусств. аэрация может осуществляться механич., пневматич., струйными, плавающими или стационарными аэраторами. Глубина Б.п. с искусств. аэрацией определяется возможностями аэраторов и местными условиями, напр. уровнем грунтовых вод. Учитывая, что механич. аэраторы создают мощные циркуляц. потоки, способные размыть дно Б.п., глубину его следует принимать не менее 3—4 м. При слабых грунтах под механич. аэратором устраивают отмостку. Определяя время пребывания воды в очистном и доочистном Б.п. с искусств. аэрацией, константу скорости потребления кислорода принимают в неск. раз большей, чем для прудов с естеств. аэрацией. Цветение воды в таких Б.п. подавляется. Для очистных прудов остаточная $БПК_п$ может составлять, мг/л: летом — 3, зимой — 1; для доочистных — летом — 1, зимой — 0,5.

Глубина очистки воды в Б.п. от органич. в-в и биогенных элементов (азота и фосфора) в вегетац. период повышается при использовании высшей водной растительности, к-рую высаживают либо в последней ступени Б.п., либо за ней. Площадь, занимаемую высшей водной растительностью, определяют из расчета нагрузки по воде 10 000 $м^3$/сут на 1 га, при плотности посадки 150—200 растений на 1 $м^2$. При размещении высшей водной растительности в последней секции доочистного Б.п. его площадь увеличивают на величину площади, занимаемой растительностью. В этом случае 40% водной растительности рекомендуется размещать в головной части секции Б.п. и 60% — в выходной. Водная растительность должна высаживаться сплошной стеной от одного берега Б.п. до другого перпендикулярно направлению движения воды, полностью его перегораживая. Глубина секции Б.п. в зоне размещения растительности должна быть 1—1,5 м. Не менее чем за 1 мес до окончания вегетац. периода водную растительность в первый год посадки необходимо скосить на 1/4 площади, во второй год — на другой 1/4 площади посадки и т.д. На пятый год посадки растительность скашивается вновь на первой 1/4 площади ее посадки. Скашивать следует полосами, перпендикулярными направлению движения воды. Скошенную растительность следует убирать за пределы пруда.

БИОПЛЕНКА БИОФИЛЬТРА — комплекс микроорганизмов, обволакивающих тонким слизистым слоем *загрузочный материал биофильтра.* Толщина слоя Б.б. обычно не превышает 3 мм. Потоком обрабатываемой сточной воды отработавшая Б.б. выносится из биофильтра и осаждается в отстойниках, а затем подается на сооружения по обработке осадка. Кол-во выносимой Б.б. в зависимости от вида биофильтра составляет в пересчете на сухое в-во 8—28 г на 1 чел/сут, а ее влажность — 96%. Б.б. — сложный биоценоз, представленный микроорганизмами разных систематич. групп — бактериями, простейшими, грибами, водорослями, нек-рыми многоклеточными животными (коловратки, черви, личинки насекомых, водные клещи, низшие ракообразные). Биоценозы формируются под влиянием хим. состава и концентрации органич. загрязнений сточных вод, ее темп-ры, активной реакции, растворенного кислорода, условий эксплуатации биофильтра. Бактерии играют главную роль в изъятии и окислении органич. примесей сточных вод. Осн. часть бактерий сосредоточена в верхней зоне биофильтра глубиной до 0,5 м. Там же интенсивно развиваются грибы, нитчатые бактерии, бесцветные жгутиковые, водоросли, происходит интенсивный прирост биомассы при относит. небольшом видовом разнообразии. В средней зоне биофильтра в связи со снижением кол-ва питат. в-в уменьшается численность гетеротрофов (грибов и бактерий, особенно нитчатых). При меньшем приросте биомассы наблюдается большее разнообразие микроорганизмов. Нижняя зона биофильтра характеризуется большим видовым разнообразием организмов при малой их численности и небольшом кол-ве биомассы. Отмечены сезонные колебания видового состава биопленки. Представители биоценозов Б.б. связаны между собой пищевыми отношениями. Низшее звено или первый трофич. уровень в цепи питания составляют гетеротрофные бактерии, грибы, сапрозойные простейшие; второй — голозойные простейшие, питающиеся бактериями; третий — многоклеточные организмы. Сквозь слой Б.б. осуществляется пульсирующая нестационарная фильтрация сточной воды. На поверхности и в объеме Б.б. параллельно осуществляются процессы: изъятия в-в, находящихся в нерастворенном и растворенном состоянии; биодеградации органич. загрязнений; энергетич. и конструктивного метаболизма. Норм. ход биохимич. процессов окисления обеспечивается за счет диффузии кислорода из газовой фазы (воздуха) в жидкую фазу, а затем в клетку. По толщине слоя биопленки различают зоны благоприятного (верхний слой) и неблагоприятного (нижний слой) кислородного режимов, в к-рых преимущественно развиваются соответственно аэробные и анаэробные микроорганизмы. Основная задача при эксплуатации биофильтров любого вида — обеспечение благоприятных условий для существования биоценозов Б.б.

БИОСОРБЕР — комбинир. сооружение для доочистки гор. и производств. сточных вод от СПАВ, нефтепродуктов, красителей и др. трудноокисляемых органич. загрязнений, а также от взвеш. в-в и соединений азота до ПДК. Биоразлагаемая часть органич. загрязнений сточных вод при насыщении жидкости кислородом окисляется в биопленке микроорганизма-



Биосорбер с верхним фильтрующим слоем

1 — слой взвешенной загрузки; *2* — дренажная система; *3* — слой плотной загрузки; *4* — водослив очищенной воды; *5* — водослив промывной воды; *6* — воздухопровод; *7* — труба эрлифта; *8* — камера дегазации; *9* — отвод очищенной воды; *10* — отвод промывной воды; *11* — циркуляц. трубопровод; *12* — водораспределит. система; *13* — подача сточной воды

ми, закрепленными на поверхности частиц загрузочного материала (активиров. угля), аналогично тому, как это происходит в биологич. фильтрах. При этом харки загрузочного материала практически не влияют на процесс окисления. Биорезистентная часть органич. загрязнений диффундирует через биологич. пленку к поверхности частиц активиров. угля, не подвергаясь биологич. окислению. Далее они совместно с экаферментами, выделяемыми микроорганизмами, адсорбируются в микропористой структуре активиров. угля. При совместной адсорбции в микропористой структуре сорбента возникают условия, обеспечивающие ферментативную модификацию этих биорезистентных соединений в биоразлагаемую форму. При этом способность сорбента удерживать модифициров. продукт существенно понижается. В результате он диффундирует из микропористой структуры к биопленке (с внутр. стороны). В биопленке происходит окончательное биологич. окисление модифициров. продукта микроорганизмами. В результате осуществляется непрерывная биологич. регенерация сорбента.

Б. содержит псевдоожиженный и плотный слой гранулированного активиров. угля (сорбента) и обеспечивает процессы адсорбции загрязнений, их биологич. окисление микроорганизмами, закрепл. на поверхности сорбента, и их ферментами, иммобилизованными в его микропористой структуре (биологич. регенерация), а также удаление взвеш. в-в. Б. не требуют регенерации или добавления в сооружение свежего активиров. угля и эффективны для глубокой очистки и доочистки природных и сточных вод. После полной биологич. очистки сточных вод Б. при времени обработки воды 0,5—1 ч обеспечивают снижение $БПК_{полн}$ до 1—3 мг/л, ХПК на 40—50%. Содержание СПАВ, нефтепродуктов, соединений азота, сернистых соединений и красителей снижается до норм ПДК.

Б. могут выполняться прямоугольными или круглыми в плане и состоят из: рабочих секций (ячеек), загруж. гранулиров. активиров. углем и оборудов. спец. водосборными и водораспределит. системами; аэрац. резервуара, оборудов. устройствами для насыщения жидкости кислородом; резервуара промывной воды (возможен режим работы без промывного резервуара); насосной установки или воздуходувки, контрольно-измерит. приборов, шкафа управления. Ячейка Б. представляет собой резервуар, загруж. гранулиров. активиров. углем. В нижней части ячейки размещено водораспределит. устройство, соедин. с аэрац. резервуаром. Выше псевдоожиж. слоя сорбента находится сужающее сборно-распределит. устройство, водосборные трубы к-рого сообщаются с циркуляц. насосом (или эрлифтом). Над сужающим устройством образуется плотный слой сорбента, выше к-рого размещены лотки отвода промывной воды и лотки отвода очищ. воды. Соединит. трубопроводы оборудованы автоматич. запорными клапанами.

Очистка сточной воды осуществляется в процессе адсорбции загрязнений. Избыточная масса микроорганизмов, прирастающих в процессе очистки, отмывается от сорбента в псевдоожиж. слое и отделяется от очищ. воды фильтрованием в плотном слое активиров. угля. Здесь же происходит окончат. доочистка воды от растворенных органич. загрязнений. Фильтрующий слой периодически регенерируется обратной промывкой.

В качестве загрузочного материала для Б. используются гранулиров. активиров. угли типа АГ-5 и АГМ. Для них нач. псевдоожижения происходит при скорости восходящего потока жидкости 5—6, а устойчивый псевдоожиж. слой образуется при скоростях 30—35 м/ч, при этом степень расширения слоя сорбента составит 30—40%. Скорость фильтрования восходящего потока воды при расположении плотного фильтрующего слоя в верхней части Б. не должна превышать 3,5—4 м/ч; при расположении фильтрующего слоя внизу скорость фильтрования нисходящего потока может достигать 8 м/ч. В зависимости от состава загрязнений воды и требований к качеству очищ. воды в Б. (помимо активиров. угля) могут использоваться др. загрузочные материалы: для удаления БПК и соединений азота — дробленый клиноптилолит; для глубокого удаления соединений, определяемых БПК и нефтепродуктами, — дробленый керамзит; для удаления биорезистентных или токсичных соединений (напр.: СПАВ, красителей, хлорорганич. соединений) — только активиров. уголь.

Для сбора и распределения потоков жидкости в Б. наиболее эффективны распределители дырчатого типа с защитными патрубками, предохраняющими эти системы от попадания активиров. угля и обеспечивающие равномерное распределение и сбор жидкости, образование устойчивого псевдоожиж. слоя и эффективную промывку фильтрующего слоя.

В качестве циркуляционно-аэрац. систем используют устройства с эрлифтами и с насосами. Эрлифтные отличаются простотой, одновременно выполняют двойную функцию — перекачивают жидкость, образуя псевдоожиж. слой, и насыщают циркуляц. поток кислородом. Б. с эрлифтной циркуляцией более компактны, но требуют установки воздуходувок. Надежны циркуляц. системы с насосами и аэраторами эжекторного, струйного или противоточного типов. Эти системы могут применяться также для аэрации технич. кислорода вместо *воздуха*.

Для гидравлич. расчета водораспределит. и водосборных систем Б. могут использоваться методики расчета аналогичных систем для скорых фильтров с учетом особенностей работы этих элементов в Б.

БИОТЕНК — *аэротенк* с насадкой, изготовляемой в виде кассет или блоков из жестких элементов или гибких рулонных материалов. Кассеты или блоки заполняют кольцами, кусками пеноматериалов (пемза, пеностекло и т.п.), гофриров. листами или сетками из пластмассы или волокнистых материалов. Насадка позволяет увеличить концентрацию ила в Б. за счет закрепления микроорганизмов на

и растаявшая вода из *поддона* хранилища или льдогенератора. Для охлаждения воздуха помещений в климатич. зонах с существ. суточной амплитудой темп-ры используют "ночной холод". Наружным воздухом с относительно низкой темп-рой ночью охлаждаются строит. конструкции или спец. емкие аккумулирующие устройства, в к-рых днем охлаждают более теплый наружный воздух.

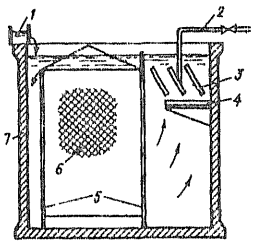
Искусств. источники холода используют в холодильных машинах, потребляющих электрич. или тепловую энергию. Наибольшее распространение для кондиционирования воздуха получили парокомпресс. холодильные машины, работающие по холодильному циклу с изменением агрегатного состояния *холодильного агента* при подводе и отводе теплоты. В холодильных машинах абсорбционных для выработки холода используется тепловая энергия, что позволяет утилизировать низкопотенц. и возобновляемую тепловую энергию. В холодильных машинах воздушных рабочим в-вом служит воздух, к-рый может подаваться непосредственно в помещение. Эффективность получения холода в этих машинах ниже, чем в компресс. и абсорбц. Для выработки искусств. холода используются также термоэлектрич. аппараты, выполняемые из батарей полупроводниковых элементов. Их применяют в кондиционерах и воздухоохладителях.

ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ — в-ва или природные носители энергии, потенциал к-рых достаточен для преобразования в др. виды энергии для последующего целенаправл. использования. Все И.э. условно делят на первичные и вторичные. Первичные И.э. созданы природными процессами. К ним относятся ископаемое горючее (органич. и неорганич.), расщепляющееся *топливо*, терм. воды, энергия Солнца, ветра, рек, морей и океанов. Они могут быть невозобновляющимися и возобновляющимися. К невозобновляющимся относят уголь, нефть, газ, *горючие сланцы*, *торф* и ископаемые расщепляющиеся в-ва — уран, торий; к возобновляющимся — продукты непрерывной деятельности Солнца и природных процессов на поверхности Земли: ветер, водные ресурсы, растит. продукты. Практически неисчерпаемыми первичными И.э. служат терм. воды, Солнце, ветер и в-ва, к-рые могут быть источниками термоядерной энергии. Энергетич. ресурсы — природные носители энергии, образовавшиеся в результате геологич. развития Земли и природных процессов. Аналогично И.э. их делят на возобновляющиеся и невозобновляющиеся. Отличит. особенность невозобновляющихся энергетич. ресурсов — их высокий энергетич. потенциал и относит. доступность извлечения. Поэтому использование ресурсов данной группы достигает 90%, большую ее часть составляют ископаемые горючие в-ва — органич. топливо. Наибольшие энергетич. ресурсы органич. топлива сосредоточены в угле. Геологич. ресурсов нефти в мире в 20—30 раз меньше, чем угля. Ее месторождения разведаны значительно полнее. В мире имеются также большие запасы т.н. нетрадиц. ресурсов нефти, для извлечения к-рой нужны новые технологии. К ним относятся битуминозные пески, нефтеносные сланцы, а также уголь, к-рый может использоваться как сырье в произ-ве синтетич. нефти. Геологич. ресурсы такой нефти в 2—3 раза больше ресурсов традиц. нефти. Перспективные источники добычи нефти — глубоководные морские и арктич. месторождения. Развед. запасы урана ограничены. Расширению ресурсов урановых руд и др. изотопов урана для произ-ва тепловой энергии способствует использование на атомных станциях реакторов на быстрых нейтронах вместо реакторов на тепловых нейтронах. Возобновляющиеся энергетич. ресурсы способны ежегодно восстанавливаться. Одним из видов этих ресурсов является гидроэнергия рек, в настоящее время используется только 16% ее мирового потенциала. Другой вид возобновляющихся энергетич. ресурсов — *биотопливо*. Самый крупный энергетич. ресурс Земли — солнечная энергия. До 43% общей солнечной радиации преобразуется в тепловую энергию с энергетич. ресурсом около 2,4 млн ЭДж в год, что значит. превышает развед. ресурсы органич. и ядерного топлива. Косв. видами солнечной энергии являются энергия ветра и волн и теплота океана. Геотерм. энергетич. ресурсы являются низкопотенц., огромные запасы позволяют считать их неисчерпаемыми. Сконцентрированы они вдоль изуч. геофизич. поясов, занимающих около 10% поверхности Земли. В России для теплоснабжения много лет работают геотерм. установки в Ставропольском и Краснодарском краях, Камчатской обл. и др.

Эффективность использования энергоресурсов характеризуется степенью преобразования их энергетич. потенциала в конечную продукцию или в конечные виды энергии, полезно используемые. Уровень использования энергетич. ресурсов зависит от степени извлечения их при добыче, от сохранения добытого топлива при его первичной переработке (напр., обогащении), транспортировке и хранении, от степени преобразования первичных энергетич. ресурсов в нужный вид энергии (тепловую, механич., электрич.), а также от степени полезного использования конечного вида энергии. В основе традиционных процессов добычи, переработки и использования энергетич. ресурсов лежат простота их добычи и небольшие затраты труда. Это обстоятельство, а также невысокий уровень развития техники обусловливают сохранение низких значений коэфф. извлечения топлива, %: для месторождений нефти — не выше 30—40, газа — 80, угля — 40 и ниже. Выработка дешевых месторождений топлива, необходимость разработки труднодоступных его запасов и связ. с этим повышение стоимости добычи обусловили необходимость внедрения новых технологий добычи топлива. Для повышения степени извлечения нефти до 40—45% и выше применяют закачивание в нефтяной пласт водяного пара, газов с высокой температурой и химич. реагентов, понижающих вязкость нефти; для увеличения объемов добычи газа — закачивание жидкостей, вытесняющих газ, и др. способы.

Использование ряда первичных И.э. сдерживалось либо сложностью преобразования их энергии в тепловую (напр., расщепляющиеся в-ва), либо относительно низким их энергетич. потенциалом, что требовало больших затрат на получение тепловой энергии необходимого потенциала (напр., использование солнечной энергии, энергии ветра и др.). Мировое развитие научно-производств. потенциала позволило получать тепловую энергию из ранее не разрабатывающихся первичных И.э.

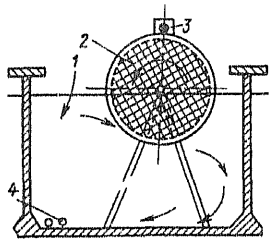
Вторичные И.э. — в-ва, обладающие энергетич. потенциалом и являющиеся побочными продуктами деятельности человека. К ним относятся отработ. горючие органич. в-ва, гор. отходы, горячий отработ. теплоноситель (газ, вода, пар), нагретые вентиляц. выбросы, отходы с.-х. произ-ва и др.



Коридорный биотенк с низконапорной аэрацией

1 — трубопровод сточных вод; 2 — воздуховод; 3 — загрузка над аэратором; 4 — аэратор; 5 — направляющие; 6 — основная нагрузка; 7 — скоба

ней. С увеличением концентрации ила возрастает пропускная способность Б., к-рая в обычных условиях лимитируется работой вторичных отстойников, не способных разделить иловые смеси при концентрации свыше 4—6 г/л. При использовании в качестве насадки насыпных и волокнистых материалов (напр., в виде

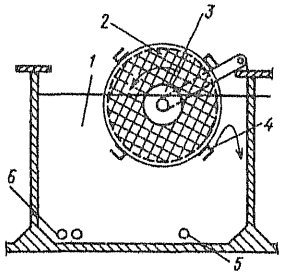


Биотенк с роторным биофильтром с электромеханич. приводом

1 — аэротенк; 2 — роторный биофильтр; 3 — электромеханич. привод; 4 — пневматич. аэраторы

ершей) необходимо предусматривать их периодич. регенерацию от чрезмерного накопления биомассы путем интенсивной аэрации.

Разновидностью Б. являются аэротенки, оборудованные роторными *биофильтрами*, в к-рых значит. часть *активного ила* закрепляется на поверхности насадки, размещенной во вращающемся полупогруженном барабане ротора. Насадка роторов может выполняться в виде блоков из листов гофриров. пластмассы, насыпной загрузки из пластмассовых колец или рулонов из пластмассовых сеток, а также из металлич. и пластмассовых дисков и т.п. Роторы могут вращаться от собств. электромеханич. приводов или с помощью воздуха, заполняющего погруженные в воду ковши, закрепленные на барабане. Оборудование Б. роторными биофильтрами позволяет существенно (в 1,5—2 раза) повысить их пропускную способность без увеличения размеров вторичных отстойников и производительность воздуходувных станций, поскольку в них осуществляется непосредственный контакт вращающейся загрузки с атмосферным воздухом. Повышенная концентрация биомассы активного ила в Б. обеспечивает их устойчивость к высоким концентрациям загрязнений в поступающих сточных водах. Эти сооружения применяют для очистки производств. сточных вод, состав к-рых обусловливает развитие в активном



Биотенк с роторным биофильтром с пневматич. приводом

1 — аэротенк; 2 — плавающий роторный биофильтр; 3 — понтон ротора; 4 — ковши для захвата воздуха; 5 — аэратор пневмопривода; 6 — аэраторы

или нитчатых микроорганизмов. Последние вызывают т.н. вспухание ила, т.е. увеличение его объемной концентрации, что делает почти невозможным его отстаивание (напр., при очистке сточных вод молокоперерабатывающих предприятий, плодоовощных консервных заводов и т.п.).

БИОТОПЛИВО — традиц. возобновляющийся энергетич. ресурс, образующийся из биомассы растений и животных. Типичное Б. — древесина и с.-х. растит. и животные отходы. Осн. источник Б. — леса, занимающие 30% суши и дающие ежегодно до 50 млрд т *условного топлива*, солома — побочный продукт при произ-стве зерновых (1,5 млрд т в год) и сахарного тростника (110 млн т). Б. обеспечивает до 10% мирового потребления первичной энергии и пока является осн. источником тепловой энергии у населения развивающихся стран. За счет древесины обеспечивается 20% общего потребления энергии в Латинской Америке, 60% — в Африке, 10% — в Азии. В 80-е гг. в странах ЕЭС использование Б. достигло 1,3—1,7 ЭДж (43—57 млн т условного топлива), что составляет 2,5—3% общего энергопотребления. Одно из направлений использования Б., особенно в развивающихся странах — произ-во из с.-х. отходов искусств. *газообразного* и *жидкого котельного топлива* методом ферментации (сбраживания), к-рый позволяет при неглубокой переработке получить метан, при глубокой — метиловый и этиловый спирты. Метан можно применять в отопит. *котельных* с.-х. комплексов, особенно при их удалении от транспортных магистралей и р-нов добычи ископаемых топлив.

БИОФИЛЬТР, биологический фильтр — сооружение для искусств. биологич. очистки сточных вод. Первые Б. появились в Англии в 1893, а в России — в 1908. Примерно в середине XX в. интерес к Б. резко понизился, т.к. было установлено, что *аэротенки* более производит. и легко управляемы, но их эксплуатация связана с большими энергозатратами. В 60—70-е гг. в связи с энергетич. проблемами и появлением пластмасс. загрузки Б. вновь получили широкое распространение. Б. состоит из: фильтрующего *загрузочного материала биофильтра*, помещенного в резервуар круглой или прямоугольной в плане формы; *водораспределительной системы биофильтра*, обеспечивающей равномерное орошение поверхности загрузки Б. обрабатываемой сточной водой; дренажного устройства для удаления смеси обработанной сточной воды и отработавшей *биопленки биофильтра*; воздухоподающей системы, с помощью к-рой обеспечивается поступление внутрь Б. необходимого для окислит. процессов воздуха. Высота слоя загрузочного материала, размещаемого над дренажным устройством, составляет в зависимости от конструкции Б. 1—16 м, однако наиболее распространенной является высота слоя загрузки 2—4 м. Расстояние между дренажным устройством и днищем Б. не ме-

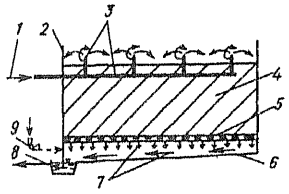


Схема биофильтра

1 — сточная вода; 2 — корпус резервуара; 3 — водораспределит. система; 4 — загрузочный материал; 5 — дренажное устройство; 6 — днище; 7 — смесь обработанной сточной воды и отработавшей биопленки; 8 — гидравлический затвор; 9 — вентилятор и система воздухоподачи

нее 0,6 м. С учетом климатич. условий р-на стр-ва, пропускной способности очистных сооружений, режима притока сточных вод, их темп-ры и вида загрузочного материала Б. размещают в отапливаемых или неотапливаемых помещениях либо на открытом воздухе, что обосновывают технологич. расчетом.

Сточная вода фильтруется через загрузочный материал, поверхность к-рого покрыта биопленкой. Органич. загрязне-

К

КАВИТАЦИЯ (от лат. cavitas — пустота) — нарушение сплошности внутри жидкости, т.е. образование в капельной жидкости полостей, заполн. *газом, паром* или их смесью (т.н. кавитац. пузырьков, или каверн). Возникает в результате местного уменьшения давления ниже критич. значения (для реальной жидкости оно приблизительно равно давлению насыщ. пара этой жидкости при данной темп-ре). В случае понижения давления вследствие местного повышения скорости в напорном потоке капельной жидкости К. наз. гидродинамич.; в случае понижения давления вследствие прохождения в жидкости акустич. волн — акустич. К. Неблагоприятно отражается на работе насосов, гидротурбин (вибрация, снижение кпд, разрушение рабочих органов).

КАЛАЧ — изогнутый под углом 180^0 отрезок *теплопровода* в *системе отопления*, предназнач. для соединения двух параллельно располож. труб (с изменением направления движения *теплоносителя* на противоположное).

КАЛОРИФЕР (от лат. calor — тепло, fero — несу), воздухонагреватель, воздухоподогреватель — *теплообменный аппарат* для нагревания проходящего через него *воздуха*. Воздухоподогреватели (ВП) широко применяют в котельных установках *ТЭС* и пром. предприятий, в пром. печных агрегатах, в системах *воздушного отопления*, приточной вентиляции и *кондиционирования воздуха*. В качестве *теплоносителя* используют горячие газообразные продукты сгорания (в котельных и печных установках), водяной пар, горячую воду или электроэнергию (в системах отопления и вентиляции). По принципу действия ВП разделяют на рекуперативные и регенеративные. В рекуперативных теплообмен между теплоносителем и нагреваемым воздухом происходит непрерывно через разделяющие их стенки поверхностей нагрева, в регенеративных — попеременно нагреванием и охлаждением насадок (металлич. или керамич.) неподвижных или вращающихся. По виду применяемого материала рекуперативные ВП подразделяют на чугунные, стальные и неметаллич., а по конструктивному оформлению — на пластинчатые и трубчатые. У чугунных толщина теплопередающей поверхности обычно равна 6 мм, у стальных — 0,5—2 мм. Поверхность нагрева чугунных ВП обычно состоит из горизонт., овальных с внутр. и наружной сторон оребренных (для увеличения площади поверхности) чугунных труб. Продукты сгорания проходят между трубами, воздух — внутри труб. В последние годы чугунные ВП в котлостроении практически не применяют из-за громоздкости, большой массы, хрупкости. Их преимущество — стойкость против коррозии и жаростойкость. Стальные ВП подразделяют на пластинчатые и трубчатые. Пластинчатые состоят из системы вертик. (протекают продукты сгорания) и горизонт. (протекает воздух) каналов. Из-за недостатков (неравномерность темпрного поля по всей поверхности листов и, как следствие, коробление, разрыв сварных швов и др.) пластинчатые ВП. не используют. В котлостроении наиболее распространены трубчатые ВП. Они состоят из пучка паралл. труб., располож. в шахматном порядке, присоедин. к трубным доскам (верхней и нижней) и вместе образующих секцию или "куб". В вертик. ВП газ движется внутри труб, воздух — в межтрубном пространстве, в горизонт. ВП — наоборот. Снаружи ВП имеет плотные стенки и воздухоперепускные короба. По уровню нагрева воздуха все ВП делят на низкотемп-рные (150—200^0С), среднетемп-рные (200—350^0С), высокотемпрные (350—450^0С) и радиац. (450—700^0С). В зависимости от кол-ва нагреваемого воздуха, требуемой темп-ры и площади поверхности трубчатые ВП имеют разл. компоновку. Нагрев воздуха до 200—250^0С достигается в одноходовом, 350—400^0С в двухходовом или двухъярусном многоходовом ВП, выполняемом обычно в рассечку с *водяным экономайзером*. При увеличении числа ходов растет скорость воздуха. Применение труб малого диаметра (менее 25 мм) привело к созданию малогабаритного ВП. При этом для сохранения прежней скорости воздуха увеличивают кол-во труб. В 1980-х гг. нашли применение обращенные ВП, в крых продукты сгорания проходят межтрубное пространство, а нагреваемый воздух — внутри труб. Преимущество их конструкции — в выносе трубных досок из зоны обогрева, недостаток — в высокой по сравнению с традиц. загрязненности золой. Из нетрадиц. конструкций ВП (при необходимости нагрева воздуха до темпры 400^0С и выше) применяют: змеевиковые ВП из плоских и спиральных змеевиков, преимущества к-рых в компактности при относит. большой длине труб; радиац. панельные ВП, располагаемые в топке или др. зоне высоких темп-р.

Для защиты от низкотемп-рной серно-кислой коррозии и для низкотемпрных поверхностей нагрева котла используют ВП со стекл. трубами (СВП), в к-рых воздух проходит внутри труб длиной 1—3 м, а продукты сгорания — в межтрубном пространстве. Расположение труб в пучке — шахматное и коридорное вертик. и горизонт. Концы стекл. труб закреплены в металлич. трубных досках.

В котлах большой произ-сти широко применяются регенеративные ВП. Регенеративный вращающийся воздухоподогреватель (РВП) состоит из цилиндрич. ротора, медленно вращающегося вокруг вертик. оси, и патрубков, через к-рые к ротору подводятся и отводятся дымовые газы и воздух. Преимущества РВП по сравнению с трубчатыми ВП состоят в меньших затратах металла, возможности использования неметаллич. антикорроз. поверхностей нагрева (керамич. блоки, эмалиров. листы стали, стекл. и керамич. шарики и т.п.) без ухудшения теплообмена, меньшей высоте, простоте обдувки и промывки поверхности нагрева от золовых отложений, недостатки — в наличии вращающихся элементов и системы водяного охлаждения ротора и подшипников, сложности уплотнений и увеличении притока воздуха в газовый поток (от 10 до 20%).

В *вентиляционных системах, воздушном отоплении* и *системе кондиционирования воздуха* для нагревания наружного и рециркуляц. воздуха широко используют поверхностные рекуперативные К., к-рые делятся на две группы — обогреваемые горячей водой или паром и использующие электрич. энергию. К. первой группы состоят из теплообменной поверхности, трубных решеток, двух крышек, выполняющих роль распределит. и сборного коллекторов, и съемных боковых щитов. В каждой крышке для присоединения К. к тепловой сети имеются один или два штуцера, к-рые располагаются с одной стороны для "водяных" К. и с двух сторон для "паровых". Осн. отличит. особенностью К. второй группы (электрокалориферы серии СФО) является использование в качестве теплообм. поверхности трубчатых электронагревателей (ТЭН), прикрепляемых к трубной решетке, к-рая является корпусом клеммной коробки К. По схеме движения воды или пара К. могут быть одноходовыми (теплоноситель движется только в одном направлении) и многоходовыми. К., обогреваемые водой, бывают многоходовыми или одноходовыми, а обогреваемые паром — только одноходовыми.

Теплообменная поверхность К. состоит из пучка оребр. круглых или плоскоовальных трубок, располож. в коридорном или шахматном порядке относит.

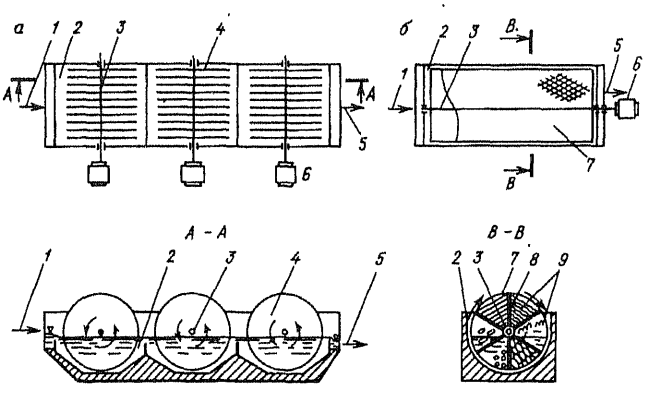
ния сточных вод, находящиеся в растворенном, коллоидном и нерастворенном состояниях, сорбируются на биопленке и служат источником питания, энергии и развития сообщества микроорганизмов. Отработавшая биопленка смывается протекающей водой и выносится из Б. Последующее разделение вынесенной биопленки и обработанной сточной воды осуществляется в отстойниках. Кислород, необходимый микроорганизмам для норм. хода биохимич. процессов окисления органич. загрязнений сточных вод, поступает в толщу загрузки как естеств. путем за счет разницы парциального давления кислорода и темп-ры в газовых фазах внутри загрузочного материала Б. и вне его, так и искусств. за счет вентиляции Б. Темп-ра внутри Б. должна быть не менее 6°С во избежание прекращения биохимич. процессов окисления органич. загрязнений сточных вод микроорганизмами биопленки. В Б. большой пропускной способности необходимая темп-ра поддерживается за счет круглосуточного притока сточных вод, темп-ра к-рых практически всегда превышает 8—10°С. В этом случае утепления Б. не требуется. Б. малой пропускной способности (до 500—1000 м^3/сут) следует размещать в утепл. помещениях во избежание переохлаждения обрабатываемых сточных вод и биопленки или их замерзания, особенно в ночное время (зимой), когда приток воды уменьшается или прекращается. В зимнее время внутрь Б. может подаваться подогретый воздух.

Б., как и любой другой биоокислитель, представляет собой открытую экологич. систему огранич. в пространстве, включающую живую (биоценоз биопленки) и неживую (конструктивная часть Б., компоненты движущихся жидкой и газовой фаз) среду, обеспеч. источниками энергии и питания. Экологич. система — биофильтр отличается устойчивым равновесием, т.е. способностью за счет саморегулирования возвращаться в исходное состояние по пропускной способности и эффективности работы после отклонений от стабильного режима в результате воздействия окружающей среды и условий функционирования. Многообразие видового состава биоценозов является показателем жизнестойкости системы. Эффективность и пропускная способность работы Б. зависят от многих факторов: влияния окружающей среды, состава сточных вод, режима эксплуатации, конструкции Б., состава биоценозов биопленки и др.

Б., как правило, устанавливают после сооружений механич. очистки. Они могут осуществлять полную и неполную биологич. очистку. Б. классифицируют по различным признакам, основным из к-рых является конструктивная особенность загрузочного материала. По этому признаку Б. делят на *биофильтры с объемной загрузкой* и *биофильтры с плоскостной загрузкой*. По технологич. схеме работы станций биофильтрации Б. могут устанавливаться в одну, две и более ступеней. При двухступенчатой биологич. очистке в качестве первой ступени целесообразно применять Б. с плоскостной загрузкой, а в качестве второй — Б. с объемной загрузкой или аэротенк. На каждой ступени рекомендуется иметь не менее двух рабочих секций Б. Расчет Б. производится с учетом таких факторов, как состав сточных вод и необходимая степень их очистки, конструктивные особенности сооружения и загрузочного материала, местные условия и др. При необходимости снижения концентрации органич. загрязнений (по БПК) в сточных водах перед подачей их на Б. применяют рециркуляцию. Такой технологич. прием заключается в смешивании сточных вод, прошедших стадии первичной механич. и биологич. очистки. Полученную смесь подают в водораспределит. систему Б. Рециркуляц. расход или коэфф. рециркуляции определяют в зависимости от допустимых значений БПК смеси и сточных вод после первичной механич. и биологич. очистки. Рециркуляцию сточных вод применяют также на станциях биофильтрации при перерывах в поступлении сточных вод более 0,5—1 ч во избежание пересыхания биопленки и снижения эффективности работы Б. В отечеств. практике Б. применяют для очистки хозяйственно-бытовых и производств. сточных вод при пропускной способности очистных сооружений до 50 тыс. м^3/сут. В зарубежной практике имеются станции биофильтрации более высокой пропускной способности.

БИОФИЛЬТР ПОГРУЖНОЙ — комбиниров. сооружение для биологич. очистки сточных вод, имеющее признаки *биофильтра* и *аэротенка*. Б.п. состоит из резервуара; пространств. конструкции загрузки с большой площадью поверхности, закрепл. на вращающемся горизонт. валу, к-рый располагают над поверхностью обрабатываемой в резервуаре сточной воды; лотков для распределения поступающей и сбора обработ. сточной воды; устройства для вращения горизонт. вала. По конструкции загрузки Б.п. подразделяют на дисковые, трубчатые, барабанные. Наибольшее распространение в практике очистки сточных вод получили дисковые и барабанные Б.п., имеющие ряд преимуществ по сравнению с биофильтрами и аэротенками. Они индустриальны в стр-ве, компактны, малоэнергоемки, просты и надежны в эксплуатации, не требуют больших перепадов высот при движении воды, что свойственно всем др. биофильтрам. Кроме того, при наличии перепада, равного 0,5—1 м, горизонт. вал может вращаться за счет энергии падающего потока сточной воды. Б.п. выдерживают залповые поступления сточных вод, их целесообразно применять при большом коэфф. неравномерности поступления сточных вод. Использование Б.п. в технологич. схемах очистки позволяет отказаться от рециркуляции сточных вод при прекращении их поступления на очистные сооружения. Наличие резервуара с обрабатываемой сточной водой и вращение пространств. конструкции загрузки исключают возможность пересыхания *биопленки биофильтра*.

Дисковые Б.п. (схема *а*) состоят из дисков диаметром 1—5 м (целесообразно 2—3 м), собираемых в пакеты по 30—180 шт. и закрепляемых на вращающемся горизонт. валу на расстоянии 10—25 мм один от другого. Диски выполняют из металла, пластмасс, асбестоцемента, тканей; их толщина 1—10 мм. Частота вращения горизонт. вала с пакетом дисков 1—50 мин$^{-1}$ (чаще 2—10 мин$^{-1}$); степень погружения дисков в обрабатываемую сточную воду 0,3—0,45 диаметра. Сточная вода подается в распределит. лоток, а затем в резервуар Б.п., где постоянно вращаются пакеты дисков. На поверхности дисков закрепляются и развиваются колонии микроорганизмов, образующие биопленку, близкую по видовому составу биопленке



Схемы биофильтров погружных

а — дискового трехступенчатого; *б* — барабанного односекционного; *1* — подача сточных вод; *2* — резервуар биофильтра погружного; *3* — горизонт. вал; *4* — диски; *5* — выпуск обработанных сточных вод; *6* — устройство для вращения горизонт. вала; *7* — барабан; *8* — ребра жесткости; *9* — элементы заполнителей

биофильтра с объемной и *биофильтра с плоскостной загрузками.* При нахождении части поверхности дисков с биопленкой в жидкой фазе осуществляется процесс сорбции на ней нерастворенных, коллоидных и растворенных в-в, содержащихся в сточной воде. При повороте пакета дисков биопленка оказывается в газовой фазе (воздухе), где имеет место интенсивное поглощение кислорода и окисление сорбиров. загрязнений. При вращении дисков происходит также процесс аэрации сточной воды. Часть биопленки, включая отработавшую, отрывается от поверхности дисков и находится в обрабатываемой сточной воде во взвешенном состоянии аналогично хлопьям *активного ила.* Таким образом, процессы окисления органич. загрязнений сточной воды осуществляются с помощью как биопленки на поверхности дисков (аналогично биофильтру), так и активного ила в объеме обрабатываемой воды (аналогично аэротенку). В зависимости от состава сточных вод и необходимой степени очистки число ступеней дисковых Б.п. составляет 1—4 и более, эффективность их работы — от 50 до 98%, нагрузка по $БПК_{полн}$ на 1 $м^2$ поверхности дисков — до 200 г/($м^2$·сут). Время пребывания сточных вод в резервуаре 0,5—3 ч. Концентрация органич. загрязнений в поступающих сточных водах не ограничивается. Расчет дисковых Б.п. сводится к определению необходимой площади поверхности дисков, их диаметра и числа, частоты вращения пакета дисков, числа ступеней, времени пребывания обрабатываемых сточных вод в резервуаре и др.

Барабанные Б.п. состоят из барабанов, закрепленных на вращающемся горизонт. валу и заполненных загрузочным материалом. Жесткий корпус барабана обтягивают сеткой или фильтрующим материалом, внутри него помещают засыпные загрузочные элементы, на поверхности к-рых развивается биопленка. Барабаны длиной 2—3 м и диаметром 2—2,5 м размещают в резервуарах, куда поступает сточная вода. Частота вращения барабана 0,5—5 мин-1, а степень погружения его в обрабатываемую сточную воду 0,3—0,45 диаметра. Для обеспечения механич. прочности внутри барабана устанавливают ребра жесткости, а также поперечные и продольные перегородки, к-рые делят барабан на 6—8 секторов. *Загрузочный материал биофильтра* крепится к каркасу барабанного Б.п. и заполняет секцию на 60—90% его объема. Число секций барабана на одном горизонт. валу достигает 8—10. При числе барабанов более двух устанавливают промежуточные опоры для вращающегося горизонт. вала. На схеме б односекц. барабанного Б.п., в поперечном сечении условно показаны различные виды загрузочного материала. Сточная вода из резервуара сквозь сетку поступает внутрь барабана и контактирует с загрузочным материалом, на поверхности к-рого закрепляется биопленка. При вращении барабана элементы загрузки попеременно оказываются в жидкой и газовой фазах, процессы биологич. очистки сточных вод осуществляются аналогично процессам в дисковых Б.п. Засыпные твердые или волокнистые элементы при вращении барабана перемещаются внутри его секторов, что обеспечивает эффективный контакт биопленки со сточной водой и высокую дозу биомассы в объеме резервуара. Расчет барабанных Б.п. сводится к определению площади поверхности загрузочного материала. В зависимости от концентрации органич. загрязнений в исходной сточной воде и необходимой степени очистки определяют технологич. параметры работы барабанных Б.п. и их конструктивные размеры.

Б.п. применяют для полной и неполной биологич. очистки хозяйственно-бытовых и производств. сточных вод на сооружениях пропускной способностью до 150 000 $м^3$/сут. Оптим. область применения Б.п. — комплексы сооружений пропускной способностью до 500—1000 $м^3$/сут по очистке сточных вод от отдельно стоящих зданий, малых нас. пунктов, кемпингов, домов отдыха, санаториев, различного вида лагерей, вахтовых поселков, пром. объектов; имеется опыт использования Б.п. на передвижных установках. Б.п. устанавливают после сооружений предварит. механич. очистки; разделение биологич. обработанной сточной воды и отработавшей биомассы (биопленки и активного ила) осуществляется во вторичных отстойниках. В целях обеспечения большей надежности работы Б.п. следует устраивать не менее чем две ступени очистки в две технологич. линии, как правило, в отапливаемых или неотапливаемых павильонах (зданиях).

БИОФИЛЬТР С ОБЪЕМНОЙ ЗАГРУЗКОЙ — сооружение для биологич. очистки сточных вод, в к-ром используется зернистый *загрузочный материал биофильтра.* По конструктивным особенностям зернистого загрузочного материала Б.о.з. подразделяют на к а п е л ь н ы е — с крупностью фракций 20—40 мм и высотой слоя загрузки 1—2 м; в ы с о к о н а г р у ж а е м ы е — с крупностью фракций 40—70 мм и высотой слоя загрузки 2—4 м; б а ш е н н ы е (большой высоты) — с крупностью фракций 40—100 мм и высотой слоя загрузки 8—16 м. Капельные Б.о.з. применяют для полной биологич. очистки сточных вод при расходах до 1000 $м^3$/сут, $БПК_{полн}$ поступающих сточных вод — не более 220 мг/л и гидравлич. нагрузке до 2 $м^3$/($м^3$·сут). При нагрузке по загрязнениям более допустимой поверхность капельных Б.о.з. быстро заиливается и эффективность их работы ухудшается. Окислит. мощность по снятой $БПК_{полн}$ при полной биологич. очистке не превышает 250—300 г/($м^3$·сут). Высоконагружаемые Б.о.з. применяют для полной и неполной биологич. очистки сточных вод при расходах до 30—50 тыс. $м^3$/сут, $БПК_{полн}$ поступающих сточных вод — не более 300 мг/л и гидравлич. нагрузке до 10 $м^3$/($м^3$·сут). Окислит. мощность при полной биодогич. очистке составляет 650—750 г/($м^3$·сут). Башенные Б.о.з. используют при благоприятном рельефе местности для полной и неполной биологич. очистки сточных вод с расходом до 50 тыс. $м^3$/сут. Допустимое значение $БПК_{полн}$ в поступающей сточной воде зависит от высоты слоя загрузочного материала и равно 250—500 мг/л; окислит. мощность при полной биодогич. очистке составляет 800—1400 г/($м^3$·сут). В отечеств. практике башенные Б.о.з. распространения не получили. Капельные Б.о.з. устраивают с естеств. аэрацией, а высоконагружаемые — с естеств. и искусств. (аэрофильтры). Естественная аэрация предусматривается через окна, располагаемые равномерно по периметру резервуара *биофильтров* в пределах междудонного пространства и оборудуемые устройствами, позволяющими закрывать их наглухо. Площадь окон составляет 1—5% площади Б.о.з. В аэрофильтрах предусматривается подача воздуха в междудонное пространство вентилятором с давлением у ввода 100 мм вод. ст. (980 Па). На отводящем трубопроводе устраивают гидравлич. затвор высотой 200 мм. Расчет Б.о.з. базируется на графоаналитич. способе, разработанном в 1955 С.В.Яковлевым. В основу расчета положена функцион. зависимость БПК очищенной в биофильтре сточной воды от концентрации органич. загрязнений, темп-ры поступающих сточных вод, гидравлич. нагрузки, высоты слоя загрузки биофильтра и кол-ва воздуха, подаваемого в биофильтр. Б.о.з. проектируют круглой или прямоугольной формы в плане. Для равномерного распределения обрабатываемой сточной воды по поверхности биофильтров применяют спринклерную систему орошения или реактивные вращающиеся оросители.

БИОФИЛЬТР С ПЛОСКОСТНОЙ ЗАГРУЗКОЙ — сооружение для биологич. очистки сточных вод, в к-ром в качестве загрузки используется листовой или засыпной (в виде пластмасс. колец, обрезков труб, шариков, металлич. сеток и др.) материал. По конструктивным особенностям загрузочного материала Б.п.з. подразделяют на следующие: с жесткой засыпной загрузкой с высотой слоя 1—6 м; с жесткой блочной загрузкой с высотой слоя 2—9 м; с мягкой загрузкой с высотой слоя до 2—6 м. Конструктивные особенности плоскостной загрузки (малая плотность,

потока воздуха. Оребрение трубок бывает спиральное (металлич. лента, обвивающая трубку) и пластинчатое (металлич. пластины, насаж. на одну или неск. трубок). К. для вентиляции и кондиционирования воздуха изготовляются из стали (КВС, КВБ) и цветных металлов (КсК3, КсК4). К. одинаковых фронтальных по проходу воздуха сечений подразделяются на 5 моделей: самую малую (один ряд трубок по ходу движения воздуха), малую (два ряда трубок), среднюю (три ряда трубок), большую (четыре ряда трубок) и самую большую (пять рядов трубок). В зависимости от присоединит. размеров и площади теплообмен. поверхности К. каждой модели подразделяются на 12 номеров — с 1 по 12. Отечеств. промсть выпускает К. средней и большой модели — с 6 по 12. Буквы и цифры условного обозначения К., напр. КВСБ-10ПУЗ, означают: К — калорифер, В — водяной (а следовательно, многоходовый), С — средняя модель, Б — модернизация, 10 — номер, П — тип оребрения (пластинчатое), У — климатическое исполнение (для умеренного климата), 3 — категория размещения.

Теплообм. установка может состоять из одного или неск. К., соедин. между собой относительно движения воздуха паралл., последоват. или паралл.-последоват. Присоединение К. к трубопроводам теплоносителя (обвязка трубами калориферной установки) может быть также паралл. (вода и пар высокого давления), последоват. (вода и пар низкого давления) и паралл.-последоват. Обвязка выполняется при скорости движения воды темпрой 70—90^{0}С около 0,15—0,3 м/с. Расчет калориферной установки состоит в выборе модели и номера К., схемы соединения их между собой по воздуху и теплоносителю, расчете теплообм. поверхности и числа К., определения гидравлич. и аэродинамич. сопротивлений калориферной установки.

Для поквартирного воздушного отопления жилых или с.-х. помещений используют газовые К. — *отопительные приборы* малой теплоемкости пром. изготовления. Исполняются они в виде агрегатов, укомплектов. необходимыми узлами и приборами, а также спец. автоматикой для безопасного использования газа и регулирования процесса его сжигания. Газовые К. в большинстве своем — приборы непрерывного действия, работающие на природном газе. Имеются разные конструкции газовых отопит. приборов в зависимости: от отапливаемой площади — от 15 (газовый конвектор ГК-1М) до 90 м^2 (газовоздушный К. МГП-8) теплопроиз-стью 1,6—9,6 кВт; от способа отвода продуктов сгорания — с отводом их в дымоход [газовоздушный К. "Огонек", ГК-1М, АОГ-5 (4004)] и без спец. дымоходов, т.е. снабж. стенным каналом, через к-рый удаляются продукты сгорания. Кпд аппаратов — не менее 80%. Для отопления животноводч. ферм применяются газовые К. ГВП-100, 350, 500 с номин. тепловой мощностью соответственно 116, 407, 581 кВт, обеспечивающие распределит. или сосредоточ. (струей) подачу нагретого воздуха в помещение, их кпд — 85%. Осн. элементы газового К.: корпус, нагреват. камера (камера сгорания с теплообменником), дымоотводящий патрубок, канал для подвода воздуха, газовая горелка, запальное устройство, электромагнитный клапан, термоблок. От ветра и косых атм. осадков на каналах для подвода воздуха устанавливаются спец. щитки. В газовых К. используют *эжекционные горелки* низкого давления ($P_{ном}$ = 1300 Па). Автоматика безопасности, отключающая подачу газа при погасании горелки, обычно состоит из электромагнитного клапана, соединенного с термопарой или биметаллич. пластиной. Автоматика регулирования изменяет подачу газа в зависимости от темп-ры воздуха в помещении.

КАМЕННЫЙ УГОЛЬ — твердое горючее полезное ископаемое растит. происхождения; разновидность ископаемых углей с более высоким содержанием углерода и большей плотностью, чем у *бурого угля*. Плотная порода черного, иногда серо-черного цвета с блестящей, полуматовой или матовой поверхностью. К.у. содержит, %: углерода 75—97 и более, водорода 1,5—5,7, кислорода 1,5—15, серы 0,5—4, азота до 1,5, летучих в-в 45—2, влаги 4—14, золы 3—45. Низшая *теплота сгорания* рабочего состава — 20—28 МДж/кг. На изменении качеств, определяемых по результатам термич. разложения угля (выход летучих в-в, характеристика нелетучего остатка), строится пром. классификация К.у. по маркам: длиннопламенные (Д), газовые (Г), газовые жирные (ГЖ), жирные (Ж), коксовые жирные (КЖ), коксовые (К), отощенные спекающиеся (ОС), тощие (Т), слабоспекающиеся (СС), полуантрациты (ПА), антрациты (А). К.у. используется как бытовое и энергетич. топливо.

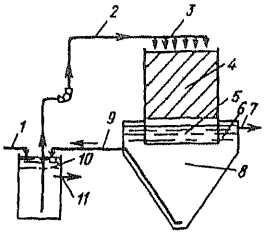
КАМЕРА ОРОШЕНИЯ — контактный *тепломассообменный аппарат*, предназнач. для *термодинамической обработки воздуха*. Наиболее распростран. в отечеств. кондиционеростроении аппарат для политропич. охлаждения, увлажнения и *осушки воздуха*, а также *увлажнения воздуха адиабатного*. Обработка воздуха осуществляется при контакте его с капельками *воды*, разбрызгиваемой в дождевом пространстве. За счет распыления воды создается большая площадь контакта поверхности воды с *воздухом*. Так, распыление 1 кг воды на капли диаметром 1 мм создает площадь контакта 6 м^2. Во внутр. объеме камеры, образуемом стенками и крышей, установлены 2—3 распределит. коллектора, к к-рым приварены вертик. стояки с закрепл. на них равномерно по высоте *форсунками*. Число распределит. коллекторов (рядов форсунок) определяется видом К.о. — одно-, двух- или трехрядная. Разбрызгиваемая вода подводится к форсункам под давлением; при этом вид форсунки и диаметр выпускного отверстия определяются размером капель, в значит. мере влияющим на эффективность процесса. Расположение форсунок (их плотность) обеспечивает орошение всего поперечного сечения К.о. Проходящий через дождевое пространство воздух вступает в контакт с капельками воды. В зависимости от темпры разбрызгиваемой воды происходит тот или иной процесс обработки воздуха. Разбрызгиваемая вода или ее часть выпадает в *поддон* К.о., оборудованный вспомогат. устройствами, в т.ч. шаровым клапаном для подпитки из водопровода и переливной воронкой для поддержания уровня воды в поддоне. Вода из поддона в зависимости от режима работы К.о. забирается и насосом подается в систему холодоснабжения *кондиционера* для охлаждения либо вновь подается на форсунки в режиме адиабатического увлажнения. Чтобы не засорить форсунки, вода из поддона проходит через фильтр. Поперечное сечение К.о. в нач. и конце ее по ходу воздуха полностью перекрыто пластинчатыми сепараторами, предназнач. для предотвращения уноса капель воды потоком воздуха за пределы К.о. Первый сепаратор на входе в К.о. выполняет роль направляющих пластин, выравнивающих воздушный поток по ее сечению. Для чистки поддона и К.о. предусмотрена сливная линия.

КАМЕРНАЯ ТОПКА — *топка паровых* и *водогрейных котлов*, выполн. в виде прямоугольной призматич. камеры, в к-рой *топливо* сгорает в струе *воздуха* (в факеле). В таких топках сжигают пылевидное *твердое топливо* под котлами паропроиз-стью 50—4000 т/ч и более, а также *газообразное* и *жидкое котельное топливо* — под котлами той же и меньшей произ-сти. Осн. элементами К.т. являются: собственно топочная камера, лучевоспринимающие поверхности нагрева, горелки (или амбразуры), устройства для приема шлака и его удаления. Топочная камера своей верхней частью примыкает к газоходу *пароперегревателя*, отделяясь от него рядами сильно разреж. котельных труб, из-за. фестоном. В нижней части камеры находится золовая воронка, выполн. в виде опрокинутой усеч. пирамиды. Топочная камера — отдел. *обмуровкой котла* от окружающей среды пространство, в к-ром происходит процесс го-

высокая пористость) обеспечивают ряд преимуществ Б.п.з. по сравнению с *биофильтрами с объемной загрузкой* — индустриальность стр-ва, экономичность, компактность, высокая пропускная способность, надежность и эффективность работы, меньшая энергоемкость и др. Б.п.з. применяют для полной и неполной биологич. очистки хозяйственно-бытовых и производств. сточных вод. Биофильтры с жесткой и мягкой загрузкой рекомендуется применять при расходах сточных вод до 10 тыс.м^3/сут, а с жесткой блочной — до 50 тыс. м^3/сут и более. Оптимально применение Б.п.з. в качестве первой ступени при двухступенчатой биологич. очистке и неполной очистке высококонцентриров. производств. сточных вод. В зависимости от конструкции *загрузочного материала биофильтра*, вида и состава сточных вод, а также требуемой степени очистки окислит. мощность по снятой $БПК_{полн}$ достигает 10—15 кг/(м^3·сут). При полной биологич. очистке $БПК_{полн}$ поступающей сточной воды не должна превышать 250 мг/л, а высота слоя загрузки должна быть не менее 3—4 м. Гидравлич. нагрузка в зависимости от темп-ры сточных вод составляет 6—11 м^3/(м^3·сут), а окислит. мощность по снятой $БПК_{полн}$ —1,7—2,5 кг/(м^3·сут).

Применение Б.п.з. перспективно при реконструкции и модернизации станций биофильтрации и аэрации. При этом технологич. схему работы сооружений биологической очистки переводят с одно- на двухступенчатую, а в качестве первой ступени применяют Б.п.з. На станциях аэрации Б.п.з. могут устанавливаться в непосредств. близости от аэротенков или над ними без промежуточных отстойников. Применение таких схем реконструкции позволяет увеличить пропускную способность сооружений биологич. очистки на 20—50% без значит. капит. затрат и обеспечить существ. экономию земельных площадей. Расчет Б.п.з. базируется на графоаналитич. способе, разработанном в 1964 Ю.В.Вороновым. В основу расчета положена функцион. зависимость БПК очищенной в биофильтре сточной воды от пористости загрузочного материала, высоты слоя загрузки, темп-ры сточной воды и допустимой нагрузки по БПК на уд. площадь *поверхности загрузочного материала*. Б.п.з. проектируют круглой или многогранной в плане формы. В зависимости от климатич. условий их устанавливают либо в помещении (отапливаемом или неотапливаемом), либо на открытом воздухе. Для распределения обрабатываемой сточной воды по поверхности Б.п.з. применяют спринклерную и водоструйную системы орошения, а также реактивные вращающиеся оросители.

БИОФИЛЬТР-СТАБИЛИЗАТОР — комбиниров. сооружение для биологич. очистки сточных вод и аэробной стабилизации отработавшей *биопленки биофильтра*. Б.-с. состоит из *биофильтра с плоскостной загрузкой* и расположенного под ним стабилизатора, имеющего отстойную зону. Исходные сточные воды поступают в камеру смешения, куда также подается рециркулирующая жидкость с отработавшей биопленкой; полученная смесь направляется в *водораспределительную систему биофильтра* с плоскостной загрузкой. При прохождении через загрузку сточные воды насыщаются кислородом, к-рый расходуется в стабилизаторе на окисление (минерализацию) отработавшей биопленки и доочистку сточных вод. Необходимое кол-во кислорода определяется степенью рециркуляции жидкости и интенсивностью орошения загрузки биофильтра. Циркулирующая жидкость вместе с осевшей отработавшей биопленкой вновь забирается из нижней части зоны накопления (осадочной части) и подается в камеру смешения. Обработанная сточная вода осветляется в зоне отстаивания и отводится из сооружения. Стабилизиров. биопленка выпускается регулярно. В Б.-с. происходят окисление органич. загрязнений сточных вод и минерализация прирастающей биопленки, что позволяет исключить из технологич. схемы очистки *первичные и вторичные отстойники*, а также сооружения по сбраживанию осадка. При расчете Б.-с. высоту слоя плоскостной загрузки принимают равной 2—4 м; продолжительность стабилизации биопленки — 6—15 сут, а ее концентрацию в стабилизаторе — 1—2 г/л; отстойная зона стабилизатора рассчитывается на 1,5—2 года отстаивания обработанной сточной воды. Б.-с. рекомендуются для очистки хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод при расходах до 1000 м^3/сут.



Схемы биофильтра-стабилизатора

1 — подача исходной сточной воды; *2* — подача смеси исходной сточной воды, рециркулируемой воды и отработавшей биопленки; *3* — водораспределит. система биофильтра; *4* — биофильтр с плоскостной загрузкой; *5* — стабилизатор; *6* — зона отстаивания; *7* — выпуск отработанных сточных вод; *8* — зона накопления отработавшей биопленки (осадочная часть); *9* — подача рециркулируемой жидкости и осевшей биопленки; *10* — камера смешения; *11* — выпуск стабилизированной биопленки

БИФИЛЯРНАЯ (ДВУХТОПОЧНАЯ) СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ — установка *водяного отопления* с *отопительными приборами* в стояках и ветвях, раздел. на 2 равные части ("а" и "б"), последовательно соедин. 1 трубой (сначала все части "а", затем все части "б"). *Теплоноситель* (вода) в частях каждого отопит. прибора движется в противоположных направлениях с разл. темп-рой, что создает равенство среднеарифметич. темп-ры теплоносителя во всех отопит. приборах системы. Б.с.о. по гидравлич. связи частей отопит. приборов (последоват. соединение) относится к *однотрубным системам водяного отопления*, а по условиям *теплопередачи* приборов — *к двухтрубным системам отопления*.

Схемы Б.с.о. с вертик. стояками и горизонт. ветвями аналогичны схемам однотрубной системы. В вертик. Б.с.о. устраиваются, как в однотрубной системе с нижней разводкой, П-образные стояки. По такой схеме до конца 80-х гг. устраивалось *панельно-лучистое отопление* отд. типов крупнопан. жилых зданий, где использовались трубчатые нагреват. элементы, встроенные вместе со стояками во внутр. бетонный слой наружных стеновых панелей. При этом нагреват. элементы каждого помещения делились на 2 змеевика, а каждый змеевик отд. присоединялся к восходящей и нисходящей частям стояка. В горизонт. Б.с.о. применяются трубчатые отопит. приборы — *конвекторы, трубы отопительные* (ребристые и гладкие), бетонные радиаторы приставного типа, стальные и чугунные радиаторы — только при двухрядной установке. В горизонт. системе, как и в однотрубной с проточными *приборными узлами отопления*, невозможно индивид. количеств. регулирование теплоотдачи отд. отопит. приборов, поэтому проводится регулирование сразу всей цепочки приборов или каждого прибора "по воздуху", если устанавливаются конвекторы с воздушным клапаном (напр., типа "Универсал"). Б.с.о. с горизонт. пофасадными ветвями наиболее часто используется в производств. и с.-х. зданиях.

БЛОК ТЕПЛОМАССООБМЕНА — агрегат, включающий поверхностный *воздухоохладитель* и *камеру орошения*. Первый предназначен для охлаждения *воздуха* в теплое время года и первого подогрева его в холодное время. Камера орошения служит для *увлажнения воздуха адиабатного*, имеет один ряд *форсунок*, направл. против потока воздуха. Б.т. изготовляют из унифицированного оборудования типовых секций центральных *кондиционеров*.

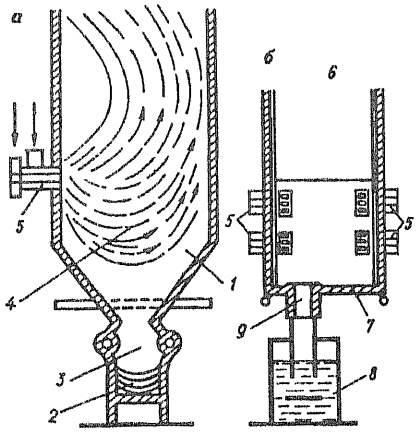
БРЫЗГАЛЬНЫЙ БАССЕЙН — устройство для охлаждения воды раз-

рения топлива. Обмуровка вертик. стен, потолочного перекрытия и золовой воронки (или горизонт. пода) должна быть не теплопроводной — для сведения к минимуму колва теплоты, теряемой К.т. в окружающую среду, и плотной — для исключения подсоса в К.т. холодного воздуха извне или выбивания дымовых газов при работе котла с наддувом.

Лучевоспринимающими поверхностями нагрева К.т. являются топочные экраны и фестон, а в котлах высокого давления — частично трубы пароперегревателя. Топочные водяные экраны предохраняют кладку камеры от износа и разрушения под действием высокой темпры факела и расплавл. шлаков, но в большей степени представляют собой эффективную поверхность нагрева, воспринимающую большое кол-во теплоты, излучаемой факелом. Распространены экраны из гладких труб. При сжигании трудно воспламеняющегося топлива типа антрацита возникает необходимость уменьшать тепловосприятие экранов в зоне горелок, чтобы улучшить условия зажигания пыли. Для этого часть экранов на уровне горелок покрывают огнеупорным материалом высотой 2—4 м (зажигат. пояс). Применяют топочные экраны из плавниковых труб. В этих экранах вдоль диаметрально противоположных образующих труб приваривают продольные ребра — плавники. В совокупности такие трубы образуют сплошную экранную поверхность с повыш. лучевоспринимающей способностью. К.т. экранируют с расчетом, чтобы темп-ра дымовых газов при выходе из них не превышала темп-ру начала деформации *золы* и чтобы исключалась возможность шлакования труб фестона расплавл. золой. Темп-ру дымовых газов в конце К.т. принимают равной 1050—1150°С при сжигании углей и 950°С при сжигании сланцев и торфа.

В стенках топочной камеры или по углам в зависимости от паропроиз-сти *котлоагрегата* и др. факторов располагают горелки. Горючая смесь образуется в К.т. непосредственно на выходе из горелок.

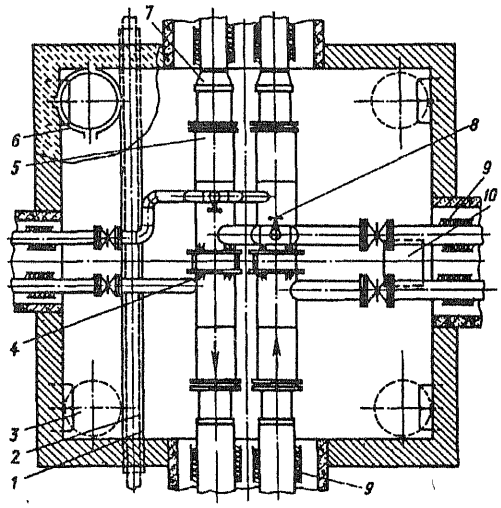
Пылеугольные топки бывают одно-, двух- и трехкамерными. В двухкамерных выделяют зоны горения, догорания и охлаждения, в трехкамерных — зоны догорания и охлаждения. По характеру движения и взаимодействия газовых потоков пылеугольные топки подразделяют на *вихревые* и *факельные топки*. При сжигании пылевидного топлива часть золы уносится из топки дымовыми газами в газоходы котла, остальная часть выпадает из факела в виде капель шлака. К.т. подразделяют на топки с твердым и жидким шлакоудалением. Первые представляют собой вертик. шахту, заканчивающуюся внизу холодной воронкой. Такие топки



Камерная топка с твердым (*а*) и жидким (*б*) шлакоудалением
1 — шлаковая холодная воронка; *2* и *8* — шлакоприемные устройства и ванна; *3* — горловина; *4* и *6* — топки; *5* — горелка; *7* — под; *9* — летка

наз. открытыми. Пылеугольные топки с твердым шлакоудалением обычно применяют для сжигания топлива с большим и умеренным выходом летучих в-в при тугоплавкой золе и высокой влажности. Твердый шлак из К.т. удаляют через смывную шахту, размещаемую под шлаковой холодной воронкой. Выпадающие из факела капли шлака, охладившись при проходе через холодную воронку, скапливаются на дне шлакоприемной шахты, откуда их периодически удаляют, смывая струей воды, подаваемой из особых сопел. Под крупными котлами устанавливают шлакоприемные устройства с непрерывным удалением шлака, сооружая под шлаковой шахтой заполн. водой ванну, из к-рой шлак удаляется металлич. *конвейером*. Под К.т. имеет небольшой уклон и утеплен. В его нижней части расположена летка с выходным отверстием для выпуска шлака в шлакоприемное устройство, заполн. водой. Во избежание размыва края летки окантованы змеевиковым холодильником. В топках с жидким шлакоудалением благодаря более высокой темп-ре горения улучшается выгорание топлива, однако возрастают потери с физич. теплотой шлака. Осн. недостаток К.т. с жидким шлакоудалением — опасность застывания шлака при пониж. нагрузке котлоагрегата. К.т. с жидким шлакоудалением применяют в осн. при сжигании слабореактивных топлив с умеренными значениями темп-ры плавления золы ($\leq$ 1300—1350°С), влажности ($W_r \leq$ 20%) и зольности (A_r = 25%), а также при сжигании топлива с низкой темп-рой плавления золы, к-рая в К.т. с твердым шлакоудалением может вызвать шлакование. При жидком шлакоудалении улучшаются показатели топочных устройств, нормализуется удаление золы и интенсифицируется *теплопередача* в конвективных поверхностях нагрева, т.к. повышается скорость движения продуктов сгорания. Недостаток К.т. — низкое энерговыделение в топочной камере. См. также *Топка мазутная*, *Шахтно-мельничная топка*.

КАМЕРЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ — сооружения на трассе теплопроводов для установки оборудования, требующего пост. осмотра и обслуживания в процессе эксплуатации. В К.т.с. расположены задвижки, сальниковые компенсаторы, дренажные и воздушные устройства, контрольно-измерит. приборы и др. оборудование. Кроме того, в них обычно устанавливают ответвления к потребителям и *неподвижные опоры*. Переходы труб одного диаметра к трубам др. диаметра также должны находиться в пределах К.т.с. Всем К.т.с., установл. по трассе *тепловой сети*,



Камера с двумя ответвлениями
1 — стальная труба — футляр; *2* — попутный дренаж; *3* — скобы; *4* — лобовая опора; *5* — сальниковый компенсатор; *6* — люк; *7* — переход диаметров; *8* — воздушник; *9* — тепловая изоляция; *10* — дренажный приямок

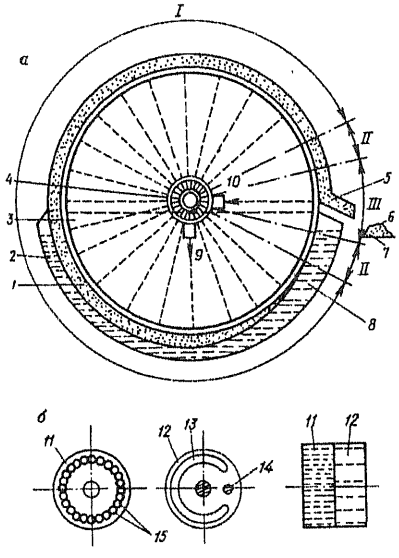
брызгиванием ее в атмосферном *воздухе*. Применяется для понижения темп-ры воды, отводящей теплоту от *теплообменных аппаратов*, *компрессоров*, трансформаторов и др. оборудования в системах оборотного (циркуляционного) водоснабжения пром. предприятий. Охлаждение происходит в основном вследствие испарения части разбрызганной воды над открытым Б.б. глубиной около 1 м. Для разбрызгивания используют спец. сопла, расположенные на высоте 1—1,5 м над уровнем воды в Б.б. Избыточное давление воды в трубопроводах перед соплами должно быть около 5—7 МПа (50—70 кгс/м^2). Тип и число сопел, а также размеры Б.б. в плане выбирают в зависимости от кол-ва охлаждаемой воды. По сравнению с *градирнями* Б.б. просты в стр-ве и эксплуатации. Однако они обладают сравнительно небольшой уд. охлаждающей способностью, в значит. мере зависящей от скорости и направления ветра. В Б.б. кол-во теплоты, отдаваемой водой с 1 м^2 занимаемой им площади, составляет 29,3—62,9 тыс. кДж/ч (7—15 тыс. ккал/ч).

БУРЫЙ УГОЛЬ — разновидность ископаемых углей с высшей *теплотой сгорания* во влажном беззольном состоянии менее 24 МДж/кг и выходом летучих в-в 40—60%. Б.у. подразделяют по влажности, %, топлива, находящегося в рабочем состоянии, на три группы: Б1 (св. 40), Б2 (30—40) и Б3 (менее 30). Неглубокое залегание и большая мощность угольных пластов позволяют широко применять открытый способ разработки, экономич. и технич. преимущества к-рого во многом компенсируют относит. низкое качество сырья.

В

ВАКУУМ-НАСОС — гидравлич. машина, обеспечивающая высокий вакуум в системе *пневматического транспорта*. Используются В.-н. типа РМК и ВВН. Их рабочий орган — лопаточное колесо, размещенное эксцентрично в корпусе насоса, залитого водой. При вращении колеса вода отбрасывается к периферии, и в центре корпуса создается свободное пространство, являющееся рабочим объемом насоса.

ВАКУУМ-ФИЛЬТР БАРАБАННЫЙ — аппарат для обезвоживания осадков сточных вод посредством разрежения воздуха, создаваемого *вакуум-насосом* в барабане. В.-ф.б. состоит из горизонт. расположенного цилиндрич. полого барабана, на 35...40% погруж. в корыто с фильтруемой суспензией (осадком). Фильтрующей средой являются фильтров. ткань и слой осадка, налипающий на нее в процессе фильтрования. Барабан вращается на валу, один конец к-рого соединен с приводом электродвигателя, а др. имеет полую цапфу. На боковой поверхности барабана расположена перфориров. обечайка, разделенная на ряд сит и обтянутая фильтров. тканью. Внутр. полость барабана разделена по окружности на ряд разобщенных секций, каждая из которых имеет свои отводящие трубки. Находящиеся внутри барабана, эти трубки концами выходят на торцевую поверхность полой цапфы барабана, где установлена распределит. головка фильтра. Последняя состоит из корпуса и расположенных на нем двух шайб — подвижной и неподвижной. Подвижная, установленная на торцевой поверхности цапфы барабана, вращается вместе с ним и имеет отверстия, число к-рых соответствует числу трубок в секциях. Неподвижная имеет две щели, одна из к-рых соединена с линией вакуума, другая — с линией сжатого *воздуха*. Подвижная (ячейковая) и неподвижная (распределит.) шайбы устанавливают торцами одна к др. Во избежание прорыва между торцами вакуума контактные поверхности шайб должны быть пришлифованы или пришабрены. При вращении барабана фильтра часть его поверхности погружается в обезвоживаемый осадок. Фильтрат под действием вакуума проходит через фильтров. ткань внутрь секций барабана и по патрубку отводится в ресивер, а обезвож. осадок (кек) задерживается на поверхности фильтров. ткани. Отверстия в подвижной шайбе при вращении барабана поочередно соединяются со щелями подвижной шайбы, благодаря чему секции барабана находятся то под вакуумом, то под отдувкой. Соответственно этому в секциях барабана образуются зоны вакуума, отдувки, а также нейтральные, необходимые для перехода от зоны вакуума к зоне отдувки и наоборот. Кек снимается в зоне отдувки ножом и падает на конвейер. Таким образом, за один оборот барабана происходит непрерывное автоматическое чередование процессов образования кека, его подсушки и разгрузки. В барабанных вакуум-фильтрах со сходящим полотном



Вакуум-фильтрация осадков сточных вод

а — схема устройства барабанного вакуум-фильтра; *б* — схема шайб распределит. головки вакуум-фильтра; *1* — вращающийся перфориров. барабан; *2* — корыто фильтра; *3* — секция барабана; *4* — выход трубок секций к распределит. головке; *5* — нож для съема кека; *6* — кек; *7* — конвейер для кека; *8* — обезвоживаемый осадок; *9* — патрубок для отведения фильтрата (водовоздушной смеси); *10* — патрубок подачи сжатого воздуха; *11* и *12* — соответственно подвижная (вращающаяся) и неподвижная шайбы распределит. головки; *13* и *14* — щели для соединения вращающейся шайбы соответственно с линией вакуума и сжатого воздуха; *15* — отверстия для соединит. трубок; *I* — зона вакуума; *II* — зона нейтральная; *III* — зона отдувки

фильтров. ткань не крепится жестко к поверхности барабана, а сходит на систему роликов, что позволяет регенерировать ее промывной водой, раствором ингибиров. соляной к-ты или моющими растворами без остановки вакуум-фильтра. Регенерация фильтров. полотна осуществляется после прохождения им разгрузочного ролика, когда кек снимается с фильтров. полотна и оно возвращается на поверхность фильтра.

В комплект поставки вакуум-фильтров входят электродвигатели, редукторы, вакуум-насосы, воздуходувки ресиверы, мешалки для перемешивания осадка, контрольно-измерит. приборы. Выпускаемые серийно в нашей стране вакуум-фильтры имеют площадь поверхности фильтрации барабана 5; 10; 20; 40 и 80 м^2. Для бесперебойной работы вакуум-фильтров толщина слоя кека при обезвоживании осадков сточных вод должна составлять не менее 5 мм при фильтроцикле 4 мин, что достигается предварительной *коагуляцией* осадков химическими реагентами, напр. хлорным железом и известью.

ВАКУУМНАЯ ПЫЛЕУБОРКА — способ удаления *пыли* с поверхностей путем всасывания ее спец. устройством в результате создания в нем разрежения (вакуума). Позволяет убирать пыль с самых разл. по характеру и назначению поверхностей и из труднодоступных для др. способов уборки мест, предотвращает вторичное попадание пыли в воздушную среду. В.п. применима для уборки любых пылей и для очистки помещений с любым темпрно-влажностным режимом. Собранная при уборке в спец. емкости пыль может использоваться для технологич. процесса. В.п. дешевле обычной ручной уборки.

Системы В.п. используются в виде *местных* (переносных или передвижных) и *центральных пылеуборочных установок*. Всасывание пыли с поверхности отсасывающим потоком воздуха через пылесосный *насадок* — основной рабочий процесс пылеуборочной установки. Этот сложный процесс зависит от скорости потока воздуха в насадке, времени контакта потока с осадком пыли или произ-сти уборки по площади, физ.-хим. свойств убираемой пыли, зависит от характера ее осадка, вида и характера очищаемой поверхности, конструкции и размеров насадка. Энергоемкость процесса всасывания пыли зависит от произ-сти установки по воздуху, очищаемой площади и свойств убираемой пыли, т.е. обусловливается эффективностью и экономичностью работы всей системы.

Транспортировка пыли по трубопроводам центральной пылеуборочной установки обусловливает потери давления в сети и, следовательно, расход электроэнергии, а также интенсивность износа труб. Сеть трубопроводов имеет горизонт., наклонные и вертик. участки, разл. местные сопротивления, из-за чего изменяют-

присваиваются эксплуатац. номера, к-рыми их обозначают на планах, схемах и пьезометрич. графиках. Размещаемое в камерах оборудование должно быть доступно для обслуживания, что достигается обеспечением достаточных расстояний между оборудованием и стенками К.т.с. Высоту К.т.с. выбирают не менее 1,8—2 м. Их внутр. габариты зависят от числа и диаметра прокладываемых труб, размеров устанавливаемого оборудования и миним. расстояний между строит. конструкциями и оборудованием. К.т.с. строят из кирпича, монолитного бетона и железобетона. В торцевых стенах оставляют проемы для пропуска теплопроводов. Полы в К.т.с. выполняют из сборных железобет. плит или монолитными. Для стока воды дно делается с уклоном не менее 0,02 в сторону приемника, к-рый для удобства откачки воды из К.т.с. расположен под одним из стоков. Перекрытие может быть монолитным или из сборных железобет. плит, улож. на железобет. или металлич. балки. Для устройства люков в углах перекрытия укладывают плиты с отверстиями. В соответствии с правилами техники безопасности при эксплуатации число люков для К.т.с. предусматривается не менее двух при внутр. площади камер до 6 м^2 и не менее четырех при площади более 6 м^2. Для спуска обслуживающего персонала под люком устанавливают скобы, располагаемые в шахматном порядке с шагом по высоте не более 400 мм, или лестницы. В случае если габариты оборудования превышают размеры входных люков, предусматривают монтажные проемы, ширина к-рых равна наибольшему размеру арматуры, оборудования или диаметра труб плюс 0,1 м (но не менее 0,7 м). Распространены индустриальные К.т.с. из сборного железобетона, на монтаж к-рых уходит меньше времени и сокращаются трудозатраты. Применяются также сборные конструкции прямоугольных К.т.с. со стенками из вертик. блоков, к-рые бывают двух типов: сплошные и с отверстиями прямоугольной формы для пропуска теплопроводов. При стр-ве тепловых сетей небольшого диаметра К.т.с. могут выполняться из круглых железобет. колец. Круглые плиты перекрытий имеют два отверстия для устройства смотровых люков.

На магистр. тепловых сетях диаметром 500 мм и более секционирующие задвижки с электроприводом устанавливают, как правило, в К.т.с., над к-рыми надстраиваются надземные сооружения в виде павильонов. Для ремонтных работ в павильонах предусматривают грузоподъемное оборудование. Для гидроизоляц. защиты наружные поверхности днища и стен К.т.с. при наличии высокого уровня грунтовых вод, несмотря на имеющийся попутный дренаж, покрывают оклеечной гидроизоляцией из битумных рулонных материалов в несколько слоев, что определено проектом. В условиях повыш. требований водонепроницаемости, кроме наружной оклеечной гидроизоляции, применяют дополнит. штукатурную цементно-песчаную гидроизоляцию внутр. поверхности, наносимую при больших объемах работ методом торкретирования.

КАМИН — нетеплоемкая *отопительная печь*, представляющая собой открытую нишу в стене помещения с накл. задней и развернутыми боковыми стенками, предназнач. для ускоренного обогревания помещения лучистой (в осн.) *теплотой* от сгорающего *твердого топлива* и нагретых стенок. К. способствует *вентиляции* помещения, но характеризуется низким кпд (0,15—0,2).

КАНАЛ (от лат. canalis — труба, желоб) — открытое искусственное русло в грунте с безнапорным движением воды. В зависимости от назначения К. используют для судоходства, энергетики, орошения, осушения, лесосплава, водоснабжения, рыбоводства и др. пром. и нар.-хоз. нужд. К. строят в разл. грунтовых условиях, при этом на местности их прокладывают в насыпи, выемке, полувыемке — полунасыпи. Осн. технич. хар-ками К. являются: класс сооружения; физико-механич. состав грунта, слагающего дно и откосы; форма и площадь поперечного сечения; уклон дна; заложение откоса; тип крепления дна и откосов и т.д. При строительстве К. следует учитывать последствия от подтопления близлежащих земель и необходимость защиты окружающей природной среды. Форма поперечного сечения К. может быть прямоугольной, треугольной, трапецеидальной, полукруглой. При этом площадь поперечного сечения К. можно принимать в широком диапазоне. Расход воды, пропускаемой через каналы, достигает 250 м^3/с. При гидравлич. расчете предварительно назначают форму поперечного сечения, уклон дна и пропускную способность К., далее уточняют гидравлически наивыгоднейшую площадь поперечного сечения К. и проверяют принятую пропускную способность при заданном уклоне дна; при необходимости выясняют положение кривой свободной поверхности воды в К. При проектировании К. в земляном русле рассчитывают устойчивость откосов на размыв по неразмываемым скоростям. В большинстве случаев требуется расчет транспорта взвешенных и донных наносов по К. Кроме того, уточняют гидравлич. параметры К. с учетом ледяного покрова в зимний период, а также определяют потери воды из К. на фильтрацию.

При необходимости на К. предусматривают противофильтрац. защитные мероприятия от размывающего волнового воздействия потока: кольматацию стенок и дна канала глинистыми растворами или различными эмульсиями; экраны из глины или полимерной пленки; защитные покрытия. При устройстве последних на откосах или по всему поперечному сечению К. обычно используют наброску (укладку) из каменного материала; железобет. (бетонные) плиты и блоки; асфальтобет. облицовки; различные гибкие крепления в виде матов и полотнищ; растит. покров и пр. облегч. крепления.

КАНАЛ ВОЗДУШНОГО ОТОПЛЕНИЯ, воздуховод нагретого воздуха — *теплопровод* для перемещения воздуха в системах *воздушного отопления*, отличающийся от воздуховодов *вентиляции* (см. *Воздуховод равномерного всасывания воздуха* и *Воздуховод равномерной раздачи воздуха*) наличием тепловой изоляции снаружи. К.в.о. могут иметь прямоугольное или круглое сечение, выполняться из листовой или кровельной стали, пластмасс, бетона и др. материалов. Вертик. К.в.о. устраивают в пустотах внутр. стен и междуэтажных перекрытий, в виде приставных у внутр. стен и перегородок. Горизонт. К.в.о., объединяющие ответвления к помещениям, выполняют подвесными или подшивными (в подвале или коридорах).

КАНАЛИЗАЦИОННАЯ СЕТЬ — основная часть *системы канализации*, включающая подземные трубопроводы, *канализационные коллекторы*, наземные *каналы* или лотки и сооружения на них для сбора и отведения сточных вод с территории нас. пункта или промышл. предприятия.

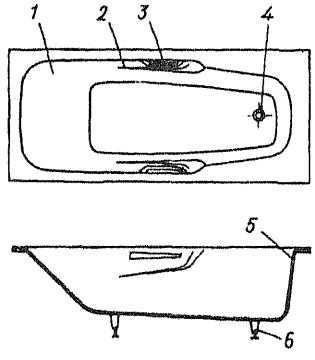
КАНАЛИЗАЦИОННЫЙ КОЛЛЕКТОР — участок *канализационной сети*, собирающий сточные воды из бассейнов канализования и отводящий их к *насосным станциям*, очистным сооружениям или к месту выпуска в водоем.

КАПИЛЛЯРНОЕ ВСАСЫВАНИЕ ВОДЫ — физ. процесс поглощения материалом *воды* при соприкосновении их поверхностей. При этом процессе вода движется в материале под действием капиллярных сил. В качестве хар-ки К.в.в. иногда используют среднесуточную скорость капиллярного всасывания, к-рая представляет собой объем воды, всосанный единицей площади поверхности соприкосновения материала с водой за первые сутки процесса, отнесенный к единице времени. Однако наиболее распространены хар-ки К.в.в., основанные на законе "корня квадратного из времени". Согласно этому закону масса воды,

ся законы движения запыл. воздуха. В общем случае на движение частиц влияют и центробежные силы, возникающие в результате вращения всего потока в целом. Такое винтовое вращение наблюдается из-за нарушения устойчивости потока под влиянием местных сопротивлений — тройников, отводов и т.п. Вращение потока препятствует осаждению частиц на дно трубопровода. Иногда вращение потока создается искусственно путем закручивания его в спец. устройствах. Миним. скорость потока воздуха, при к-рой частица, лежащая на внутр. поверхности горизонт. трубопровода, сдвигается со своего места и начинает перемещаться, наз. первой критической скоростью, или *скоростью трогания* $v_{тр}$. Находясь в потоке воздуха, частица перемещается со скоростью меньшей, чем скорость движения воздуха $v_ч$. Отношение $v_ч$ к $v_{тр}$ наз. относит. скоростью, к-рая в момент трогания равна нулю. Увеличение $v_{тр}$ приводит к увеличению относит. скорости и более устойчивому движению частиц в потоке воздуха. Скорость потока воздуха, при к-рой относит. скорость приобретает макс. значение, наз. критической. Транспортирующая скорость — скорость потока воздуха, при к-рой происходит устойчивая транспортировка пыли, должна быть неск. больше критической. При транспортировке пыли по вертик. трубопроводам с такой же скоростью, как и по горизонт., действие силы тяжести частиц пыли приводит к увеличению ее концентрации. Последняя будет происходить непрерывно и может значит. превысить расчетную, в результате чего вертик. участки сети забиваются пылью. Для предотвращения этого транспортирующая скорость в вертик. трубопроводах $v_в$ должна быть больше соответствующей скорости в горизонт. трубопроводах $v_г$ на значение *скорости витания*. Т.о. *транспортная скорость смеси* в трубопроводах определяется свойствами транспортируемой пыли. Для отрыва прилипших частиц необходимы большие скорости воздушного потока, чем для предотвращения их выпадения из потока.

Концентрация частиц в сети трубопроводов иногда достигает довольно больших значений. При этом она изменяется по времени. Зачастую убираемая пыль отличается высокой дисперсностью. Все это обусловливает использование высокоэффективных *пылеуловителей*. Как правило, *применяют две ступени улавливания* пыли: первая — разл. рода *циклоны*, вторая — *фильтры тканевые*, реже — *скрубберы*. Степень очистки воздуха от пыли определяется сан. требованиями.

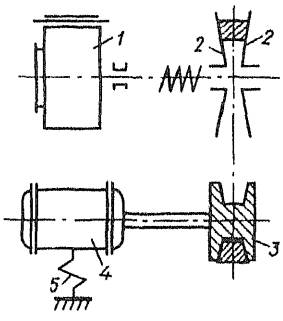
ВАННА КУПАЛЬНАЯ — сан.-технич. прибор, устанавливаемый в сан.-бытовых помещениях зданий и предназнач. для гигиенич. процедур в заполненной водой емкости или под душем. В.к. состоит из чаши, устанавливаемой на полу на ножках или подставках, сифона с выпуском, пробкой и переливом в отверстии в дне чаши, водоразборного смесителя на борту чаши или на примыкающей к борту стене. Сифон подсоединяется к *канализационной сети*, а смеситель — к холодному и горячему водопроводу. Форма чаши В.к. определяется эргономич. и эстетич. требованиями, а также удобством пользования в положении лежа на ее дне. Наиболее часто применяются овальные в плане чаши с наклонной спинкой, реже — круглые, треугольные, диагональные и др. Чаши В.к. имеют подлокотники, поручни, нескользящее дно, регулируемые по высоте ножки и подставки. Изготовляют и применяют чаши чугунные литые эмалиров., стальные штампованные эмалиров., пластмассовые формованные из листа, полимербетонные и керамич. литые. Смесители В.к. имеют излив для заполнения емкости чаши, душирующий насадок на гибком шланге и переключатель потока воды с излива на душ и обратно. Использов. при процедуре вода отводится через выпуск и сифон. В.к. выпускают различных размеров, мм: длиной 1200...1800, шириной 700...800, глубиной чаши 380...450, высотой (от пола) 520...650; полной вместимостью чаши 165-280 л, полезной вместимостью 120...200 л. Время наполнения В.к. — 6...10 мин, время опорожнения 3...5 мин.



Ванна купальная чугунная эмалированная

1 — чаша; *2* — подлокотник; *3* — поручень; *4* — отверстия для установки выпуска с пробкой и сифона; *5* — отверстие для установки перелива; *6* — регулируемая ножка

ВАРИАТОР ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ РЕМЕННЫЙ — устройство для управления частотой вращения вентиляторов и др. подобных агрегатов путем изменения передаточного отношения шкивов

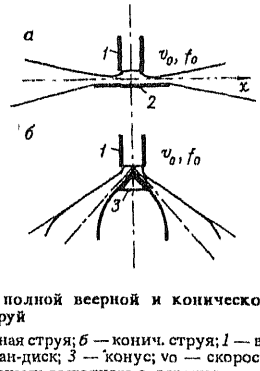


Ременной вариатор частоты вращения рабочего колеса вентилятора

1 — вентилятор; *2* — ведомый шкив; *3* — ведущий шкив; *4* — электродвигатель; *5* — устройство натяжения ремня

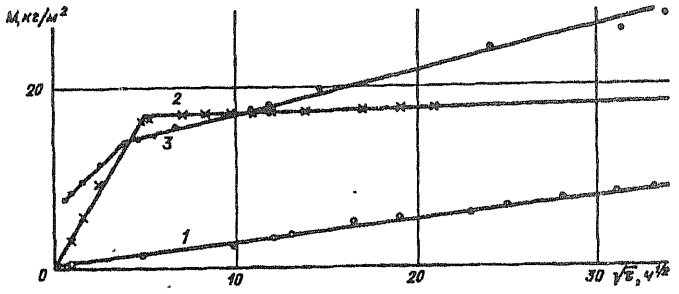
ременного привода. Ведомый шкив В.ч.в.р. состоит из двух дисков, один из к-рых с помощью пружины можно передвигать вдоль вала, сближая или раздвигая их. Благодаря этому клиновый ремень может занимать разл. положения между дисками (приближаясь к валу или отодвигаясь от него), отчего радиус его обращения вокруг оси вала изменяется и, следовательно, меняются передаточное отношение и частота вращения рабочего колеса. Подвижный диск перемещается без остановки агрегата вручную или спец. приводом. Использование вариатора целесообразно при мощности до 10...15 кВт.

ВЕЕРНАЯ ПРИТОЧНАЯ СТРУЯ — струя *воздуха*, возникающая при выходе из *насадка*, обеспечивающего веерообразное направление векторов скорости воздуха на выходе. По сравнению с сосредоточенными В.п.с. имеют меньшую дальнобойность, быстрее затухают. Их угол раскрытия зависит от конструктивного *решения воздухораспределителя*. Существуют полные В.п.с., угол раскрытия к-рых равен 2π. Для получения такой струи перед выходным отверстием круглого *воздуховода* устанавливают на



Схемы полной веерной и конической приточных струй

а — полная струя; *б* — конич. струя; *1* — воздуховод; *2* — экран-диск; *3* — конус; v_0 — скорость воздуха; f_0 — площадь выходного отверстия



Капиллярное всасывание воды строительными материалами
1 — фенольно-резольным пенопластом (ρ = 100 кг/м^3); *2* — цементно-песчаным р-ром (ρ = 2000 кг/м^3); *3* — поризованным арболитом (ρ = 750 кг/м^3)

капиллярно всосанной единицей площади поверхности соприкосновения материала с поверхностью воды, пропорциональна корню квадратному из времени, прошедшего от начала процесса. Коэфф. пропорциональности носит назв. "коэфф. капиллярного всасывания". Этот закон может быть получен теоретически из рассмотрения К.в.в. модельным телом, состав. из паралл. цилиндрич. капилляров разл. радиуса. При эксперимент. исследованиях описанный закон чаще всего выполняется в течение нек-рого времени, однако затем характер процесса изменяется. Для ряда материалов закон "корня квадратного из времени" экспериментально не подтверждается. В этих случаях процесс может быть описан более общим ур-нием: $M = K\tau^n$, где M — кол-во жидкости, всосанной единицей поверхности тела, кг/м^2; K — коэфф. капиллярного всасывания, кг/(м^2·ч$^{1/n}$); n —показатель степени. Напр., для ряда легких бетонов (азеритобетон, перлитополистиролбетон и т.д.) получено, что показатель n может составлять 0,3—0,5. Из ур-ния получается "мгновенная" скорость К.в.в. материалом: $dM/d\tau = nK^{1/n}M^{(n-1)/n}$. *Теоретически полученная темп-рная зависимость коэфф. капиллярного всасывания имеет вид:* $K_t = K_{20}(0{,}8 + 0{,}01t)^{n/0{,}5}$.

КАПЛЕУЛОВИТЕЛЬ, сепаратор — устройство для предотвращения уноса капель *воды* воздушным потоком. Представляет собой многократно изогнутые пластины, устанавливаемые на входе и выходе из *камеры орошения*. Сепарация капель происходит за счет многократного (до 6 раз) изменения направления движения *воздуха* в изгибах пластин. Капли воды оседают на лопастях К., затем стекают в *поддон*. Первый сепаратор, устанавливаемый на входе, выполняет роль выравнивающей поток решетки, равномерно распределяя скорость воздуха в поперечном сечении камеры орошения. На выходе из камеры орошения устанавливают второй К., пластины к-рого имеют большее, чем у первого, число изгибов. В ряде случаев предусматривают орошение К. холодной водой из спец. установл. *форсунки*, отчего возрастает площадь поверхности контакта воздуха с водой. Выполняют пластины из оцинков. или нержавеющей листовой стали.

КАПТАЖ (франц. captage, от лат. capto — ловлю, хватаю) — сооружение для захвата подземных вод, выходящих на дневную поверхность земли. В природных условиях выходы подземных вод на поверхность проявляются в виде нисходящих и восходящих источников. Конструкцию К. выбирают в зависимости от гидрогеологич. условий выхода подземных вод на поверхность, строения места выхода, дебита источника, толщины слоя грунта, покрывающего водоносный пласт. При сосредоточенном выходе подземных вод на поверхность К. устраивают в виде камеры-колодца, располож. над выходом восходящего или перед выходом нисходящего источника. При рассредоточ. выходе подземных вод в виде отд. источников, отстоящих один от другого на расстоянии более 5 м, К. осуществляют раздельно со сбором воды в общую водосборную камеру. При рассеянном, но слабовыраженном выходе подземных вод на участке К. устраивают с помощью горизонт. трубчатых или галерейных водозаборов со сбором воды в общую емкость.

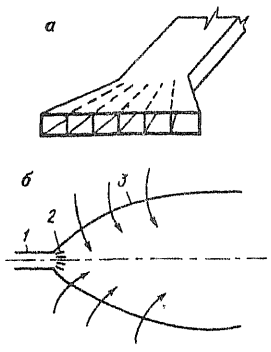
Нисходящие источники находятся обычно на склонах горных возвышенностей и долин оврагов, рек, балок. К. таких источников врезается в склон в расчете на прием воды через его нагорную стенку. Для этого в ней предусматривают отверстия. Между стенкой К. с водоприемными отверстиями и поверхностью водоносного пласта устраивают обратный фильтр, материал к-рого подбирают в зависимости от гранулометрич. состава пород водоносного пласта. При небольшой мощности последнего и близком залегании водоупора днище каптажной камеры заглубляют ниже подошвы пласта на величину, позволяющую расположить расходную трубу и создать над ней необходимый напор для дальнейшей транспортировки. При большой мощности водоносного пласта и глубоком залегании водоупора К. по глубине вскрытия пласта может быть несовершенным, т.е. неполностью вскрывающим его толщу. Глубину устройства нижнего ряда водоприемных отверстий в стенке К. и заглубление его днища определяют из условий требуемой мощности К. с учетом дальнейшей транспортировки воды. При необходимости К. нисходящих источников сооружают с водоулавливающими стенками-барражами, вдоль к-рых со стороны потока подземных вод выкладывают призму из фильтрующего материала, сопрягаемую с обратным фильтром К.

На восходящих источниках прием воды осуществляется через дно каптажного устройства. Если восходящий источник выходит из водоносного пласта, представленного скальными трещиноватыми породами, то вода в К. пропускается через один слой фильтрующего материала — крупного гравия, гальки или щебня. При выходе восходящего источника из рыхлых водоносных пород, особенно из песков, вода в К. проходит через обратные фильтры, расположенные под его днищем, в расчете на исключение выноса из пласта мелких частиц породы.

Каптажные камеры сооружают из сборного железобетона в открытых котлованах, а при глубоком залегании водоносного горизонта (восходящие источники) — опускным способом. Для норм. работы К. необходимо: достаточно полно вскрывать выход источника по площади и глубине; предохранять источник от промерзания и попадания в него поверхностных загрязнений; предотвращать образование оползней, размывов и обвалов в месте расположения К.; обеспечивать надежную вентиляцию К. Вода из К. подается потребителю самотеком или с помощью насосов, к-рые могут устанавливаться в каптажных камерах на К. малой мощности, в отд. здании у К. или у общей водосборной емкости, куда стекает вода из ряда К. Кроме железобет. каптажных камер применяют кирпичные и глиняно-каменные камеры.

Дебит К. на источниках (родниках) в том случае, когда используется только их естеств. расход, устанавливают на основе наблюдений за режимом подземных вод. В качестве расчетного принимают расход источника той или иной обеспеченности (повторяемости). Если вода источника откачивается насосами с расходом, превышающим естеств. дебит, то расчет производят аналогично расчету дебита *колодцев шахтных* или *водозаборов горизонтальных*.

КАРКАС КОТЛА — пространств. металлич. конструкция, воспринимающая нагрузку от веса *барабана* и *обмуровки котла*, поверхностей нагрева и коллекторов, изоляции и обшивки, трубопроводов и коробов, помостов и лестниц обслуживания и передающая их на фунда-

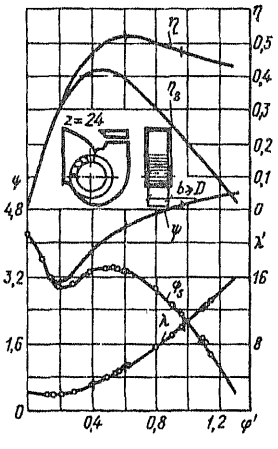


Схемы насадка с направляющими лопатками (а) и неполной веерной струи (б)

1 — воздуховод; *2* — насадок с направляющими лопатками; *3* — схема струи

небольшом расстоянии экран, имеющий форму диска. Воздух, выходя из воздуховода, ударяется в экран и расходится, образуя полную В.п.с. Разновидностью полных В.п.с. являются конич. воздушные струи. Вместо плоского диска в насадке для конусных струй установлен небольшой конус, на вершину к-рого направлен поток воздуха из воздуховода. При большом угле у вершины конуса струя воздуха, стекая по образующей конуса, не меняет своего первонач. направления. К нижней границе свободно подтекает встречный поток воздуха для подпитки струи. Если угол у вершины конуса невелик, за конусом создается разрежение, к-рое способствует образованию обратных потоков воздуха в струе. При расчете учитывают свойство конич. струй изменять свою геометрию, выбирая соответствующее значение коэфф. затухания скорости. Неполная В.п.с. возникает при выходе воздуха через насадок с направляющими лопатками, располож. веером. За счет инерции струя резко расширяется, а затем границы струи сужаются, приближаясь к стандартному углу раскрытия для сосредоточ. струй. Раздачу воздуха В.п.с. предусматривают при необходимости раздачи в обслуживаемой зоне большого кол-ва воздуха с небольшой подвижностью.

ВЕНТИЛЯТОР ДИАМЕТРАЛЬНЫЙ — устройство, создающее перепады давления *воздуха* и др. *газа* для их перемещения при проветривании помещений, транспортировке аэросмесей по *трубопроводам* и т.д., состоящее из рабочего колеса барабанного типа с загнутыми вперед лопатками, корпуса с патрубком на входе и *диффузором* на выходе. Известны В.д. с направляющим одно- и многолопаточным аппаратом, располож. внутри рабочего колеса, и без него. Отличит. компоновочной особенностью В.д. является возможность выполнения их рабочих колес с относит. шириной, значительно превышающей ширину рабочих колес *вентиляторов радиальных* ($\bar{в} = в/D = 4...10$), что позволяет значит. увеличить подачу воздуха. В вентиляторах без направляющего аппарата рабочее колесо выполняют в виде двух дисков, к к-рым приклепаны (или приварены) лопатки из листовой стали. При этом подшипники, в к-рых находится вал, размещены с обеих сторон корпуса, что обеспечивает всей конструкции высокую жесткость. При наличии направляющего аппарата рабочее колесо В.д. напоминает рабочее колесо вентилятора радиального низкого давления с одностор. всасыванием: лопатки одним концом крепятся к диску, установленному на валу, др. — к кольцу. Направляющий аппарат из одной или неск. лопаток закрепляется на боковой стенке корпуса, противоположной диску рабочего колеса. Особенность В.д. — большие значения коэфф. полного давления, достигающие 3 и более. Причина этого — двукратное (диаметральное) прохождение потока через одну и ту же ре-



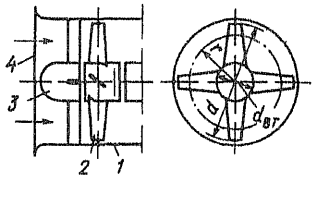
Безразмерная аэродинамическая характеристика и схема вентилятора диаметрального

D — диаметр рабочего колеса; ψ, ψ_s — коэфф. полного и статич. давлений; λ — коэфф. мощности; η — полный кпд; η_s — кпд статич.; φ' — коэфф. подачи; z — число лопаток; в — ширина колеса

шетку вращающегося рабочего колеса. Высокие значения коэфф. полного давления и подачи воздуха по сравнению с их значениями у вентиляторов др. типов позволяют В.д. иметь меньшие габариты и частоту вращения рабочего колеса. Вместе с тем весьма сложный характер течения потока внутри корпуса и большая неравномерность поля скоростей обусловливают значит. потери энергии. В связи с этим макс. значения полного кпд В.д. находятся в пределах 0,58...0,61. Эффект от применения направляющих аппаратов достигается гл. обр. за счет повышения энергоемкости (в данном случае полезно затрач. мощности) вентилятора. Это происходит в результате стабилизации и ограничения вихревой зоны в заданном месте внутри корпуса, а также за счет повышения эффективности работы "центробежной" части рабочего колеса. С помощью направляющих аппаратов разных типов, установл. внутри рабочего колеса, а также путем изменения формы корпуса или взаимного расположения его элементов и направляющего аппарата можно добиться изменения аэродинамич. хар-ки вентилятора. В.д. без внутр. направляющего аппарата находят более широкое применение. Следует, однако, учитывать, что они имеют огранич. возможности получения высоких коэфф. давления и полного кпд в широком диапазоне изменения коэфф. подачи.

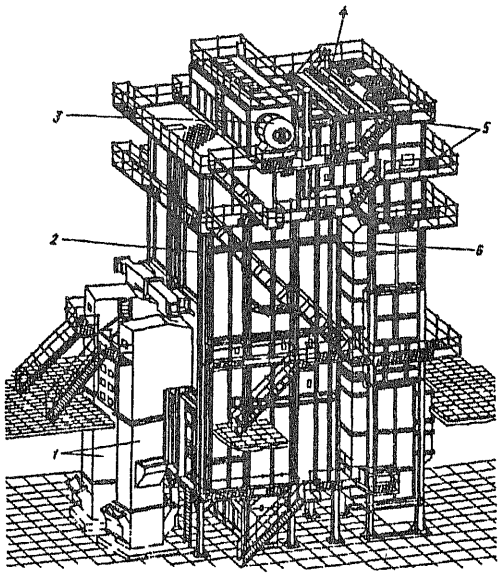
Маркировка В.д. соответствует установл. госстандартам для лопастных машин. Буква Д в маркировке означает диаметральный, число при Д — увелич. в 5 раз значение коэфф. давления при работе в режиме макс. кпд, а последнее число — быстроходность. Регулирование режимов работы осуществляется разл. способами, один из них — поворот направляющего аппарата, в результате чего обеспечиваются большие коэфф. давления в широком диапазоне значений коэфф. подачи. С помощью входного многолопаточного направляющего аппарата, выполн. в виде жалюзи или решеток, регулирование можно осуществлять путем дросселирования. В качестве регулирующего органа можно использовать направляющую поворотную лопатку, устанавливаемую в выходном патрубке корпуса. При этом достаточно широко изменяется поле скоростей на выходе из вентилятора, тогда как суммарные аэродинамич. хар-ки незначительны. Эффективно размещение на входе в вентилятор спец. экрана, перемещение к-рого, напр. на расстояние до $0{,}25D$ от лопатки рабочего колеса, обеспечивает уменьшение давления и подачи на 30...40% номин. значений.

ВЕНТИЛЯТОР ОСЕВОЙ — устройство, создающее перепады давления *воздуха* и др. *газа* для их перемещения при



Вентилятор осевой

1 — корпус; *2* — рабочее колесо; *3* — обтекатель; *4* — коллектор

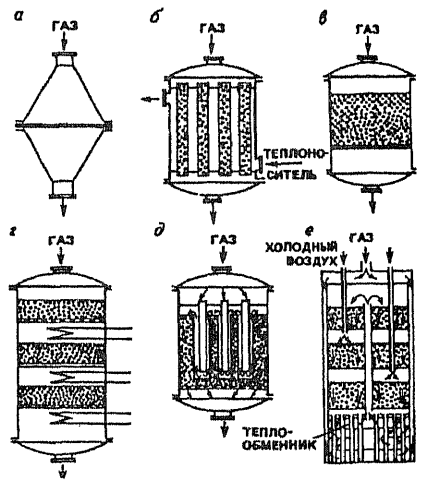


Каркас котельного агрегата
1 — мельничные шахты; *2* — колонна; *3* — барабан; *4* — коллекторы; *5* — площадки; *6* — горизонт. балки

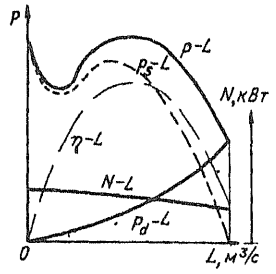
мент. Различают К.к. с самостоят. фундаментом, не связ. со строит. конструкцией здания, и совмещ. с несущими конструкциями здания. *Паровые* и *водогрейные котлы* малой произ-сти устанавливают на раму или спец. стойки, а обмуровку, гарнитуру и др. детали крепят к обвязочному каркасу. Несущий К.к. обычно выполняют раздел. на части, относящиеся к топочному устройству и конвективным поверхностям нагрева. Металлоемкость К.к. составляет 20—40% полной металлоемкости котла, зависит от мощности агрегата, вида сжигаемого *топлива*, конструкции и компоновки котла. К.к. представляет собой жесткую рамную конструкцию из стандартных металлич. профилей, изготовл. из малоуглеродистой стали, гл. об., Ст3. К.к. состоит из вертик. колонн, располагаемых по углам топочной камеры, и конвективного газохода, обвяз. поперечными балками, фермами и ригелями. К балкам и фермам крепятся барабаны, трубная система с коллекторами, обмуровка, площадки и лестницы. Ненагруж. ригели служат связями жесткости между колоннами.

На каркасы паровых и водогрейных котлов действуют след. осн. нагрузки: от веса агрегата; неравномерного расширения каркаса при его нагревании; от кратковрем. случайных сил, вызываемых землетрясением; от взрывов в *топке* или газоходах; от ветрового давления при открытой или полуоткрытой компоновке оборудования. Прочность и устойчивость К.к. обеспечиваются связями и горизонт. балками, жестко привар. к колоннам, а также за счет забетонирования колонн в фундаменте котла. Для агрегатов, работающих в сейсмич. областях, предусматривают спец. фермы и растяжки, связывающие каркасы соседних котлов. В агрегате небольшой паропроиз-сти колонны устанавливают только по углам топки и конвективной шахты. Колонны обычно выполняют из двух стальных швеллеров или двутавровых балок, жестко соединен. накладками из листовой стали; они передают на фундамент сосредоточ. нагрузки, достигающие 100 т и более. Во избежание чрезмерных уд. давлений на фундамент колонны снабжены опорными башмаками из листовой стали и угольниками. Нижняя плоскость башмаков рассчитана на допускаемое для материала фундамента напряжение сжатия и закреплена после выверки болтами или заделана в фундамент для увеличения жесткости колонн. Фундамент котла обычно не связывают с фундаментом здания, чтобы каждый из них имел независимую осадку. Для удобного и безопасного обслуживания котлов на К.к. крепят пост. площадки и лестницы с перилами высотой 1 м, со сплошной обшивкой перил в нижней части стальным листом высотой 100 мм. Ширину свободного прохода площадки для обслуживания *контрольно-измерительных приборов*, арматуры и др. работ принимают 800 мм. Лестницы должны иметь ширину не менее 600, высоту между ступенями до 200, ширину ступеней 80 мм. Площадки и лестницы изготовляют из листовой рифленой или полосовой стали с ячейкой 30х30 мм. Площадки состоят из металлич. рам, опирающихся на К.к. через укосины. Диаметр поручней 18—20 мм. Барабаны паровых котлов, коллекторы экранов, *пароперегревателей* и *экономайзеров* при нагреве удлиняются, поэтому для исключения больших темп-рных напряжений и возможного разрушения опорных конструкций их устанавливают на спец. *подвижные опоры*, закрепл. на горизонт. балках, или подвешивают к балкам на стальных хомутах или шарнирных тягах. К.к. монтируют блоками, но на монтажную площадку их поставляют отд. элементами. Монтаж К.к. разделяют на 2 этапа: подготовит. работы, включающие проверку правильности размеров собр. блоков и готовности фундамента, подготовку такелажной оснастки и механизмов и их установку в соответствии с проектом; собственно монтаж К.к., включающий транспортирование блоков в зону действия грузоподъемного механизма, строповку блока и установку его в проектное положение, раскрепление блока, выверку его положения, установку балок и ригелей, соединяющих блоки К.к. между собой, сварку узлов и установку элементов, монтируемых россыпью.

КАТАЛИТИЧЕСКИЙ РЕАКТОР — аппарат для очистки *газов* и *воздуха* от вредных компонентов, к-рые при этом нейтрализуются или превращаются в соединения, легко удаляемые из газовой смеси. Участвующие в процессе катализаторы (в виде слоя), активизируя хим. реакцию, остаются неизменными. По способу взаимодействия газов с катализатором К.р. подразделяют на следующие: с фильтрующим слоем катализатора; со взвешенным (кипящим) слоем катализатора; с пылевидным слоем катализатора. В термокаталитич. реакторах в одном корпусе находятся слой катализатора и подог-



Каталитический реактор с фильтрующим слоем катализатора
а — в виде металлич. сеток, натянутых по ходу движения газа; *б* — трубчатый контактный аппарат; *в* — в виде твердых тел различной формы, располагаемых на горизонт. решетках; *г* — многослойный; *д* — с трубками-теплообменниками; *е* — с теплообменником



Полная аэродинамическая характеристика вентилятора осевого

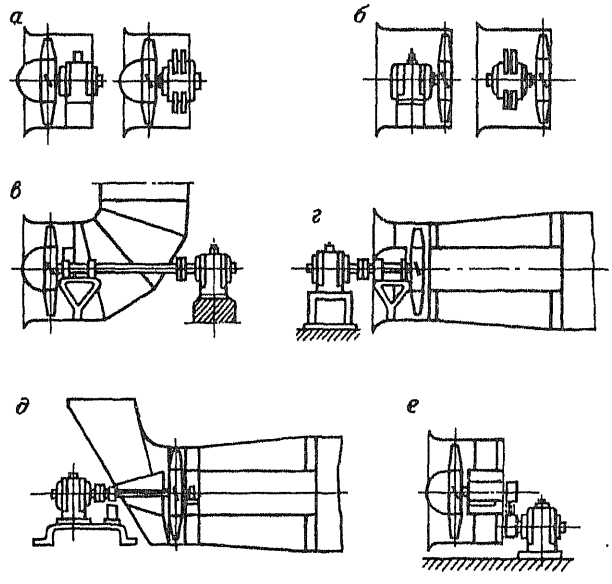
P — давление, P_s — давление статич.; P_d — давление динамич.; L — подача воздуха; N — мощность вентилятора; η — его кпд

проветривании помещений, транспортировке аэросмесей и т.п. Рабочее колесо, В.о. состоящее из консольных лопастей, закреплено на втулке под углом к плоскости вращения. Вращаясь, В.о. удерживается в осевом направлении и тянет на себя воздух, неск. закручивая его и перемещая вдоль оси. На входе в В.о. обычно устанавливают коллектор с наибольшим диаметром 1,2...1,4 и длиной 0,2...0,4 диаметра рабочего колеса. Отсутствие коллектора значит. ухудшает работу В.о.: давление, создаваемое в рабочих режимах, может уменьшаться на 10...20%, кпд — на 10...15%. К резкому снижению этих параметров приводит и отсутствие при входе обтекателя (кока). Выходные элементы, располож. в потоке воздуха за нагнетателем, влияют на изменение хар-к давления, хар-ки мощности при этом практически не меняются. Последние уменьшаются при увеличении подачи воздуха и близки к горизонт. линии, поэтому запуск в работу В.о. допустим при открытой задвижке, т.е. под нагрузкой.

Аэродинамич. схема вентилятора имеет следующие обозначения. Одноступенчатые вентиляторы обозначаются: К — схема с одним рабочим колесом; К + СА — схема, включающая кроме рабочего колеса спрямляющий аппарат; ВНА + К + СА — установка, оборудованная входным направляющим аппаратом; двухступенчатые — К + СА + К + СА, ВНА + К + НА + К + СА. К многоступенчатым относятся вентиляторы встречного вращения, у к-рых рабочие колеса вращаются в противоположных направлениях, а направляющий аппарат между ними отсутствует. Получив энергию в первом колесе, закрученный поток воздуха поступает во второе, к-рое закручивает его в противоположном направлении, продолжая передавать ему энергию. Эти В.о. могут иметь входной и выходной аппараты.

По назначению В.о. делят на вентиляторы общего назначения и специальные. Первые предназначены для перемещения чистого или малозапыленного воздуха, не содержащего взрывоопасных в-в, липкой, волокнистой и цементирующей пыли и агрессивных в-в при темп-ре до 40 °С. При более высоких темп-рах значит. ухудшаются условия *теплоотдачи* обмоток электродвигателя, находящегося обычно в потоке перемещаемого газа. К спец. относятся В.о., используемые для перемещения взрывоопасных и агрессивных примесей, шахтные, тоннельной вентиляции, потолочные и градирен, встроенные в технологич. оборудование, и т.п. В.о. для перемещения взрывоопасных примесей выполняют из разнородных металлов: проточная часть из стали (рабочее колесо) и латуни (обечайка в корпусе в зоне расположения рабочего колеса). При этом перемещаемая среда не должна иметь темп-ру выше 40 °С, вызывая ускорение *коррозии* материалов проточной части, содержать пыль и др. твердые примеси более 10 мг/м^3, а также взрывоопасной пыли, липких и волокнистых материалов. Шахтные вентиляторы используют в *вентиляционных системах* подземных выработок.

Схемы соединения вентиляторов осевых с электродвигателями



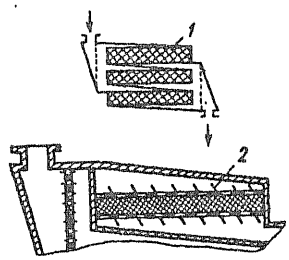
Вентиляторы тоннельной вентиляции служат для удаления теплоты, влаги, пыли, газов и поддержания в транспортных тоннелях требуемых метеорологич. условий и хим. состава воздуха. Их работа сопровождается поршневым действием транспортных средств (поездов метрополитена, ж.-д. и автомобильного транспорта). Потолочные вентиляторы (фены) применяют для турбулизации воздушной среды в помещениях, но иногда и для создания локального душирующего эффекта.

По направлению вращения лопастного рабочего колеса различают В.о. правые и левые. У В.о. правого вращения рабочее колесо, если смотреть на него со стороны входа воздуха, вращается по часовой стрелке. Номер В.о. определяет его размер, т.е. диаметр рабочего колеса в дм.

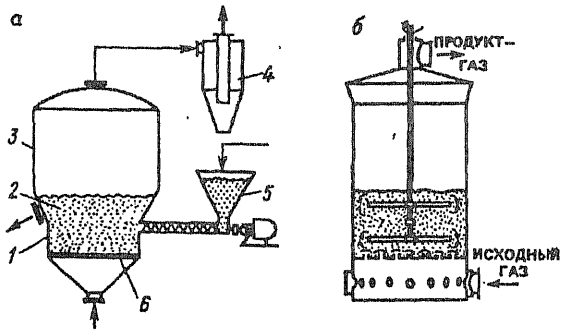
Номенклатура В.о., изготовляемых для пром. и гражданских зданий, довольно ограничена. Номенклатура шахтных В.о. и тоннельной вентиляции обширна и приведена в спец. справочных руководствах. Существуют разл. варианты создания В.о. с электродвигателями. В схеме *б* условия входа воздуха на рабочее колесо хуже, чем в схеме *а*, поскольку электродвигатель расположен перед ним. Схемы *в* и *д* применяют в случае, когда по правилам техники безопасности или по технологич. соображениям электродвигатель нельзя устанавливать в потоке перемещаемой среды (напр., агрессивной). Если по конструктивным соображениям невозможно установить электродвигатель внутри корпуса вентилятора, применяют схему *г*. Когда частоты вращения электродвигателя и рабочего колеса не совпадают, используют схему *е*.

Благодаря осевому направлению потока воздуха В.о. непосредственно присоединяют к трубопроводу. Для вентиляторных установок, работающих на всасывание, присоединит. элементами к сети могут быть: входная коробка или входное колено для присоединения к каналу, идущему от устья вентиляц. шахты; выходная часть, состоящая из примыкающего к вентилятору диффузора и поворотного участка за ним. Иногда за диффузором устанавливают шумоглушитель.

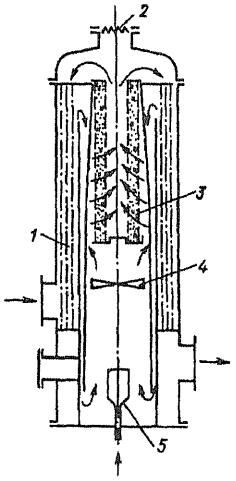
В.о. регулируют изменением угловой скорости вращения лопастного рабочего



Каталитический реактор для очистки отходящих газов от покрасочных камер в машиностроении
1 — катализатор; *2* — направляющие лопатки



Каталитические реакторы с кипящим слоем катализатора
а — со шнеком; *б* — с мешалкой; *1* — цилиндрич. часть реактора; *2* — мелкозернистый катализатор с диаметром частиц 0,5—1,5 мм; *3* — верхняя часть реактора; *4* — циклон; *5* — шнековое устройство для загрузки катализатора; *б* — газораспределит. решетка



Термокаталитический реактор
1 — рекуператор теплоты; *2* — взрывная мембрана; *3* — коаксиальная корзина с катализатором; *4* — вихревой смеситель; *5* — горелка

реватель. Реакторы используют для очистки газов от оксидов азота, диоксида серы, органич. в-в, оксида углерода. Очищаемые газы не должны содержать пыль и катализаторные яды.

КВАРТИРНОЕ ОТОПЛЕНИЕ — обогревание отд. жилой квартиры. Распространено водяное К.о. (см. также *Воздушное*, *Электрическое*, *Печное отопления*). Система *водяного отопления* жилой квартиры имеет обособл. источник теплоты (теплогенератор) и связ. с ним *теплопроводами отопительные приборы*, располож. приблизительно на том же уровне, что и теплогенератор. Система К.о. работает, как правило, с естеств. (гравитац.) циркуляцией *теплоносителя*, но может включать *циркуляционный насос*. Гравитац. система для К.о. применяется уже более 100 лет. За этот период изменялись и совершенствовались теплогенераторы и их топливо, трубы и отопит. приборы, использовались разл. схемы систем, но принцип устройства оставался одним и тем же: для создания устойчивой циркуляции воды одна из *магистралей системы отопления* прокладывалась под потолком отапливаемого помещения. Охлаждение *воды* в этой сравнительно высокорасполож. над теплогенератором магистрали и обеспечивает необходимое *давление циркуляционное*. Что же касается охлаждения воды в отопит. приборах, то центр ее охлаждения в них может оказаться не только не выше центра нагревания в теплогенераторе, но даже ниже его, что будет препятствовать естеств. циркуляции воды. Наиболее распространена *двухтрубная система отопления*, когда подающая магистраль размещается под потолком квартиры, обратная — у ее пола или в подпольном канале. Отопит. приборы — *радиаторы* присоединяются к трубам для движения воды в них сверху вниз. Применяется также горизонт. однотрубная система К.о., но и в этом случае одна из магистралей прокладывается под потолком.

Для вычисления естеств. циркуляц. давления в гравитац. системе К.о. необходимо знать темп-ру и плотность воды во всех ее точках. Т.о. при проектировании системы К.о. обязателен точный расчет *теплопередачи* через стенки труб для определения степени охлаждения протекающей в них воды. Наименьшее охлаждение ее, а следовательно, и меньшее естеств. циркуляц. давление получают в циркуляц. кольце через отопит. прибор, ближний к теплогенератору, вследствие малой длины труб. Поэтому через такой отопит. прибор в отличие от потокораспределения в насосной системе может протекать меньшее кол-во воды, чем через приборы, удал. от теплогенератора. При расчете площади нагреват. поверхности каждого радиатора системы К.о. учитывают уже известную *теплоотдачу* труб, прокладываемых в помещении, и темп-ру воды при входе ее в отопит. прибор и выходе из него. В этом особенность теплового расчета приборов системы К.о.

Система[1] К.о. может дополняться электрич. насосом для усиления циркуляции воды. Для этой цели предназначается спец. малошумный насос малой мощности, рассчит., напр., на подачу 500 кг/ч воды при давлении 4 кПа. Насосная система К.о. делается горизонт. однотрубной или двухтрубной с нижней прокладкой обеих магистралей. Насосной также является горизонт. система К.о., в к-рую греющая вода подается от распределит. коллектора, находящегося, как и сборный коллектор, на площадке лестничной клетки многоэтажного жилого здания и присоедин., в свою очередь, к стояку для отопления всех прилегающих к этой лестнице квартир.

КЕРАМИЧЕСКАЯ НАСАДКА ИЗЛУЧАТЕЛЯ — объемный блок с цилиндрич. отверстиями для прохода горящей газовоздушной смеси, темп-ра поверхности к-рой при этом повышается до 850—900°С с целью *лучистого отопления* помещения.

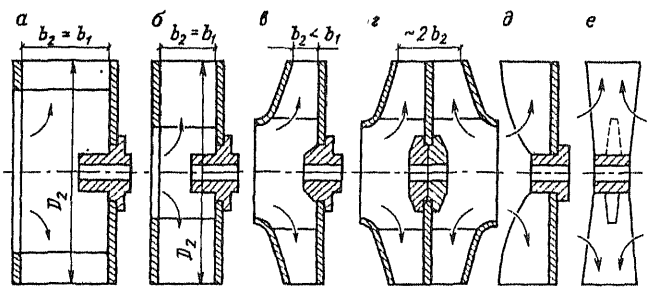
КЛАПАН (от нем. Klappe — крышка, заслонка) — деталь или устройство для управления расходом *воздуха*, *газа* или *пара* в машинах и *трубопроводах* изменением площади проходного сечения.

В *системах кондиционирования воздуха*, как правило, используют воздушные К. с поворотными стрелками. Эти К. подразделяют: по назначению — на проходные, смесит. и распределит.; по характеру действия — на регулирующие и двухпозиц. (запорные); по конструкции — на параллельно-створчатые и непараллельно-створчатые. Параллельно-створчатые — приемные с утепл. створками предназначены для отключения каналов забора наружного воздуха после выключения *кондиционера*. Для предотвращения смерзания створки оборудуют электрич. подогревом, к-рый включается перед пуском кондиционера. Проходные К. устанавливают на смесит. камерах в местах присоединения к ним воздуховодов рециркуляции или непосредственно в воздуховодах системы. Оси створок связаны общей тягой, присоединяемой к приводу — ручному, пневматич. или электрич. Пропорциональное регулирование расхода, темп-ры и влажности воздуха воздуш-

колеса; поворотом лопастей рабочего колеса; поворотом лопаток входного направляющего аппарата; дросселированием (см. *Регулирование вентилятора*).

ВЕНТИЛЯТОР РАДИАЛЬНЫЙ — устройство, создающее перепады давления *воздуха* и др. *газа* для их перемещения при проветривании помещений, транспортировке смесей и т.п., состоящее из спирального кожуха и снабженного лопатками рабочего колеса. Характеризуется небольшой массой, металлоемкостью и габаритами, высокой экономичностью, надежностью, технологичностью и незначит. эксплуатац. расходами. Рабочие колеса имеют различные конструктивные исполнения. Трехдисковые рабочие колеса (схема *г*) применяют в вентиляторах двухстороннего всасывания. Достоинство такой конструкции — в отсутствии осевого давления. Однодисковые рабочие колеса (схема *д*) используют в пылевых вентиляторах и вентиляторах высокого давления. Лопатки таких колес присоединяют к диску и ступице. Бездисковые рабочие колеса (схема *е*) с лопатками, присоедин. непосредственно к ступице, применяют в пылевых вентиляторах.

Конструкции рабочих колес вентиляторов радиальных (а), двухстороннего всасывания (б), высокого давления (в)



В.р. для *вентиляционных систем* изготовляют одно- и двухстороннего всасывания правого (по часовой стрелке) и левого (против часовой стрелки) вращения. Для В.р. установлено семь положений корпуса, определяемых углом его поворота относительно исходного нулевого положения. Углы поворота отсчитываются по направлению вращения рабочего колеса.

В.р. соединяют с электродвигателями след. способами: рабочее колесо закреплено непосредственно на валу электродвигателя с помощью: эластичной муфты, клиноременной передачи с пост. передаточным отношением, регулируемой бесступенчатой передачи через гидравлич. или индукторные (электрич.) муфты скольжения. Предусмотрено семь конструктивных схем соединения В.р. с приводом.

По назначению В.р. делят на вентиляторы общего и спец. назначения. Первые предназначены для перемещения воздуха и др. газовых смесей, агрессивность к-рых по отношению к углеродистым сталям обыкнов. качества не выше агрессивности воздуха с темп-рой до 80 °С, не содержащих пыли и иных твердых примесей в количестве более 100 мг/м^3, липких в-в и волокнистых материалов. Для вентиляторов двухстор. всасывания с расположением ременной передачи в перемещаемой среде темп-ра последней не должна превышать 60 °С. Их используют в системах *вентиляции* и *воздушного отопления* производств., обществ. и жилых зданий и для сан.-технич. и производств. целей.

Вентиляторы спец. назначения применяют в системах *пневматического транспорта*, для перемещения среды, содержащей агрессивные в-ва, газов с высокой темп-рой, газопаровоздушных взрывоопасных смесей и т.п. Их в свою очередь можно разделить на пылевые, коррозионно-стойкие, искрозащищ., тягодутьевые, малогабаритные, судовые, шахтные, мельничные и др. В обозначение пылевых вентиляторов добавлена буква П. Пылевые вентиляторы типа ЦП7-40 предназначены для перемещения невзрывоопасных неабразивных пылегазовоздушных смесей, агрессивность к-рых по отношению к углеродистой стали обыкнов. качества не выше агрессивности воздуха, имеющих темп-ру не выше 80 °С, не содержащих липких в-в и волокнистых материалов, с содержанием механич. примесей в перемещаемой среде до 1 кг/м^3. Их используют для удаления древесных стружек, металлич. пыли от станков, в системах пневмотранспорта зерна и для аналогичных целей.

В конструкциях коррозионностойких В.р., предназнач. для перемещения агрессивных смесей, применяют материалы, стойкие к этим смесям (нержавеющая сталь, титановые сплавы, винипласт, полипропилен), либо их прочную часть напыляют антикоррозионными покрытиями.

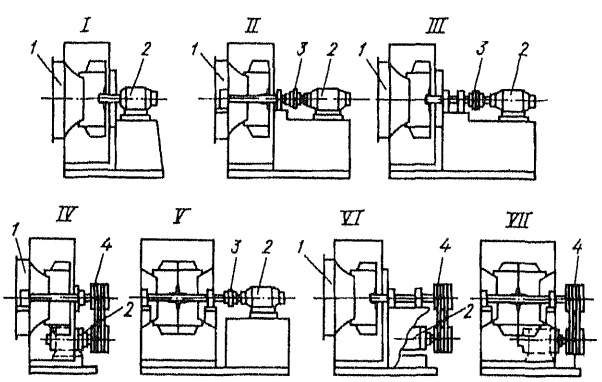
Искрозащитные В.р. подразделяют на: вентиляторы с повыш. защитой от искрообразования, в к-рых предусмотрены средства и меры, затрудняющие возникновение опасных искр только в режиме их норм. работы. Их изготовляют из алюминиевых сплавов или разнородных металлов; вентиляторы искробезопасные, имеющие средства и меры защиты от искрообразования как при норм. работе, так и при возможном кратковременном трении рабочего колеса о корпус. Их выполняют на основе алюминиевых сплавов с антистатич. пластмассовым покрытием — графитонаполненными полиэтиленом или пентапластом, к-рые выбирают в зависимости от хар-ки перемещаемых сред, т.е. от способности противостоять коррозионному воздействию. Для перемещения смесей, взрывающихся от удара, В.р. применять нельзя, в этих случаях используют *эжекторы*.

В зависимости от применения различают два типа тягодутьевых В.р.: дутьевые и *дымососы*. Первые предназначены для подачи воздуха в топочные камеры *котлоагрегатов* ТЭС или крупных пром. *котельных установок*. Дымососы используют для отсасывания дымовых газов с темп-рой до 200 °С из топок котлоагрегатов.

Мельничные В.р. предназначены для пневматич. транспортировки неагрессивной угольной пыли в системах *пылеп-*

Схемы соединения вентилятора радиального с электродвигателями

I — для В.р. небольших размеров; II, IV — при установке передней опоры и подшипника во входном отверстии; III — при совпадении вращения электродвигателя и В.р.; V, VII — для В.р. двухстороннего всасывания; VI — для присоединения В.р. к сети; 1 — всасывающий коллектор; 2 — электродвигатель; 3 — эластичная муфта; 4 — клиноременная передача



риготовления топлива котлоагрегатов и для подачи пылевидного топлива в пылеугольные и муфельные горелки. Их выполняют с учетом незначит. износа стенок спирального корпуса и рабочего колеса.

Малогабаритные В.р. с диаметрами рабочих колес менее 200 мм являются, как правило, встроенными.

Судовые В.р. используются в системах вентиляции машинно-котельных отделений, служебных и жилых помещений, а также для охлаждения приборов и механизмов. Судовые В.р. должны удовлетворять ряду спец. требований: быть виброударостойкими, создавать малый уровень шума, иметь небольшие габариты и массу, устойчиво работать в условиях крена и дифферента. Всем этим требованиям наиболее полно отвечают судовые вентиляторы с радиальными лопатками рабочего колеса единой серии ЦС.

Шахтные В.р. используют в вентиляц. системах шахт, рудников и метрополитенов для обеспечения больших расходов воздуха и давлений.

В соответствии с полным давлением, создаваемым при номин. режиме, В.р. подразделяют на вентиляторы низкого, среднего и высокого давления. Вентиляторы низкого давления создают полное давление до 1000 Па. К ним относятся В.р. бо́льшой и средней быстроходности, у к-рых рабочие колеса имеют широкие листовые лопатки. Допустимая скорость для таких колес не превышает 50 м/с. Вентиляторы среднего давления создают полное давление до 3000 Па. Их лопатки могут быть загнуты как по направлению вращения колеса, так и против него. Макс. скорость рабочего колеса может достигать 80 м/с. Вентиляторы высокого давления создают полное давление свыше 3000 Па. Рабочие колеса В.р., создающих давление до 10 000 Па, как правило, имеют лопатки, загнутые назад, т.к. они более эффективны. В случае широких колес (вентиляторы средней быстроходности) применяют профильные лопатки с плоским или слегка наклонным передним диском. Полное давление более 10 000 Па могут создавать лишь вентиляторы малой быстроходности с узкими рабочими колесами, напоминающими компрессорные.

По быстроходности В.р. делят на вентиляторы большой (коэфф. быстроходности 60...81), средней (30...60) и малой (11...30) быстроходности. В.р. большой быстроходности имеют широкие рабочие колеса с небольшим числом загнутых назад лопаток, коэфф. давления 0,9, макс. кпд может достигать 0,9. К В.р. средней быстроходности относятся как вентиляторы с колесом барабанного типа с загнутыми вперед лопатками и большим диаметром входа, у к-рых коэфф. давления близки к макс. возможным (≈ 3), а кпд достигает лишь 0,73, так и В.р., имеющие рабочие колеса значит. меньшей ширины с загнутыми назад лопатками, небольшими коэфф. давления (≈ 1) и кпд, достигающим 0,87. В.р. малой быстроходности имеют небольшие диаметры входа, довольно узкие рабочие колеса, незначит. ширину и раскрытие спирального корпуса, загнутые вперед или назад лопатки и макс. кпд не более 0,8.

В зависимости от компоновки В.р. делят на переносные, полустационарные и стационарные.

ВЕНТИЛЯТОРНЫЙ АГРЕГАТ — составная часть *установки кондиционирования воздуха*, предназнач. для перемещения через нее воздуха и транспортировки его по *воздуховодам* системы кондиционирования воздуха. В *кондиционерах* центральных и кондиционерах местных неавтономных используют *вентиляторы радиальные* различ. типов и размеров одно- и двухстороннего всасывания. Центральные кондиционеры имеют радиальный вентилятор одностороннего всасывания, снабженный установл. на раме направляющим аппаратом для регулирования подачи. Вентиляторы к электродвигателю присоединяют с помощью шкивов и клиноременной передачи. Раму вентилятора устанавливают на строит. фундаменте на пружинных виброизоляторах.

ВЕНТИЛЯЦИОННАЯ СИСТЕМА — гл. элемент *вентиляции*, состоящий из устройств для обработки и транспортировки вентиляц. воздуха. Включает в себя систему *воздуховодов* или каналов, устройства для забора из атмосферы наружного воздуха или выброса из нее загрязн. вытяжного воздуха, вентилятор (при искусств. побуждении движения воздуха), шумоглушители. Хар-ка В.с. пре-

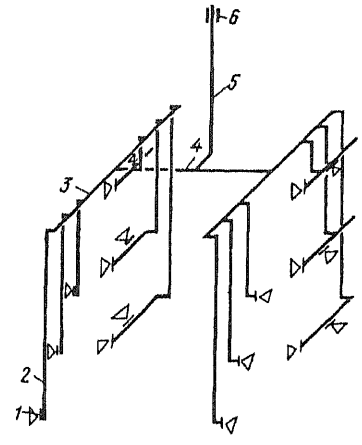


Схема общеобменной вытяжной канальной вентиляции с естеств. побуждением движения воздуха для секции 3-этажного жилого дома

1 — вход воздуха из кухни в систему; *2* — канал в кирпичной стене; *3* — сборный утепл. короб на чердаке; *4* — то же, объединяющий 2 части вентиляц. системы; *5* — утепленная вентиляц. шахта; *6* — дефлектор (или зонт), установл. на выходе воздуха из шахты в атмосферу

дусматривает такие ее особенности, как режим работы (периодичность, постоянство), сезонность работы, спец. назначение (аварийная, противопожарная и т.п.). Классифицируют В.с. по след. признакам: по виду вентиляции — общеобменные, местные; по функцион. назначению — приточные, вытяжные; по конструктивным особенностям — канальные и бесканальные; по способу побуждения движения воздуха — искусств. и естеств. По сочетанию этих признаков возможны 16 видов В.с. Наиболее распространены из них следующие. Общеобм. приточная канальная В.с. с искусств. побуждением движения воздуха применяется в производств. и обществ. зданиях. Если она обслуживает одно помещение, допускается рециркуляция воздуха. Используются все виды *воздухораспределителей*, в т.ч. и сосредоточ. подача воздуха в помещение. Общеобм. приточная бесканальная В.с. с искусственным побуждением воздуха представляет собой приточный агрегат, подающий воз-

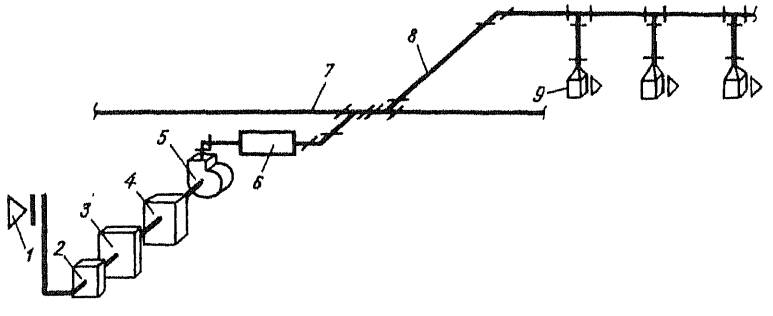
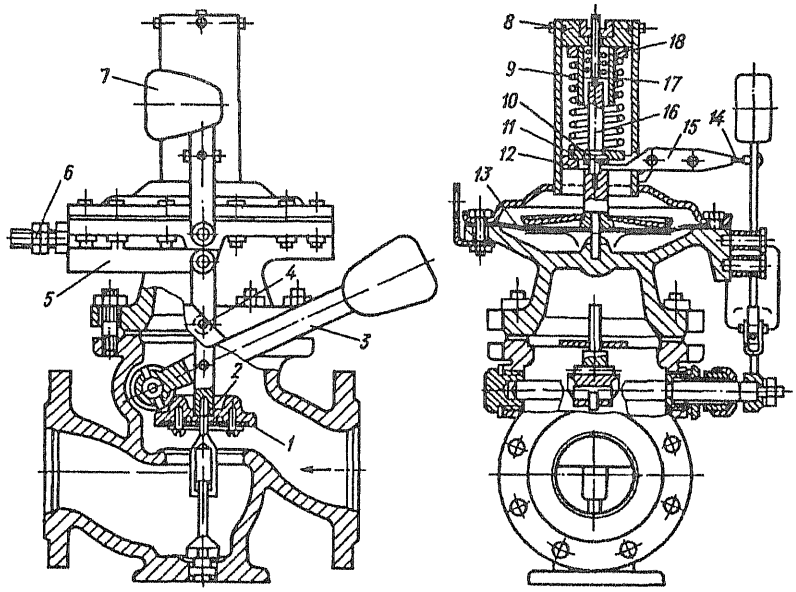
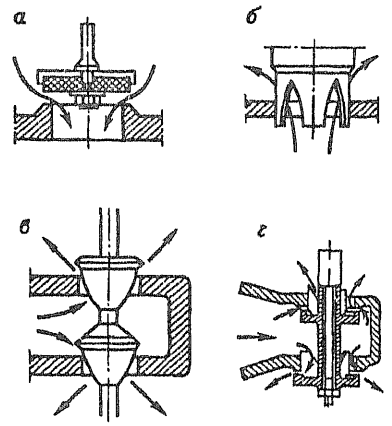


Схема общеобменной приточной канальной вентиляции с искусственным побуждением движения воздуха

1 — воздухозабор; *2* — утепленный клапан; *3* — фильтр; *4* — калориферная установка; *5* — вентилятор; *6* — шумоглушитель; *7* — магистр. канал (коллектор); *8* — ответвление; *9* — воздухораспределитель



Предохранительный запорный клапан ПКН (ПКВ)
1 — клапан; *2* — отверстие; *3* — рычаг; *4* — штифт; *5* — анкерный рычаг; *6* — штуцер; *7* — ударник; *8* — регулировочная втулка; *9* — пружина; *10* — шток; *11* — тарелка; *12* — крышка; *13* — мембрана; *14* — штифт; *15* — коромысло; *16* — регулировочный винт; *17* — гайка; *18* — малая пружина

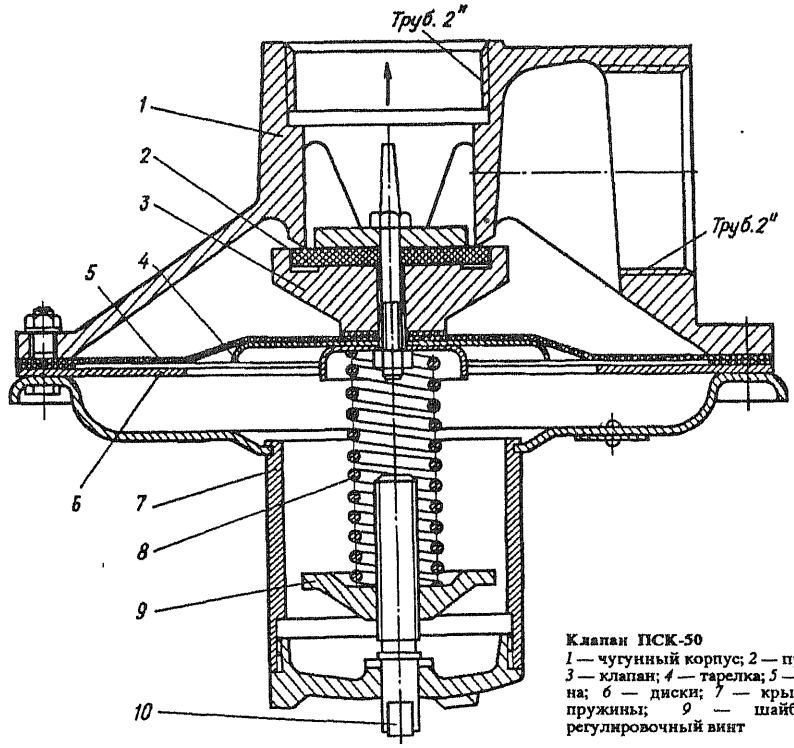


Схемы дроссельных клапанов
а — односедельный мягкий; *б* — с дроссельной поверхностью окнообразной формы; *в* — двухседельный пробкообразный; *г* — двухседельный тарельчатый

ным К. связано с его хар-кой, к-рая в общем случае может быть произвольной (линейной, нелинейной).

В *системе газоснабжения* используют предохранит. запорные, предохранит. сбросные и регулирующие К.

Предохранительный запорный К. — устройство, к-рое прекращает подачу газа потребителям при выходе контролируемого давления за установл. верхний или нижний предел и открывается только вручную. К. типа ПКВ отличается от К. типа ПКН более сильной пружиной, наличием дополнит. диска, уменьшающего эффективную площадь мембраны, и отсутствием тарелки мембраны, что позволяет настраивать его на более высокие давления срабатывания, чем ПКН. Поступление газа прекращается при посадке К. на седло в вентильном корпусе, к-рый через промежуточный шток соединен с рычагом. Когда К. и соединенный с его штоком рычаг подняты, штифт рычага сцеплен с крючком анкерного рычага, в выступ к-рого упирается нижним концом ударник. Чтобы он удерживался в вертик. положении, его штифт сцепляется с выступом на конце коромысла. Это сцепление возможно только в том случае, если давление газа под мембраной находится в пределах настройки. Подмембранную полость К. через штуцер соединяют с контролируемой точкой на газопроводе после регулятора. Если под мембраной давление газа возрастает до значения, превышающего заданный предел, то усилие, передаваемое через мембрану на шток, превысит усилие, создаваемое пружиной. Шток вместе с левым концом коромысла поднимается, и штифт ударника выходит из зацепления с коромыслом. Падая, ударник поворачивает анкерный рычаг. Под действием веса груза рычага и др. движущихся частей К. перекрывает проход газа.



Клапан ПСК-50
1 — чугунный корпус; *2* — прокладка; *3* — клапан; *4* — тарелка; *5* — мембрана; *6* — диски; *7* — крышка; *8* — пружины; *9* — шайба; *10* — регулировочный винт

Предохранительный сбросной К. — устройство, предназнач. для поддержания давления газа в сети на заданном уровне путем удаления в атмосферу нек-рого объема газа из газопровода.

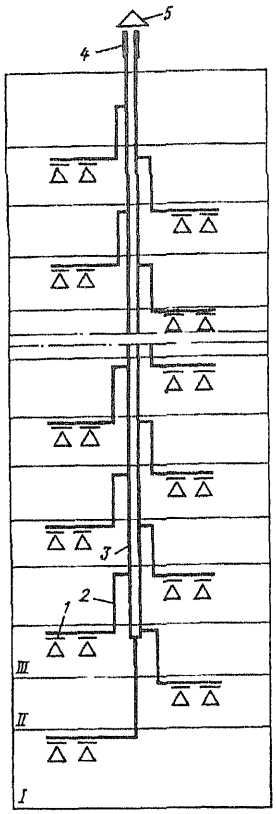


Схема общеобменной вытяжной канальной вентиляции с естеств. побуждением движения воздуха для многоэтажного здания

I, II, III — этажи; *1* — сборный поэтажный воздуховод; *2* — вертик. участок поэтажного воздуховода; *3* — вертик. коллектор системы; *4* — утепленная вытяжная шахта; *5* — зонт (дефлектор) на выходе воздуха из шахты в атмосферу

дух непосредственно в помещение с небольшим числом работающих, при отсутствии пост. рабочих мест. Используется для периодич. проветривания помещений с теплоизбытками и для вспомогат. помещений. Общеобм. приточная бесканальная В.с. с естеств. побуждением — это приточные отверстия (окна, аэрац. фрамуги) для аэрации производств. помещений со значит. теплоизбытками, жилых и обществ. зданий. Общеобм. вытяжная канальная В.с. с искусств. побуждением применяется в тех же случаях, что и общеобм. приточная. Общеобм. вытяжная бесканальная В.с. с искусств. побуждением используется для проветривания помещений с небольшим числом работающих, где воздух загрязнен вредными примесями; применяется как аварийная. Общеобм. вытяжная канальная В.с. с естеств. побуждением широко используется в жилых и небольших обществ. зданиях и гостиницах, в производств. помещениях с теплоизбытками. Движение воздуха по каналам (шахтам) в этих В.с. происходит за счет разности уд. веса воздуха снаружи и внутри здания.

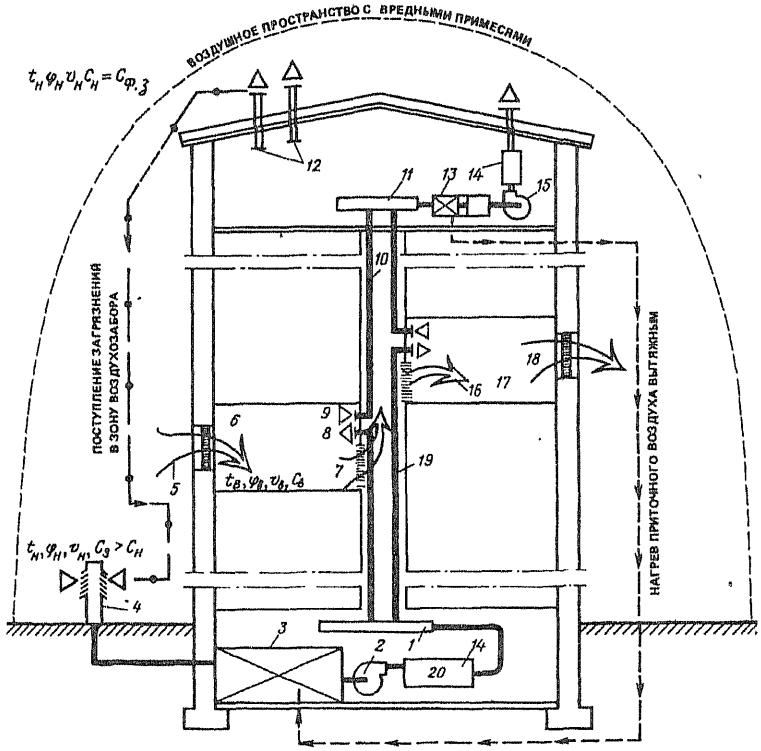
Общеобм. вытяжная бесканальная В.с. с естеств. побуждением — вытяжное отверстие (верхняя часть окна, верхний ряд окон, открытые фрамуги *фонаря аэрационного)* применяется для производств. помещений со значит. избытками теплоты. Широко используется местная приточная канальная В.с. с искусств. побуждением, т.е. система, подводящая воздух к *воздушным душам* в производств. цехах с высокой плотностью лучистого теплового потока. Местная приточная бесканальная В.с. с искусств. побуждением — это передвижная или стационарная установка для воздушного душирования, работающая на рециркуляции внутр. воздуха с его обработкой (увлажнение, охлаждение) и обслуживающая *местные отсосы* в производств. зданиях. В.с. остальных видов применяют в нашем климатич. поясе либо чрезвычайно редко, либо для разного рода технологич. вентиляц. установок.

ВЕНТИЛЯЦИЯ (от лат. ventilatio — проветривание) — комплекс устройств и мероприятий, предназнач. для удаления вредных выделений (избыточной *теплоты,* влаги, *газов, паров и аэрозолей*) из помещений и обеспечивающих в них темпру, влажность, подвижность, загрязненность и запыленность не выше верхнего допустимого предела.

История развития отечеств. техники В. насчитывает неск. веков. Первая теоретич. российская работа принадлежит перу М.В. Ломоносова (О вольном движении воздуха в рудниках примеченном, 1763). К плеяде славных имен отечеств. ученых и инж., оставивших заметный след в развитии техники и искусства В., относятся Н.А. Львов (1751...1803) и Н.А. Амосов (1787...1868) — авторы пневматич. печей (печного кондиционирования воздуха),

Технологическая схема вентиляции

1 — коллектор приточной системы вентиляции; *2* — вентилятор приточной установки; *3* — обработка приточного воздуха; *4* — воздухозабор приточной установки; *5* — поток инфильтрирующегося наружного воздуха; *6* — вентилируемое помещение №1; *7* — поток перетекающего воздуха; *8* — воздухораспределитель приточной системы; *9* — устройство для удаления вытяжного воздуха из помещения; *10* — воздуховоды вытяжной системы вентиляции; *11* — коллектор вытяжной системы вентиляции; *12* — шахты вытяжных систем для выброса воздуха в атмосферу; *13* — устройства для очистки вытяжного воздуха и утилизации теплоты; *14* — шумоглушители вытяжной вентиляц. установки; *15* — вентилятор вытяжной вентиляц. установки; *16* — поток перетекающего воздуха, поступающего в помещение; *17* — обслуживаемое помещение №2; *18* — поток эксфильтрирующегося внутр. воздуха; *19* — воздуховоды приточной системы вентиляции; *20* — шумоглушитель приточной вентиляц. установки; $t_в$, $\varphi_в$, $v_в$, $C_в$ — соответственно температура, относит. влажность, скорость (подвижность) воздуха и концентрация вредных примесей в нем; индексы в, н — внутр. и наружный воздух, фз — фоновая зона аэродинамич. следа



Предохранит. сбросные К. бывают пружинными, мембранными и жидкостными. В газорегуляторных пунктах применяют пружинные К. двух типов — малоподъемные и полноподъемные. У первых открытие затвора происходит постепенно, и поэтому их наз. К. пропорцион. действия. Вторые при определ. превышении давления в газопроводе открываются полностью рывком. Малоподъемные пропорцион. К. используют в системах с практически несжимаемыми жидкостями, где даже очень небольшой сброс ведет к резкому снижению давления.

К. типа СППКЧР применяют на газопроводах среднего и высокого давлений. Этот полноподъемный К. с рычагом для контрольной продувки предназначен для сброса газа непосредственно в атмосферу или через сбросный трубопровод.

В газорегуляторных пунктах используют мембранные малоподъемные пропорциональные и полноподъемные двухпозиционные К. Наличие у этих клапанов дополнительно эластичной мембраны расширяет область их использования.

Предохранит. сбросной К. мембранный малоподъемный ПСК-50 в верхней части чугунного корпуса имеет вертик. патрубок для присоединения сбросного трубопровода. Нижняя часть патрубка представляет собой седло, перекрываемое плунжером. При повышении давления газа в газопроводе сверх заданного мембрана вместе с плунжером опускается вниз, открывая проход газа в атмосферу.

Гидравлич. предохранитель работает как сбросное устройство пропорцион. действия. Его недостатки: громоздкость и огранич. область применения — только в системах газопроводов низкого или среднего (до 0,01—0,02 МПа) давления.

Регулирующие К. — дроссельные органы, к-рые путем изменения проходного сечения регулируют расход проходящего через них газа. Они могут быть одно- или двухседельными. Односедельный К. не разгружен, т.к. на него с противоположных сторон действуют разл. давления, создавая одностороннее усилие. Односедельные К. выполняют жесткими и мягкими. У мягких, нашедших широкое применение в регуляторах прямого действия, прокладку изготовляют из кожи или газостойкой резины. Двухседельные К. разгружены, поскольку давления, действующие на них, уравновешиваются, вследствие чего исключается влияние входного давления газа на регуляторы. Двухседельные К. имеют бо́льшую пропускную способность, чем односедельные, за счет увеличения суммарной площади отверстий для прохода газа. Их недостаток — негерметичность, связанная с трудностями посадки и притирки затвора одновременно в двух плоскостях и неравномерностью износа обоих седел. Эта особенность К. определяет область их применения: газорегуляторные пункты, питающие газом закольцов. системы газопроводов, крупные предприятия, электростанции и подобные им объекты с непрерывным круглосуточным потреблением газа.

Если по технологич. условиям требуется постепенное увеличение расхода газа по всей высоте подъема затвора, то применяют дроссельные органы пробко- и окнообразной формы. Регулировочной характеристикой дроссельного органа наз. зависимость относит. расхода газа (по отношению к макс. его расходу) от относит. перемещения затвора (по отношению к полному его перемещению). Хар-ку, построенную при пост. перепаде давления на дроссельном органе, наз. внутренней. Регулирующие К. выпускают с линейными, логарифмич. и параболич. внутр. характеристиками.

КЛАТРАТЫ (от лат. clathratus — защищенный решеткой) — кристаллич. соединения, включения, в к-рых молекулы соед.-"хозяина" образуют пространств. каркас, а молекулы соед.-"гостя" располагаются в его полостях, напр. в К. $Cl_2 \cdot 6H_2O$ молекулы Cl_2 занимают полости каркаса, образованного H_2O. Нек-рые К. используют в качестве рабочего тела аккумулятора теплоты фазового перехода *систем кондиционирования микроклимата* для накопления "холода" летом. Так, смесь хладагентов $f = 11$ и $R = 12$ с водой образует при темп-ре 9,2°С и атм. давлении бинарный кристаллич. состав ("теплый лед"), обладающий высокой теплотой плавления (270 кДж/кг).

КОАГУЛИРОВАНИЕ — один из наиболее распространенных методов очистки природных и сточных вод от вредных примесей. В основе его лежит *коагуляция* коллоидных и суспензир. загрязнений под действием *коагулянтов* и *флокулянтов*. К. включает в себя следующие операции и процессы: добавление к воде (дозирование) коагулянта (флокулянта), смешение его с водой (см. *Смеситель реагентов*), хлопьеобразование и отделение хлопьев коагулиров. частиц в осадок (см. *Отстойник*, *Фильтр*). Первые эксперименты по коагулированию воды были проведены в 1827, однако массовое применение К. в технологии очистки воды началось в 80-х годах прошлого столетия. Малорастворимые продукты гидролиза коагулянтов, взаимодействуя с частицами загрязнений воды, снижают степень их агрегативной устойчивости и формируют вместе с ними коагуляц. структуры — хлопья. Сначала образуются микрохлопья (30—100 мкм), затем хлопья (0,3—3 мм), различимые невооруженным глазом. Площадь поверхности твердого в-ва в хлопьях находится в пределах 200—600 $м^2/г$, а степень структурно-механич. гидратации, т.е. отношения объема жидкой фазы к объему твердой, достигает тысячи единиц. Полнота выделения хлопьев коагулиров. взвеш. в-в в осадок зависит от свойств хлопьев, важнейшими из к-рых являются плотность, прочность и адсорбционная способность. По данным эксперимент. исследований плотность составляет 1,01—1,1 $г/см^3$ в зависимости от содержания механич. примесей в обрабатываемой воде и дозы коагулянта. Прочность хлопьев характеризуется предельным напряжением сдвига 3—20 $мг/см^2$. Хлопья способны адсорбировать и хемосорбировать молекулы и макромолекулы минер. и органич. в-в. В частности, уд. сорбция гуминовых в-в, окрашивающих природную воду, на продуктах гидролиза алюминия может достигать 15 мг на 1 мг Al^{3+}. При этом 1 мг-экв/л $Al(OH)_3$ снижает цветность воды на 30—100 град. платино-кобальтовой шкалы. Наряду с жидкой и твердой фазами хлопья коагулиров. взвеш. в-в содержат пузырьки *газов* (*воздуха*, углекислоты), способных резко уменьшить скорость их осаждения в отстойниках и *осветлителях воды* и даже вызвать *флотацию природных и сточных вод*. Важнейшим свойством хлопьев является их способность к тиксотропной обратимости, т.е. к самопроизвольному восстановлению после механич. разрушения, вызванного, напр., интенсивным перемешиванием воды. Однако по мере старения структуры, с развитием кристаллизац. процессов, тиксотропия постепенно утрачивается.

Различают в основном два механизма процессов, происходящих при очистке воды коагулянтами: нейтрализация заряда частиц загрязнений и их обволакивание. Первый характерен б.ч. для мутных вод, второй — для вод малой и средней мутности (менее 200 мг/л). Оптим. значения pH составляют в обоих случаях 5,5—7,5. Наилучшее обесцвечивание достигается в узкой области оптимума pH: для сернокислого алюминия — 4,5—6,2, для хлорного железа — 3,5—5. Оптим. условиям К. и формирования хорошо отделяющихся в осадок хлопьев соответствует оптим. доза коагулянта, зависящая от темп-ры воды, солевого состава, концентрации твердой фазы, наличия мешающих примесей и т.д.

Оптимальную дозу коагулянта $Д$, мг/л, при обработке мутных вод принимают в зависимости от содержания в воде взвешенных в-в $С_{в\text{-}в}$, мг/л:

$С_{в\text{-}в}$	...	до 100	101-200	201-400	401-600	601-800
$Д$	...	25-35	30-45	40-60	45-70	55-80

Продолжение

$С_{в\text{-}в}$	...	801-1000	1001-1400	1401-1800	1801-2200	2201-2500
$Д$	...	60-90	65-105	75-115	80-125	90-130

Примечание. Меньшие значения доз относятся к воде, содержащей грубодисперсные взвешенные в-ва.

И.Д. Флавицкий (1828...1887) — создатель первых отечеств. сан.-гигиенич. норм, С.Б. Лукашевич (1850...1912), читавший первый курс и создавший первый учебник по В. (1880). Широко известны родоначальники соврем. петербургской и московской школ специалистов В. — Б.М. Аше (1884...1942) и В.М. Чаплин (1859...1931), к-рую пополнили В.В. Батурин (1890...1972), П.Н. Каменев (1891...1973), С.Е. Бутаков (1905...1968) и мн. др. Сложились школы инж., специализирующихся по В. пром. и обществ. зданий, по рудничной В.

Рабочим телом вентиляц. процессов является влажный атм. воздух. Действие В. обычно сводится к удалению вытяжным воздухом поступивших или образовавшихся в помещении вредных выделений и замене удаляемого воздуха чистым (в т.ч. и обработанным) приточным воздухом. Т.о. подаваемый в помещение вентиляц. воздух пост. разбавляет вредные выделения и, загрязняясь, уносит их из помещения. Кроме разбавления он может очищать помещение, вытесняя загрязн. воздух.

Выбор схемы подачи — удаления воздуха и определение *воздухообмена* в помещении зависят от его назначения, видов вредных выделений, места расположения в здании и т.д. Технич. решения и конструирование *вентиляционных систем* и вентиляц. камер для конкретных условий также зависят от назначения и конструктивного решения здания, от вида и категории вредности выделений в отд. помещениях, режима работы в течение суток, от категории пожаро- и взрывоопасности помещений и др. условий. Конструктивные решения устройств для забора воздуха снаружи здания и способа выброса вентиляц. воздуха выбирают с учетом места расположения здания в городе или на пром. площадке, кол-ва и категории вредности выбросов, метеорологич. условий. Поэтому при проектировании и эксплуатации В. необходимо решать вопросы, связ. с внутр., краевой и внешн. задачами воздушного режима здания. При проектировании В. любого здания учитывают допустимые параметры воздуха в каждом помещении. Выбор и расчет вентиляц. систем проводят с учетом норм и правил, выработ. на основе многолетнего опыта. Расчетные параметры климата для В. в холодный период года (параметры Б) совпадают с параметрами для расчета отопления и кондиционирования воздуха (средняя темп-ра воздуха самой холодной пятидневки и соответствующая *энтальпия влажного воздуха*). Для теплого периода года параметры наружного воздуха для В. выбираются ниже (параметры А), чем для расчета кондиционирования воздуха. Сезонная необеспеченность расчетных условий для В. в теплый период — около 400 ч. Допустимый уровень параметров (темпра, влажность, подвижность и концентрация вредных примесей) внутр. воздуха в вентилируемом помещении определяется по сан.-гигиенич. требованиям или требованиям технологич. процесса. В нек-рых случаях параметры внутр. воздуха принимают с учетом повышения долговечности и сохранности строит. ограждающих конструкций. Источник вредных выделений в вентилируемом помещении — находящиеся в нем люди, солнечная радиация, освещение, работающие *отопительные приборы системы отопления*. В производств. помещениях вредные выделения поступают от технологич. оборудования, материалов, полуфабрикатов и готовой продукции, работающих электродвигателей, технологич. трубопроводов и пр. Теплоизбытки и влаговыделения в помещение условно наз. вредными выделениями. В помещениях, где выделяются теплота и водяные пары, допускается рециркуляция внутр. воздуха (в т.ч. при выделении вредных в-в третьего и четвертого классов опасности.). Подачу воздуха в помещение (приток) осуществляют с помощью приточных вентиляц. систем; удаление (вытяжку) — вытяжных. Обработка приточного и вытяжного воздуха происходит в оборудовании, располагаемом обычно в вентиляц. камерах. Там же устанавливают вентиляторы, если предусмотрено механич. побуждение воздуха. В нек-рых случаях движение воздуха в системах В. происходит за счет гравитац. сил и действия ветра. Это системы с естеств. побуждением движения воздуха. Если вентиляц. процесс осуществляется в объеме всего помещения, то В. наз. общеобменной. Вентиляц. воздух подается к рабочим местам или в определ. зону помещения *местной приточной вентиляцией*. Из мест выделения теплоты, влаги и вредных примесей загрязн. воздух удаляется *местной вытяжной вентиляцией*. Местная В. всегда более эффективна, чем общеобменная, однако не всегда осуществима. См. также *Вентиляция аварийная, Вентиляция естественная, Вентиляция искусственная, Вентиляция местная, Вентиляция производственных зданий, Местная вытяжная вентиляция, Местная приточная вентиляция*.

ВЕНТИЛЯЦИЯ АВАРИЙНАЯ — система устройств, обеспечивающих удаление дыма при пожаре или вредных газообразных примесей, поступивших в помещение при аварийной ситуации. Это, как правило, вытяжные установки, включающиеся автоматически и обеспечивающие бóльшие по сравнению с обычной *вентиляцией* расходы *воздуха*. При пожаре для предотвращения задымления предусматриваются приточные установки, подающие воздух без подогрева в лестничные клетки и др. проходы для эвакуации людей. При аварийных выбросах вредных в-в в помещение приток в него происходит за счет перетекания воздуха из смежных помещений. Расчет требуемого *воздухообмена* при аварийном режиме производят с учетом нестационарности процесса, решая уравнение газового баланса помещения, записанное в дифференц. форме.

ВЕНТИЛЯЦИЯ ЕСТЕСТВЕННАЯ — перемещение *воздуха* с целью создания *воздухообмена* за счет действия гравитац. сил и ветрового давления.

ВЕНТИЛЯЦИЯ ИСКУССТВЕННАЯ — механич. перемещение *воздуха* с целью создания *воздухообмена*, осуществляемое воздуходувными машинами — вентиляторами, компрессорами и т.п.

ВЕНТИЛЯЦИЯ МЕСТНАЯ — способ организации *воздухообмена* в вентилируемом помещении, при к-ром приток *воздуха* подают непосредственно на *рабочее место*, а вытяжку осуществляют от места образования вредных выделений. В.м. позволяет поддерживать заданные параметры воздушной среды лишь на рабочих местах, добиваясь миним. объемов воздухообмена, высоких экономичности и эффективности. По назначению различают приточные и вытяжные системы В.м. Примерами приточных систем являются: воздушное душирование рабочих мест (см. *Воздушный душ*), "воздушные оазисы", приточные системы вентиляции закрытых постов управления и кабин крановщиков. Если в цехе значит. теплоизбытки, а условия работы требуют оперативного вмешательства в технологич. процесс вблизи обслуживаемого агрегата, то применяют душирование ниспадающим воздушным потоком рабочих мест операторов. Необходимые параметры воздушной среды на рабочем месте создаются нач. участком ниспадающей струи, ось к-рой перпендикулярна плоскости пола. Это определяет большие размеры приточного *насадка*. В его конструкции предусмотрен элемент, обеспечивающий равномерное скоростное поле воздушного потока на выходе. Скорость воздушного потока не превышает 0,8 м/с, высота над уровнем пола — 2 м. Подвижность воздуха в помещении, превышающая 0,3...0,4 м/с, отклоняет струю от расчетной траектории. Защита рабочего места от боковых воздушных токов осуществляется кольцевой воздушной завесой, создаваемой струей, выходящей через щель по периметру приточного насадка. В завесу подается воздух из помещения, а в ниспадающей поток — кондиционированный воздух.

Оптимальную дозу коагулянта, мг/л, при обработке цветных вод рассчитывают по формуле безводного продукта $Д_к = 4\sqrt{Ц}$, где $Ц$ — цветность, град. платиново-кобальтовой шкалы.

Дозу подщелачивающего реагента, мг/л, необходимого для улучшения процесса хлопьеобразования, определяют по формуле $Д_к = K(Д_к/e - Щ + 1)$, где $Д_к$ — максимальная доза безводного коагулянта, мг/л; e — эквивалентная масса коагулянта (безводного), мг/мг-экв, принимаемая равной для $Al_2(SO_4)_3$ — 57, для $FeCl_3$ — 54, для $Fe_2(SO_4)_3$ — 67; $Щ$ — минимальная щелочность коагулируемой воды, мг-экв/л; K — коэфф., равный 28 для извести (по CaO) и 53 для соды (по Na_2CO_3).

Дозы коагулянтов и вспомогат. реагентов выбирают путем пробного К. образцов воды в лабораторных условиях.

При правильной организации К. наряду с удалением из воды дисперсных примесей происходит частичная или полная очистка воды от нек-рых истинно раствор. примесей, способных химически взаимодействовать с катионами Al^{3+} и Fe^{3+} и продуктами их гидролиза — ПАВ, фосфатов, пестицидов, радиоактивных изотопов. В процессе К. из воды эффективно удаляются планктон, водоросли, бактерии, вирусы. К. хорошо сочетается с другими способами обработки воды (напр., окислением, природными и искусств. сорбентами). Для интенсификации К. воды, к-рое особенно необходимо как способ повышения ее качества на перегруж. очистных сооружениях, используют реагентные и безреагентные методы. К числу первых относится применение флокулянтов и замутнителей; к числу вторых — создание наиболее благоприятных условий перемешивания коагулянтов с водой (в т.ч. пневматич. перемешивания); подогрев воды; использование рацион. способов дозирования коагулянтов; рециркуляция осадка. При обработке коагулянтами маломутных вод процесс хлопьеобразования протекает вяло, а вода, выходящая из очистных сооружений, содержит в недопустимых кол-вах остаточные алюминий и железо. Хлопьеобразование можно интенсифицировать путем добавления к воде минер. замутнителей, частицы к-рых играют роль дополнит. центров хлопьеобразования, утяжеляют хлопья и повышают степень очистки воды за счет протекающих на их поверхности сорбц. процессов. Наиболее распространенные замутнители — глины, чаще всего бентонитовые и каолиновые. Иногда применяют тонкоизмельченный карбонат кальция, соли бария, магнетитовый порошок, золы, цемент и др. замутнители. Хлор и др. окислители, разрушая гидрофильные органич. соединения, облегчают условия протекания коагуляции. Особенно эффективно предварит. хлорирование при обработке цветных вод: наряду с экономией коагулянтов происходит частичное или полное удаление из воды вредных для здоровья тригалогенметанов — продуктов взаимодействия хлора с органич. компонентами.

Подбор наиболее рацион. способов дозирования коагулянтов основан на макс. использовании каталитических эффектов. В зависимости от качества исходной воды и вида коагулянта (флокулянта) может быть применен один из след. способов. Фракционированное, или дробное К., — когда потребное кол-во коагулянта добавляют к воде не одной, а двумя-тремя последоват. порциями. Концентрированное К., — когда все потребное кол-во коагулянта вводят лишь в часть обрабатываемой воды (с последующим смешением с основным потоком). Прерывистое, или периодическое К., при к-ром происходит чередование периодов подачи в обрабатываемую воду норм. или увелич. доз коагулянта и полного прекращения К. Возможно сочетание перечисленных способов ввода коагулянта.

КОАГУЛЯНТЫ, коагулирующие агенты (от лат. coagulatio — свертывание, сгущение) — в-ва, введение к-рых в жидкую среду, содержащую мелкие дисперсные частицы, вызывает *коагуляцию*. В практике очистки питьевых и сточных вод в качестве К. применяют гл. обр. соли алюминия, соли железа и их смеси в разных пропорциях (см. таблицу).

В отдельных случаях при очистке сточных вод в качестве К. используют алюмо- и железосодержащие отходы произва: шламы, травильные р-ры и пр. Сульфат алюминия получают обработкой серной к-той сырой или обожженной глины (каолин, бокситы, нефелин и др.) с последующей фильтрацией р-ра, упаркой и кристаллизацией. Иногда применяют способы хим. или электрохим. растворения алюминиевых листов и стружки в р-рах серной к-ты. Исходным сырьем для получения алюмината натрия и оксихлорида алюминия служит свежеосажд. гидроксид или оксид алюминия. Первый из названных К. получают растворением сырья в разбавленной щелочи, второй — в разбавленной к-те. При использовании в качестве электролита соляной к-ты можно получить оксихлорид алюминия, затрачивая на 1 кг продукта около 1 кВт·ч электроэнергии.

Хлорное железо обычно получают обработкой хлором железного лома, иногда непосредственно на водоочистных станциях. Реже применяют анодное растворение железа в р-ре поваренной соли. Железный купорос получают из р-ров, образующихся при травлении металла, а хлориров. железный купорос —

Виды и состав наиболее распространенных коагулянтов

Коагулянты	Хим. формула	Содержание, % массы	
		Al_2O_3 или Fe_2O_3	нерастворимых примесей
Алюминийсодержащие			
Сульфат алюминия:			
неочищенный	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	>9	<23
очищенный	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	>13,5	<1
	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$	17–19	–
Алюминат натрия	$NaAlO_2$	45–55	6–8
Полихлорид (оксихлорид) алюминия	$Al_2(OH)_nCl_{(6-n)}$	40–44	–
Квасцы:			
алюмокалиевые	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	10,2–10,7	0,04–0,2
аммиачные	$NH_4Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	11,0–11,2	–
Железосодержащие			
Железо хлорное	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	>95	–
Железный купорос	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	>47	<1
Хлориров. железный купорос	$Fe_2(SO_4)_3 + FeCl_3$	–	–
Серно-кислая окись железа	$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 2H_2O$	68–76	<40

Для пультов управления в машинных залах ТЭС разработан способ приточной В.м., получивший назв. "воздушный оазис". Пульт управления огораживают остекл. перегородками-ширмами высотой 2,2...2,5 м, в одной или в нескольких из к-рых имеются двери. Приток воздуха подают с малыми скоростями через приточные отверстия в тумбочках. Охлажд. воздух создает в объеме, огранич. перегородками, необходимый микроклимат. Нагреваемый теплоисточниками воздух уходит в машинный зал. Достоинством "воздушного оазиса" является возможность создания необходимого микроклимата в сравнит. большом объеме; недостатком — затрудненность перемещений оператора с целью предотвращения аварийных ситуаций. В металлургии (прокатные станы) и нек-рых др. отраслях пром-ти при высокоавтоматизиров. произ-ве системы приточной В.м., обслуживающей лишь посты управления, устраивают в спец. часто отд. стоящих постройках. В.м. кабин крановщиков в загазов. цехах осуществляется наружным воздухом в условиях перемещения крана вдоль цеха. Одно из технич. решений состоит в прокладке вдоль подкранового пути магистр. *воздуховода* прямоугольного сечения, в нижней плоскости к-рого устроены воздухоприточные патрубки. Каждый из них имеет клапан с электромагнитным приводом. Снизу к патрубкам по всей длине магистр. воздуховода прикреплен плоский металлич. экран с воздухоприточными отверстиями, по к-рому скользит воздухоприемник, сообщающийся с кабиной посредством воздуховода.

Практика вентиляции выработала следующие виды местных отсосов: *укрытие кожуховое, вытяжной шкаф, отсос воздуха витринный, вытяжной зонт, вытяжная воронка, панель равномерного всасывания воздуха, отсосы воздуха бортовой, боковой и кольцевой.* Перечисл. выше виды местных отсосов условно можно разделить на 3 группы: полностью закрытые, полуоткрытые и открытые. Полностью закрытые отсосы — составная часть корпуса машины или аппарата, имеют щели и неплотности, иногда отверстие. К ним относятся кожухи. Полуоткрытый отсос представляет собой укрытие с рабочим проемом, внутри к-рого находится источник вредных выделений. В эту группу входят вытяжные шкафы и витринные отсосы. В укрытиях открытого типа непроницаемые ограждения типа стенок отсутствуют. Локализация осуществляется преимущественно соответствующими направлением и скоростью воздушных потоков, а местный отсос располагается сбоку или сверху источника вредных выделений. К отсосам этого типа относятся вытяжные зонты и воронки, бортовые, боковые и кольцевые отсосы, панели равномерного всасывания.

К местным отсосам предъявляются технологич. требования: источник вредных выделений должен быть макс. укрыт; рабочий проем должен иметь миним. возможные по условиям технологич. процесса размеры; укрытие не должно мешать работе и снижать произ-сть труда; должно иметь простую конструкцию и малое гидравлич. сопротивление, легко сниматься для очистки и ремонта; вредные выделения из отсоса должны удаляться в направлении их естеств. движения. Принято считать, что объем удаляемого от отсоса воздуха должен быть пропорционален кол-ву вредных выделений. Необходимо стремиться к уменьшению объема вытяжки, т.к. на компенсацию удаляемого воздуха расходуются электроэнергия и теплота. Предпочтительно располагать укрытие т.о., чтобы для улавливания вредных выделений использовалась кинетич. энергия потока загрязн. воздуха. Объем вытяжки в этом случае будет миним. при необходимой эффективности укрытия. По технологич. причинам это условие не всегда удается выдерживать, что приводит к повыш. расходам воздуха.

Характер вредных выделений оказывает влияние на конструирование и аэродинамический расчет сети воздуховодов (см. *Пневматический транспорт, Аспирация*).

ВЕНТИЛЯЦИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ — раздел *вентиляции*, объединяющий методич. приемы, схемные и конструктивные решения и методы расчета, характерные для обществ. и жилых зданий разл. типов. Специфич. особенности обществ. зданий — многоэтажность, большая протяженность поэтажных коридоров, наличие вертик. связей между этажами (лестничные клетки, лифтовые шахты), большая разнородность помещений по видам вредных выделений, требования к внутр. климату, режимам работы. Как правило, часть помещений обществ. зданий требует *кондиционирования воздуха.* Кроме обеспечения допустимых или оптим. условий в обслуживаемой зоне помещений *вентиляционные системы* и *системы кондиционирования воздуха* позволяют управлять потоками воздуха между смежными помещениями (см. *Перетекание воздуха*). Иногда вентиляционные системы совмещают ф-ции *отопления* в рабочее и нерабочее время суток. Режим работы вентиляц. систем учитывают при проектировании противопожарной защиты здания. Для В.о.з. используют общеобменные и местные системы вентиляции всех типов.

Способ подачи приточного воздуха, схема организации *воздухообмена* зависят от назначения здания и помещения и климатич. хар-к р-на постройки. В зависимости от р-на постройки и категории в обществ. зданиях предусматривают либо вентиляцию и кондиционирование воздуха в отд. помещениях, либо кондиционирование воздуха повсеместно. Приточные и вытяжные системы в этих зданиях разветвл., требуют наладки и сезонного регулирования. Для предотвращения их сезонной разрегулировки предусматривают повыш. сопротивление ответвлений от магистр. воздуховодов (коллекторов) и установку регуляторов постоянства расхода. Подачу на этаж и удаление воздуха с каждого этажа осуществляют с помощью вертик. каналов; раздачу воздуха по помещениям этажа и удаление его из них — горизонт. *воздуховодов*, пролож. в подшивных потолках (с соблюдением противопожарных требований к вентиляц. системам). В системах воздуховодов необходимо устраивать шумопоглощающие вставки (акустич. развязки), чтобы шум из одних помещений не проникал в др. Для кондиционирования воздуха в кабинетах обществ. зданий наиболее широкое распространение получила центр. система с эжекц. доводчиками. Применяют также местные автономные *кондиционеры.* Актовые залы обслуживают центр. кондиционеры с рециркуляцией воздуха, обеспечивающие подачу наружного воздуха в пределах сан. нормы. Здания гостиниц в зависимости от их класса оснащают вентиляц. системами с естеств. или механич. побуждением движения воздуха или системами кондиционирования воздуха. Воздух подается в номера из расчета не менее 50 $м^3$/ч наружного воздуха на одного проживающего, загрязн. воздух удаляется через сан. кабину. Вентиляц. оборудование с учетом круглосуточной работы следует резервировать. Кондиционирование воздуха предусматривают в гостиницах высшей категории. Наиболее целесообразной для гостиниц признана комбинир. система кондиционирования воздуха. Заданный темп-рный режим поддерживают с помощью вентиляторных доводчиков, включаемых по желанию проживающих в номере гостиницы.

Особенностью вентиляции лечебно-профилактич. учреждений является обязат. выполнение ф-ций управления перетеканием воздуха между смежными помещениями. Организов. перетекание воздуха необходимо для обеспечения требуемых сан.-гигиенич., метеорологич. и стерильных условий. В очень чистых помещениях — операц., послеоперац., послеродовых палатах и др. аналогичных помещениях устраивают кондиционирование воздуха с супертонкой очисткой и стерилизацией приточного воздуха. От остальных эти особо чистые

путем дополнит. обработки этих р-ров хлором.

Серно-кислое окисное железо производят путем обработки окиси железа серной к-той. В качестве сырья используют пиритные (колчеданные) огарки — отходы серно-кислотного произ-ва. К. изготовляют и поставляют в виде кусков, плит, порошка, гранул или в виде р-ров разной концентрации. При растворении коагулянтов в обрабатываемой воде катионы алюминия и железа диссоциируют с образованием аквакомплексов и в результате гидролиза формируют малорастворимые гидрокомплексы. Напр., для $Al(H_2O)_6^{3+}$:

$$Al(H_2O)_6^{3+} \rightleftarrows [Al(H_2O)_5(OH)]^{2+} + H_2;$$

$$[Al(H_2O)_5(OH)]^{2+} \rightleftarrows$$

$$\rightleftarrows [Al(H_2O)_4(OH)_2]^{+} + H_2;$$

$$[Al(H_2O)_4(OH)_2]^{+} \rightleftarrows$$

$$\rightleftarrows [Al(H_2O)_3(OH)_3]^{\circ} + H_2;$$

$$[Al(H_2O)_3(OH)_3]^{\circ} \rightleftarrows$$

$$\rightleftarrows [Al(H_2O)_2(OH)_4]^{-} + H_2.$$

Глубина и скорость гидролиза зависят от концентрации и свойств гидроксокомплексов, солевого состава очищаемой воды и ее темп-ры. Наряду с гидролизом происходит полимеризация продуктов с образованием высокозаряж. соединений. Например, $Al(OH)_2^{+} \rightarrow$

$$\rightarrow Al_6(OH)_{12}^{6+} \rightarrow Al_{10}(OH)_{22}^{8+} \rightarrow Al_{24}(OH)_{60}^{12+}$$

$$\rightarrow Al_{54}(OH)_{144}^{18+}.$$

Значения pH воды, при к-рых продукты гидролиза К. обладают наименьшей растворимостью и соответственно в наименьших кол-вах содержатся в воде в растворенном состоянии, составляют 4,5—8,0. Смеси солей железа и алюминия рекомендованы в соотношениях 1:1 — 2:1. Наблюдаемое для смесей К. расширение зоны оптим. значений pH можно объяснить большим разнообразием продуктов гидролиза со своими индивид. свойствами, а ускоренное осаждение хлопьев — изменением структуры за счет более плотной упаковки скоагулиров. частиц. Иногда в качестве К. для очистки воды используют соли магния, образующие малорастворимые продукты при pH = 10,9...11,2.

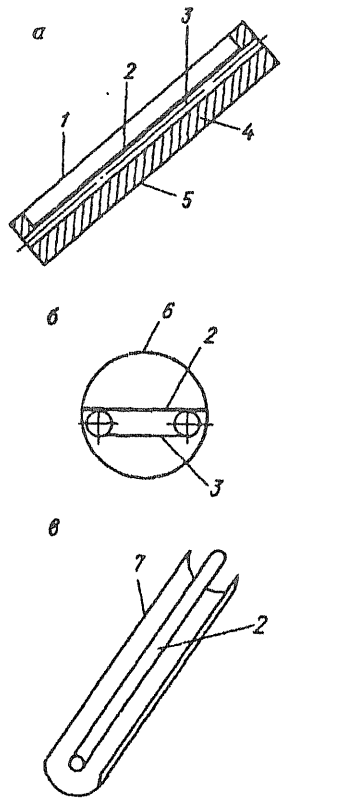
КОАГУЛЯЦИЯ — соединение частиц коллоидной системы при их столкновениях в процессе теплового движения, перемешивания или направленного перемещения в силовом поле. К. — самопроизвольный процесс, являющийся следствием стремления коллоидной системы к состоянию с более низкой свободной энергией. Частицы неспособны к К., если они агрегативно устойчивы из-за наличия электрич. заряда и (или) адсорбционно-сольватного слоя на их поверхности. Агрегативную устойчивость можно нарушить введением коагулирующих в-в — *коагулянтов*. В результате К. образуются агрегаты — более крупные (вторичные) частицы. Исходные (первичные) частицы связаны в них силами молекулярного взаимодействия непосредственно или через прослойку окружающей среды. Процесс К. лежит в основе *коагулирования* воды.

КОАГУЛЯЦИЯ КОНТАКТНАЯ — процесс, осуществляемый в фильтрах с движением воды снизу вверх (см. *Осветлитель контактный*), при к-ром коагулирующ. реагент вступает в контакт с образовавшимися ранее хлопьями коагулянта, взвеш. в-вами, зернистой и пористой загрузками *фильтров*. Преимущества К.к. по сравнению с обычной объемной в следующем: протекает она быстрее, менее чувствительна к темп-ре, возможна даже при низком щелочном резерве воды, требует на 10—15% меньших доз *коагулянтов*.

КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ — см. *Теплота*.

КОЛЛЕКТОР СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ — горизонт. отрезок *теплопровода* (трубы или каналы) относительно увелич. диаметра. Предназначается: для распределения (распределит. коллектор) или сбора (сборный коллектор) *теплоносителя* из отд. частей *системы отопления* через привар. патрубки по числу этих частей; для подведения или отведения теплоносителя из колонок *отопительного прибора* (напр., радиатора типа РСВ, см. *Радиатор*). На распределит. и сборном К.с.о. устанавливают контрольно-измерительные приборы, а на распределит., кроме того, предохранит. клапан.

КОЛЛЕКТОР СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ (К.с.э.) — гелиоприемник, составная часть системы *солнечного отопления*, предназнач. для улавливания солнечного излучения, преобразования его в *теплоту* и нагревания воды, воздуха и др. жидкой или газообразной среды. В *активных системах солнечного отопления* и горячего водоснабжения обычно используются плоские К.с.э., иногда вакуумир. стекл. трубчатые коллекторы, реже — фокусирующие К.с.э., в к-рых плотность потока солнечного излучения повышается благодаря концентрированию с помощью



Коллектор солнечной энергии
а — плоский; *б* — вакуумированный; *в* — фокусирующий; *1* — остекление; *2* — зачерненная лучепоглощающая поверхность; *3* — трубка (канал) для движения теплоносителя; *4* — теплоизоляция; *5* — корпус; *6* — стеклянная вакуумированная труба; *7* — параболоцилиндрический отражатель

зеркальных отражателей или линз. Плоский К.с.э. состоит из прозрачной изоляции, зачерненной лучепоглощающей поверхности (*абсорбера*), трубок для *теплоносителя*, теплоизоляции и корпуса. Солнечная радиация, поглощаемая в К.с.э., нагревает теплоноситель до темпры обычно не более 90°С. Для поглощения солнечной радиации К.с.э. должен быть обращен строго на юг. Практически их устанавливают с отклонением 15—20° от оптим. ориентации, что незначит. уменьшает мощность К.с.э. Для круглосуточной макс. облученности угол, равный широте местности, оптимальный. При использовании К.с.э. летом макс. плотность радиации будет при угле наклона, равном широте местности, минус 15°, а оптимальное облучение солнцем зимой — при угле наклона, на 15° большем широты местности.

Прозрачная изоляция представляет собой 1 или 2 слоя стекла или полимерной пленки, размещаемых на расстоянии 30—50 мм от теплопоглощающей поверхности

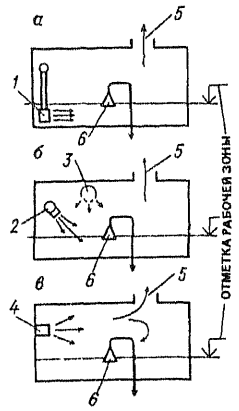
помещения отделяют тамбур-шлюзом (фильтр-боксом), в к-ром создают подпор подачей в него стерильного воздуха. Еще одной особенностью вентиляции лечебно-профилактич. зданий является необходимость обслуживания групп помещений, объедин. в единый технологич. блок отд. системами приточной и вытяжной вентиляции или кондиционирования воздуха. В этих зданиях при тепловлажностной обработке воздуха недопустимо использование увлажняющих контактных аппаратов. Увлажнение воздуха производится паром. Все элементы систем вентиляции и кондиционирования воздуха должны быть доступны для их гигиенич. очистки и стерилизации.

В зданиях архивов и книгохранилищ устраивают механич. вентиляцию, совмещ. с отоплением или кондиционированием в крупных объектах и сейфах для хранения документов. Подача наружного воздуха ограничена (не более 10% требуемого воздухообмена); это облегчает очистку приточного воздуха от пыли, сернистого газа и диоксида углерода. При использовании контактных увлажнителей воздуха вода должна быть обработана щелочью.

Осн. помещения н.-и. ин-тов и вузов — лаборатории, кабинеты, аудитории — оборудуют вентиляцией либо по технологич. или сан.-гигиенич. требованиям предусматривают кондиционирование воздуха. Число систем, обслуживающих здание, выбирают исходя из режима работы обслуживаемых вентиляцией помещений. Широко применяют местную вытяжную вентиляцию (отсосы воздуха от лабораторных шкафов, зонтов и др. видов *местных отсосов*). Удаляемый от местных отсосов воздух необходимо перед выбросом в атмосферу очищать от вредных примесей.

Для вентиляции и кондиционирования воздуха спортивно-оздоровит., зрелищных, торговых и т.п. зданий необходима оптим. схема организации воздухообмена в помещениях большого объема с перем. по времени нагрузкой. Выбор схем подачи приточного воздуха и расположение вытяжных отверстий зависят от архитектурно-строит. решения помещения и здания. В пищеблоках вентиляц. системы не только обеспечивают допустимые параметры в помещениях, но и защищают здание и обеденный зал от распространения резких запахов кухни. В горячих цехах пищеблока применяют технологич. оборудование с местными отсосами воздуха, а также местный приток.

Общим для большинства обществ. зданий является наличие в них разл. технологич. служб: АТС, вычислит. центров, *тепловых пунктов*, машинных отделений лифтов и т.п. помещений с разнообразными вредными выделениями и требованиями к внутр. микроклимату. Напр., современные АТС, оснащ. квазиэлектронным оборудованием, нуждаются в кондиционировании воздуха, аккумуляторные помещения АТС — в собств. системе вентиляции с учетом требований по взрывобезопасности. В вычислит. центрах система кондиционирования совмещает функции охлаждения стоек ЭВМ. В этих помещениях предъявляют повыш. требования к чистоте приточного воздуха, а сами помещения находятся под подпором, создаваемым за счет дисбаланса притока и вытяжки. Общее положение по устройству вентиляции в обществ. зданиях — расположение приточных установок, кондиционеров и холодильных агрегатов в подвальных помещениях, а вытяжных установок — на верхнем (чаще технич.) этаже или на чердаке здания. Все вентиляц. установки снабжают устройствами, снижающими вибрацию и шум, и приборами автоматич. управления.



Способы раздачи воздуха

а — первый; *б* — второй; *в* — третий; *1* — раздача воздуха в рабочую зону; *2* — то же, под углом к горизонту; *3* — то же, вертикально вниз; *4* — то же, сосредоточенная; *5* — удаление воздуха из верхней зоны; *6* — местная вытяжная вентиляция

ВЕНТИЛЯЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ — система мер для создания и поддержания требуемых нормами метеорологич. условий в помещении. Это достигается локализацией, ассимиляцией и разбавлением выделяющихся в результате технологич. процесса вредных выделений: избытков *теплоты* и влаги, *газов*, *паров*, *пыли*. Способ вентилирования (схема организации *воздухообмена*) помещения зависит от физ.-хим. свойств и кол-ва выделяющихся вредных в-в. Характерной особенностью вентиляции производств. зданий является наличие местной приточной и вытяжной вентиляции, аэрации и значит. (до десятков млн куб.м в час) расходов воздуха.

По схеме организации воздухообмена произв. помещения можно условно подразделить на три класса. К первому относятся помещения, в к-рых распределение темп-ры и скорости воздуха, а также концентрации вредных в-в определяют приточные вентиляц. струи. Маломощные источники тепловыделений рассредоточены по помещению. Воздух обычно раздается в его верхнюю зону огранич. числом струй, а удаляется через местные отсосы и из верхней зоны. При выделении вредных (горючих) газов и паров, имеющих плотность больше плотности воздуха в рабочей зоне, необходимо предусматривать удаление воздуха и из нижней зоны помещения. К этому классу помещений относятся т.н. "холодные" цехи: сборочные, сварочные, механич. по обработке металлов, окрасочные, деревообрабатывающие и т.п. Ко второму классу относятся помещения с мощными сосредоточ. источниками тепловыделений. Распределение темп-ры и скорости воздуха, а также концентрации вредных выделений определяют тепловые (конвективные) потоки. Воздух раздается в нижнюю (рабочую) зону, а удаляется через местные отсосы и из верхней зоны, обычно из области конвективных струй. К этому классу относятся "горячие" цехи: кузнечные, термические, плавильные и заливочные отделения литейных цехов и т.п. Третий класс образуют помещения, в к-рых трудно выделить факторы, влияющие на распределение темп-ры, подвижности воздуха и концентрации в нем вредных в-в. Воздух раздается в направлении рабочей зоны сверху вертикально или под углом, а удаляется через местные отсосы из верхней и нижней зон. К этому классу можно отнести малярные цехи, в к-рых есть сушильные камеры, цехи вулканизации шинных заводов, пропарочные цехи заводов строит. индустрии и т.д.

Распределение воздуха в помещении (воздухораспределение) во многом определяет качество вентиляции помещений. В зависимости от особенностей технологич. процесса, строит. хар-ки объекта, экономич. и эстетич. соображений применяют различные способы подачи приточного воздуха и разные воздухораспределит. устройства (*воздухораспределители*). Все варианты раздачи приточного воздуха можно объединить в три способа. Первый — раздача воздуха непосредственно в рабочую зону. *Приточные струи* в данном случае должны быть маломощными и затухать в объеме рабочей зоны. Для этих целей используют эжекционные воздухораспределители ВЭПш, душирующие патрубки. Такая раздача свойственна помещениям второго класса. Второй способ — раздача воз-

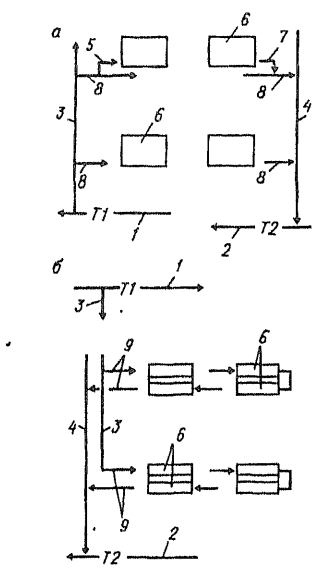
духа струями, поступающими в рабочую зону вертикально или наклонно под углом. Для этих целей служат перфорированные воздуховоды ВПК, потолочные плафоны ВР, ВПР, а также воздухораспределитель НРВ. Такая раздача возможна для всех помещений производств. зданий. Третий — раздача воздуха горизонт. струями, затухающими вне рабочей зоны (сосредоточенная подача воздуха ограниченным числом струй). Различают сосредоточ. подачу настилающимися и ненастилающимися на перекрытие (потолок) струями. Для такой раздачи воздуха используют цилиндрич. насадки и воздухораспределители. Этот способ характерен для "холодных" цехов с *воздушным отоплением.*

ВЕРХНЯЯ ЗОНА ПОМЕЩЕНИЯ — часть вентилируемого помещения, располож. выше обслуживаемой или *рабочей зоны.* Обычно служит накопителем теплоты, вредных примесей и водяных *паров,* выделяющихся в помещении и поднимающихся вверх с нагретым *воздухом.* Поэтому вытяжные отверстия (вытяжку), как правило, располагают в В.з.п. При отсутствии в помещении вредных выделений приточный воздух в холодное время года целесообразно подавать через тепловую подушку — слой теплого воздуха, располож. в В.з.п.

ВЕТВЬ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ — горизонт. *теплопровод,* соединяющий стояк *системы отопления* с *подводками к отопительным приборам* или к обогреваемым помещениям, располож. по горизонтали одно за др. В.с.о. наз. подающей, когда используется для распределения теплоносителя между подводками, и обратной — для сбора отдавшего теплоту теплоносителя. В *однотрубной системе водяного отопления* и *бифилярной (двухпоточной) системе отопления* функции распределения и сбора теплоносителя совмещаются в одной В.с.о.

В.с.о. размещается в обслуживаемых помещениях открыто у стены или скрыто (при обосновании) в спец. выемке в стене, в полу или под полом. Прокладывается с *уклоном теплопровода;* допускается прокладка без уклона при скорости движения воды или *конденсата* в трубах более 0,25м/с. При конструировании В.с.о. предусматривается компенсация темп-рного удлинения труб путем изгиба их в местах присоединения к стоякам и подводкам, установки спец. компенсатора в *системе отопления.*

При гидравлич. расчете потери давления в В.с.о. многоэтажного здания $\Delta p_{вет}$ не должны быть меньше $\Delta p_{e.max}$ — макс. естеств. циркуляц. давления, возникающего при охлаждении воды в *отопительных приборах* на верхнем этаже здания, т.е. $\Delta p_{вет} \geq \Delta p_{e.max}$. Для регулирования темп-ры в обслуживаемых помещениях В.с.о. дополняется регулятором прямого действия. Для аварийного отключения каждой В.с.о. в здании, имеющем более 3 этажей, на трубах вблизи стояков устанавливают запорные пробочные или шаровые краны. При этом для слива воды или конденсата из отключ. В.с.о. в дренажную линию (стояк) предусматривается спускная труба с запорным вентилем, а на противоположном конце В.с.о. — патрубок с вентилем для впуска в нее воздуха (под давлением со стороны переносного компрессора, если В.с.о. проложена без уклона).



Ветвь системы отопления

а — в горизонтальных системах водяного отопления с нижней разводкой; *б* — то же, с верхней разводкой; *1* и *2* — подающие (Т1) и обратные (Т2) магистрали; *3* и *4* — подающие и обратные стояки; *5* и *7* — подающие и обратные подводки; *6* — отопительные приборы; *8* — однотрубные ветви; *9* — бифилярные ветви (стрелки показывают направление движения теплоносителя)

ВЕТРОВОЕ ДАВЛЕНИЕ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗДАНИЯ — избыточное давление или разрежение, возникающее на поверхности здания, сооружения или препятствия при обтекании их ветром. Повышение давления на наветр. стороне происходит за счет перехода части кинетич. энергии потока *воздуха* в потенц. Разрежение на заветр. и боковых поверхностях объясняется процессом эжекции воздуха, возникающей за плохо обтекаемыми объектами. Избыточное давление и разрежение оценивают аэродинамическими коэффициентами.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРИТОЧНЫХ СТРУЙ — процесс совместного действия неск. приточных струй, обслуживающих вентилируемое помещение, приводящий, как правило, к увеличению в нем подвижности воздуха. На схеме показано взаимодействие двух приточных струй, располож. на расстоянии l от общей оси x. Наложение скоростных полей струй происходит постепенно по мере их слияния. Сечение 3 расположено обычно в зоне, где скорость воздуха жестко нормируется. В инж. расчетах В.п.с. учитывают, вводя коэфф. взаимодействия $K_в \geq 1$. Методич. основой для определения $K_в$ является допущение, что в любой точке пространства при В.п.с. суммарный поток кол-ва движения (импульс) равен сумме потоков кол-ва движения в этой точке всех взаимодействующих струй. Поток кол-ва движения пропорционален квадрату проекции скорости на ось x, следовательно, для каждой точки пространства в зоне В.п.с. будет справедливо равенство $v_{сум} = \sqrt{\Sigma v^2_{xi}}$, где $v_{сум}$ — суммарная (результирующая) скорость воздуха; v_{xi} — скорость воздуха в этой же точке при действии одной из струй.

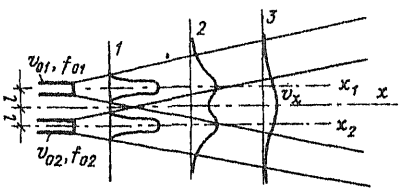


Схема взаимодействия двух струй

1 — сечение и поле скоростей до слияния струй; *2* — то же, в нач. стадии взаимодействия; *3* — полное слияние струй, максимум скорости на общей оси

Суммарная скорость на общей оси x равна для двух струй:

$$v_x = v_{0m}\left(\sqrt{f_0}/x\right)K_в;\quad K_в = 1^{-1/2(l/cx)^2}\sqrt{2},$$

где v_0 — нач. скорость воздуха в каждой струе; m — коэфф. затухания скорости, зависящий от типа приточного насадка; f_0 — площадь нач. сечения струи; x — расчетное расстояние; c — эксперимент. постоянная (по И.А. Шепелеву, равная 0,082).

ВЗРЫВНОЙ КЛАПАН — устройство для предотвращения разрушения энергетич. установок в случае взрыва горючих газов, угольной пыли и др. Представляет собой отверстие (окно, лаз и т.д.) во взрывоопасных элементах энергетич. установок, закрытое дверцами или материалами (асбестовое полотно и др.), легко разрушающимися во время взрыва. В.к.,