

Вертикальный уплотнитель гидроксидного осадка

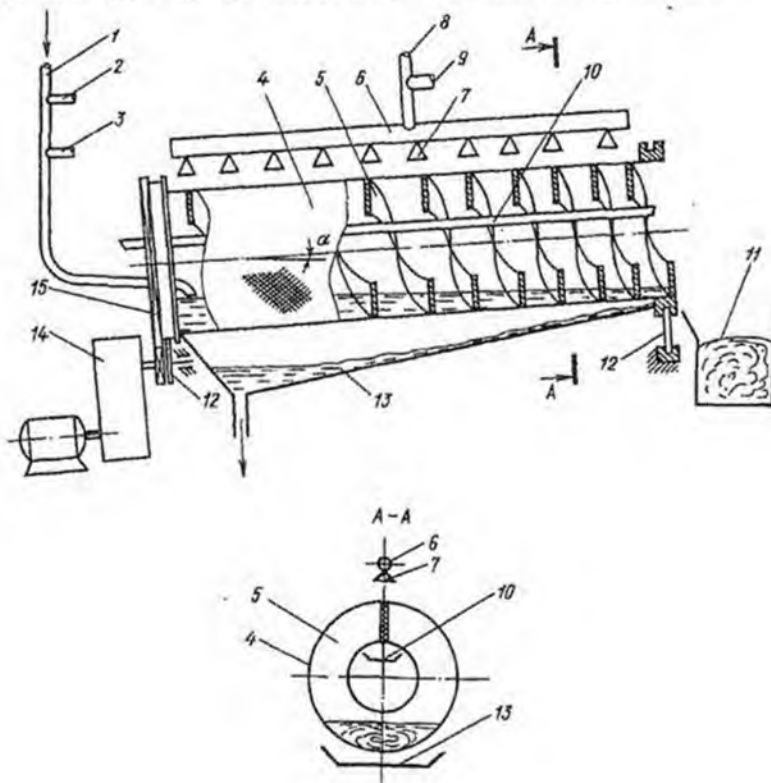
1 — лоток для отвода осветл. воды; 2 — корпус; 3 — устройство для нарушения структуры осадка; 4 — трубопровод для отвода уплотн. осадка; 5 — корпус для сбора уплотненного осадка; 6 — отражатель; 7 — конусная часть подводной трубы; 8 — привод; 9 — центр. труба для подвода исходного осадка

лагают на расстоянии 50—80 мм один от др. Добавление полиакриламида при У.о.п.в. способствует интенсификации процесса. Доза полиакриламида по

активной части составляет 0,03—0,06% массы сухого в-ва осадка. Дальнейшая интенсификация процесса уплотнения

Конструктивно-технологическая схема барабанного сгустителя

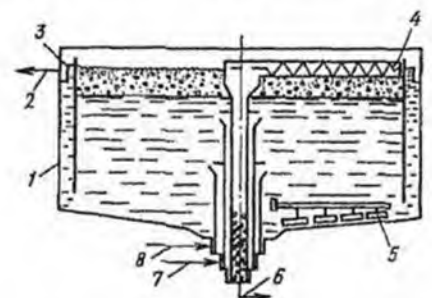
1 — ввод осадка; 2 — ввод флокулянта; 3 — ввод присадочных материалов; 4 — фильтрующее полотно; 5 — шнек; 6 — узел регенерации фильтрующего полотна; 7 — водовоздушные насадки; 8 и 9 — патрубки ввода воды и воздуха; 10 — лоток отвода промывной воды; 11 — стученный осадок; 12 — регуляторы установки барабана; 13 — корыто для фильтра; 14 — привод; 15 — приводное колесо



гидроксидных осадков связана с использованием аппаратов барабанного и ленточного типов. Оптим. доза полиакриламида составляет 0,25—0,5% массы сухого в-ва осадка. Уплотнение позволяет значительно сократить объем исходного осадка, являясь при этом лишь подготовит. этапом перед последующим обезвоживанием осадка с целью получения продукта, удобного для транспортирования, складирования и утилизации.

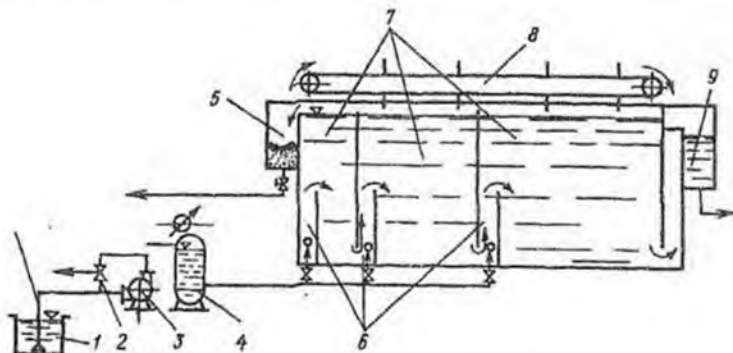
УПЛОТНЕНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

— процесс снижения их влажности и сокращения объема. Уплотненные осадки сохраняют свойство текучести. На практике применяют гравитационный и флотационный, при этом последнее наиболее эффективно для избыточного активного ила. У.о.с.в. является первой наиболее экономичной стадией их обработки, позволяющей в значит. мере уменьшить объем сооружений и затраты энергии на последующих стадиях обработки осадков. Для гравитационного уплотнения применяют емкостные сооружения по типу радиальных или вертикальных отстойников. Обычно для уплотнения используют первичные отстойники. Для обеспечения нормальных условий выгрузки уплотненных осадков гравитационные уплотнители должны быть оборудованы скребковыми устройствами. Сокращение объема уплотнителей и повышение эффективности уплотнения достигаются применением стержневых мешалок для уплотняемого осадка с частотой вращения 2—4 об/ч. Произ-сть работы гравитационных уплотнителей можно также повысить разбавлением уплотняемого осадка очищ. сточной водой, подогревом его до 40—60°С, добавлением в него флокулянтов, подачей в илоуплотнители фильтрата от сооружений для механич. обезвоживания осадка, подачей промывной воды от скребберов газоочистки при термич. сушке



Флотационный илоуплотнитель радиального типа

1 — флотационная камера радиального типа; 2 — отвод подыловой воды; 3 — лоток для сбора подыловой воды; 4 — скребок для сбора пены; 5 — донный скребок; 6 — отвод уплотненного ила; 7 — подача рабочей рециркулирующей жидкости; 8 — подача активного ила



Флотационный уплотнитель горизонт. типа
1 — сборник избыточного ила; 2 — эжектор; 3 — насос; 4 — сатуратор; 5 — лоток для сбора уплотненного ила; 6 — подача насыщенного воздухом активного ила; 7 — секции флотатора; 8 — скребковый механизм; 9 — лоток для сбора иловой воды

осадков. При уплотнении сброженных осадков положит. эффект дает применение извести дозой, примерно равной 3—5% массы сухого в-ва осадков. В зависимости от объема образующихся осадков гравитац. уплотнители могут эксплуатироваться в контактном или проточном режиме.

На сооружениях биологич. очистки сточных вод гравитац. уплотнение применяют для избыточного активного ила, биопленки биофильтра и сброженных в метантенках осадков после их промывки, а также для совместного уплотнения ила и осадков первичных отстойников. Продолжительность уплотнения зависит от вида осадка и конструкции уплотнителя. Для избыточного активного ила продолжительность уплотнения в вертик. уплотнителях составляет 12—16 ч, в радиальных — 9—12 ч при влажности уплотненного осадка соответственно 98 и 97,3%. Продолжительность уплотнения смеси сброженных осадков с промывной водой составляет 20—30 ч, при этом влажность уплотненного осадка можно принимать примерно 95—95,5%. При уплотнении активного ила в смеси с осадком первичных отстойников влажность уплотненной смеси осадков составляет около 95%.

Напорная флотация позволяет значительно сократить продолжительность уплотнения активного ила и уменьшить объемы сооружений для уплотнения. Флотаторы представляют собой круглые или прямоугольные в плане емкостные сооружения, оборудованные системой скребков для удаления сфлоторов. и донного осадка, устройством для распределения насыщенной воздухом иловой смеси в объеме флотатора, коммуникациями для отвода осветленной воды. Круглые в плане флотаторы имеют

диаметр до 20 м и глубину 2—3 м, прямоугольные (горизонт.) флотаторы выполняются многоступенчатыми с последоват. или параллельным расположением ступеней. Флотационное уплотнение осуществляется с насыщением воздухом под избыточным давлением активного ила (прямая флотация) или рабочей жидкости (вода, отделенная при уплотнении активного ила), к-рая после насыщения смешивается с активным илом в объеме флотатора. Насыщение ила или рабочей жидкости воздухом производят с помощью компрессора или эжекцией атмосферного воздуха во всасывающую трубу центробежного насоса. Давление насыщения принимают 0,3—0,5 МПа, время насыщения — 3—5 мин, уд. расход воздуха — 10—15 л/кг сухого в-ва активного ила. Влажность уплотненного во флотаторе активного ила обычно составляет 95—96%, нагрузка по сухому в-ву — 2—4 кг на 1 м² поверхности флотатора. Для уплотнения осадков городских и производств. сточных вод применяют одинаковые методы уплотнения. Эффективность их зависит от вида и свойств осадков. После уплотнения осадок направляют на сооружения механич. обезвоживания, иловые площадки или на утилизацию.

УПРАВЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫМ И ВОЗДУШНЫМ РЕЖИМАМИ ЗДАНИЯ — управление с целью обеспечения заданных параметров микроклимата в помещениях. Воздействие на *тепловой и воздушный режимы здания* осуществляется изменением величины или направления потока теплоты и воздуха, поступающих в него от наружной среды, соседних помещений и систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Управляющее воздействие реализуется путем изменения хар-к теплопередачи и воздухопроницаемости наружных и внутр. ограждений, а также мощности теплового оборудования систем, обслуживающих помещений. Возможности У.т.в.р.з. с помощью изменяемых конструктивных хар-к здания ограничены, поэтому осн. роль в процессе управ-

ления принадлежит системам отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. В силу последнего обстоятельства У.т.в.р.з. сводится, за исключением отдельных случаев, к управлению системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

УПРУГОСТЬ ВОДЯНОГО ПАРА — количеств. хар-ка содержания водяного пара в воздухе или в пространстве. У.в.п. численно равна его парциальному давлению. Она не может быть выше макс. У.в.п. P_s над плоской поверхностью воды или льда, к-рая зависит от темп-ры. Эта зависимость получена экспериментально при положит. темп-ре над поверхностью воды и при отрицат. темп-ре над поверхностью льда.

Темп-рную зависимость P_s можно аппроксимировать ур-нием, вид к-рого получен из ур-ния Клапейрона—Клаузиуса, а коэфф. определяются из эксперимент. данных $P_{sw} = 1,84 \cdot 10^{11} \exp[-5330/(273+t)]$.

Пересчет значений У.в.п., содержащегося в воздухе, на его абсолютную влажность можно выполнить по эмпирич. ф-ле $f = 7,937 \cdot 10^{-6} P / (1 + t/237)$, где f — влаго-содержание воздуха, кг/м³.

УСЛОВНОЕ ТОПЛИВО — понятие, применяемое для сопоставления разл. видов органич. топлива и его суммарного учета. В качестве единицы У.т. принимают 1 кг топлива с низшей удельной теплотой сгорания 29,3 МДж/кг. Для пересчета натур. топлив в условное используют тепловой эквивалент топлива $\mathcal{E} = Q_i/29,308$, кг у.т./кг. Усредн. топливные эквиваленты: уголь — 0,718, газ природный — 1,17—1,2, нефть — 1,43, газ нефтепромысловый — 1,35—1,44, мазут — 1,3, горючие сланцы — 0,353, торф — 0,4, дрова — 0,249. С помощью У.т. можно составить топливный баланс или суммарный энергетич. баланс отрасли, страны и мира в целом. В нек-рых странах принят иной подсчет У.т.: напр. во Франции в качестве У.т. принято топливо, имеющее либо низшую уд. теплоту сгорания — 27,3 МДж/кг, либо высшую уд. теплоту сгорания — 28,3 МДж/кг; в США и Великобритании в качестве крупной единицы У.т. принимают единицу учета, равную 10¹⁸ брит. тепловых единиц.

УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГАЗОВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ — врем. источник снабжения газом городов и пос., к-рые впоследствии будут присоединены к сетям природного газа. Используется для покрытия пиковых и аварийных нагрузок в системе газоснабжения. У.п.г.с. как аварийный резерв имеет след. преимущества: приготовляемая газозвудушная смесь эквивалентна по своим технология. свой-

ствам заменяемому топливу, поэтому переход с одного вида топлива на др. не требует переналадки газогорелочных устройств и мало сказывается на режимах работы тепловых агрегатов. Смесь углеводородов с воздухом может быть приготовлена т.о., что ее использование будет безопасным и хар-ки смесей будут аналогичны хар-кам природных газов. В случае применения бутано-воздушных смесей хар-ки смеси более благоприятны, чем чистого бутана, и область применения таких установок расширяется. Миним. содержание воздуха в смеси определяется заданным давлением смеси; макс. ограничено условием безопасности — содержание газа в газозвушной смеси должно в 2 раза превышать верхний предел воспламенения газа (см. Концентрационные границы зажигания газа). Для пропан-бутановой смеси верхний предел воспламенения равен 10% (объема). Использование газозвушной смеси расширяет зону надежного газоснабжения сжиж. газами, т.к. темп-ра конденсации паров н-бутана в газозвушной смеси значительно ниже темп-ры конденсации н-бутана в пропан-бутановой смеси. При 80%-ном содержании бутана в сжиженных углеводородных газах выпадение конденсата происходит для пропан-бутановой смеси при давлении $P_{см} = 0,1043$ МПа и темп-ре -4°C , а для газозвушной смеси (50% воздуха и 50% паров сжиж. углеводородных газов) — при том же давлении и темп-ре -21°C .

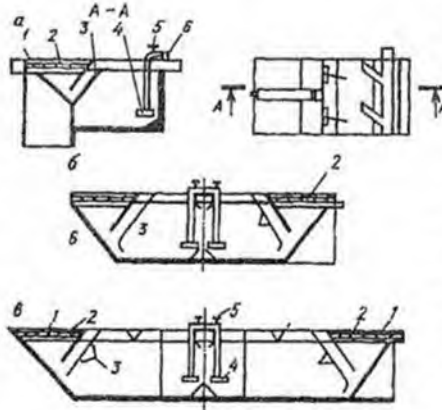
Все У.п.г.с. по гл. признаку — созданию необходимого давления воздуха классифицируются на две группы установок: компрессорные, в к-рых воздух сжимается компрессорами или воздуходувками; эжекторные, в к-рых воздух засасывается в смесители из окружающей среды за счет энергии струи газа, вытекающей из сопла, и сжимается в эжекторе. Если на выходе из У.п.г.с. необходимо иметь газозвушную смесь низкого давления, то применяют эжекторные установки. При эжекторном способе смешения паров сжиж. углеводородного газа с воздухом отсутствуют нагнетатели воздуха, не требуется дополнит. энергия для его сжатия. Эжект. смесители просты в изготовлении и надежны в эксплуатации.

УСТАНОВКА ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД — предназначена для использования в небольших нас. пунктах, селах, поселках и отд. зданиях, на базах отдыха, в пионерских лагерях и малых городах. При ее применении отпадает необходимость стр-ва очистных сооружений непосредственно на объекте. Такие установки изготавливают из металла, защищенного антикоррозионными покрытиями, а также из пластмасс и поставляют в виде

единных блоков, блоков-контейнеров и монтажных элементов, соединяемых на месте применения. Их пропускная способность ограничена до $5000 \text{ м}^3/\text{сут}$.

На объектах с постоянным проживанием людей применяют установки биологич. очистки сточных вод, на объектах с периодич. или временным их пребыванием — установки физико-хим. очистки. Последние нашли применение и в поселках Крайнего Севера. При большом разнообразии конструктивных решений установки биологич. очистки в зависимости от применяемой технологии могут быть разделены на погружные биофильтры — биоконтакторы и аэрац. установки. Пропускная способность установок с биоконтакторами $6-200 \text{ м}^3/\text{сут}$. При использовании последних расход электроэнергии снижается в 3-4 раза, упрощаются ремонт и эксплуатация, однако на их произ-во затрачивается больше материалов, главным образом пластмасс. Серийно изготавливают аэрац. установки типа КУ, КУТМ, БИО, Биокомпакт, в огранич. размерах — установки типа УКО. Для глубокой биологич. очистки сточных вод разработаны и внедрены в серийное произ-во сборные станции типа "Ручей" (пропускная способность $50-700 \text{ м}^3/\text{сут}$). Для глубокой очистки сточных вод небольших городов разработаны универсальные сборные станции типа "Нептун" (пропускная способность $1000-4500 \text{ м}^3/\text{сут}$). Серийно изготавливают установки физико-хим. очистки типа "Рица".

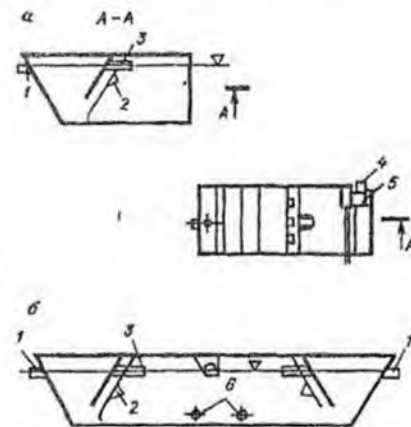
УСТАНОВКА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА — составная часть системы кондиционирования воздуха, предназнач. для приготовления приточного воздуха. См. Кондиционер.



Схемы установок БИО-25М (а), БИО-50 (б) и БИО-100 (в)

1 — выпуск очищенных сточных вод; 2 — зубчатый водослив; 3 — регулируемое отверстие; 4 — аэратор; 5 — воздуховод; 6 — выпуск сточных вод

УСТАНОВКА ТИПА БИО — предназначена для полной биологич. очистки бытовых и близких к ним по составу производств. сточных вод с БПК_{полн} до 300 мг/л ; установка типа БИО с индексом Т — до 200 мг/л . Пропускная способность

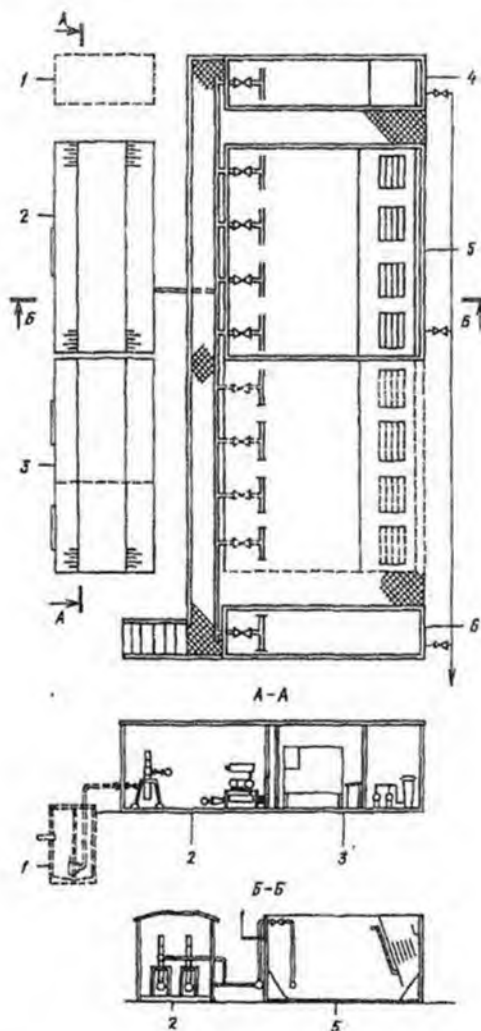


Схемы установок БИО-25 (а) и БИО-80Т (б)

1 — отвод очищенных вод; 2 — регулируемое отверстие; 3 — водослив всплывшего ила в аэрационную зону; 4 — выпуск сточных вод; 5 — решетка; 6 — аэратор

установки $25-100 \text{ м}^3/\text{сут}$. Эффект очистки по БПК и взвешенным в-вам — $90-95\%$. У.т. БИО представляет собой *изротенки-отстойники* без принудит. рециркуляции *активного ила*, работающие по методу полного окисления. Система аэрации — пневматическая. В верхней части аэрац. зоны на входном патрубке имеется решетка с ручной очисткой. В отстойной зоне установлены устройства, позволяющие удалить всплывшие на поверхность ил. в-ва в аэрац. зону вследствие подсоса их потоком воды в этой зоне. Первые У.т. БИО изготавливали из металла в виде монтажных элементов (секций), свариваемых в один блок на месте применения. С 1982 их выпускают в виде единого блока в заводских условиях. Благодаря изменению габаритов У.т. БИО стало возможно перевозить любым видом транспорта (установки с индексом Т). У.т. БИО имеют устройство для закрепления бетонных или железобет. плит, предотвращающих всплывание незаполненных емкостей, возводимых в мокрых грунтах.

УСТАНОВКА ТИПА БИОКОМПАКТ — предназначена для полной биологич. очистки сточных вод малых нас. пунктов. Ее пропускная способность $50-1000 \text{ м}^3/\text{сут}$. В состав установки входят изготовляемые заводским способом все элементы крупной станции биологич. очистки сточных вод. Осн. элемент уста-



Установка типа "Биокомпакт"

1 — приемный резервуар сточных вод с погружными насосами; 2 — блок-контейнер с решетками-дробилками и воздуходувками; 3 — блок-контейнер реагентного оборудования и щита управления; 4 — накопитель и уплотнитель ила; 5 — аэротенк-отстойник; 6 — контактный резервуар

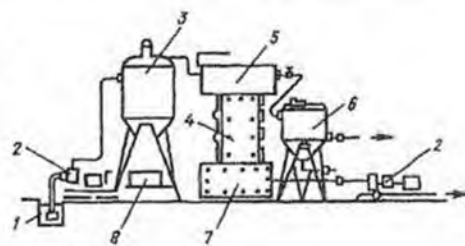


Схема установки типа "Кристалл"

1 — резервуар сточных вод; 2 — насос; 3 — фильтр с плавающей загрузкой; 4 — фильтры из нетканых материалов; 5 — коагулирующий фильтр; 6 — сборник отходов нефти; 7 — резервуар очищенной воды; 8 — сборник осадка

50 мг/л взвеш. в-в и 1—1,5 мг/л нефтепродуктов. Пропускная способность У.т. "К" — 30; 60; 90 и 120 м³/ч. Очистка осуществляется фильтрацией сточных вод через отходы нетканых синтетич. материалов (вазопрон, сипрон и др.), отличающихся высокими абсорбционно-адгезионными свойствами. Вода из резервуара насосом подается на фильтр с плавающей загрузкой. Из него очищенная от грубых примесей вода поступает на коагулирующий фильтр с загрузкой из гранул полиэфирной смолы, затем на фильтры из нетканых материалов. Очищенная вода подается в резервуар, откуда насосом отводится из установки. Задержанный осадок, а также нефтепродукты собираются в сборнике, из которого периодически удаляются.

УСТАНОВКА ТИПА КУ предназначена для полной биологич. очистки сточных вод малых нас. пунктов, сел и поселков, отд. жилых и обществ. зданий, домов отдыха. Она может использоваться для очистки производств. сточных вод, близких по составу к бытовым. Пропускная способность У.т. КУ — 12—700 м³/сут. Эти установки рассчитаны на очистку бытовых сточных вод с концентрацией загрязнений по БПК₅ 270 мг/л, а по взвеш. в-вам — 325 мг/л при норме водоотведения 200 л/(сут.чел). БПК_{полн} очищенных сточных вод составляет 10 мг/л и взвеш. в-в не более 10—15 мг/л.

У.т. КУ пропускной способностью 12—100 м³/сут (КУ-12 — КУ-100) запроектированы для работы в режиме полного окисления; 200—700 м³/сут (КУ-200—700) — в режиме аэрации с аэробной стабилизацией осадков сточных вод. Первые конструктивно выполнены в виде *аэротенка-отстойника*, вторые — в виде отдельно работающих *аэротенка, отстойника* и стабилизатора. Установка КУ-12 оборудована аэрацией механической, все остальные — аэрацией пневматической. Разработаны также установки с низконапорной (типа ЛН), струйной и эжекцион-

новки — блок емкостей, выполняемый из металла, работающ. по схеме *аэротенка-отстойника* с рециркуляцией *активного ила*, в режиме полного окисления. Остальными блоками являются воздуходувная станция, узел обеззараживания и помещения для обслуживающего персонала. Установка изготавливается, монтируется, налаживается и сдается под "ключ".

Иногда в состав станции Биокомпакт дополнит. включают: приемный резервуар — насосную станцию в виде колодца, блок-здание решеток-дробилок и воздуходувок, блок реагентного оборудования и щит управления. Сточные воды по самотечному коллектору поступают в приемный резервуар, откуда перекачиваются через решетки-дробилки в делит. резервуар, установленный на блоке емкостей. Последний включает: секции аэротенков-отстойников с тонкослойными элементами, контактный резервуар и резервуар — уплотнитель ила. В делит. резер-

вуаре поток сточных вод делится на равные доли по числу секций аэротенков-отстойников, очищается в этих сооружениях и, пройдя контактный резервуар, сбрасывается в водоем. Обеззараживающий агент насосами-дозаторами подается из блока реагентного оборудования в контактный резервуар. При необходимости удаления фосфора из сточных вод в аэротенк насосами-дозаторами, расположенными в этом же блоке, может подаваться реагент. Станция автоматизирована и не требует пост. нахождения обслуживающего персонала.

УСТАНОВКА ТИПА "КРИСТАЛЛ" — предназначена для очистки сточных вод замкнутых оборотных циклов воды на пром. предприятиях и автохозяйствах. У.т. "К" используют для очистки сточных вод, содержащих 100—800 мг/л взвеш. в-в, и 20—500 мг/л нефтепродуктов. Очищенные воды содержат 25—

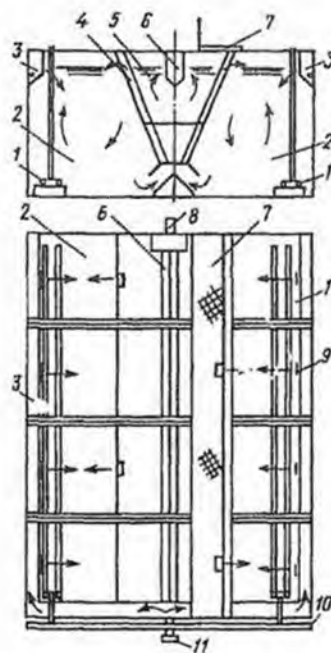


Схема установок типа КУ-25—КУ-100

1 — дырчатые трубы; 2 — аэрационная зона; 3 — подающий лоток; 4 — эрлифты; 5 — отстойная зона; 6 — сборный лоток очищенных вод; 7 — мостик обслуживания; 8 — отводящий патрубок; 9 — отверстия с регулируемым водосливом; 10 — воздуховод; 11 — подводный патрубок

ной аэрацией. У.т. КУ изготавливают серийно из стали с антикоррозионным покрытием; КУ-12 и КУ-25 — в виде единого блока, КУ-50 и КУ-100 — в виде монтажных элементов (два и четыре соответственно), КУ-200 — в виде панелей. Элементы и панели сваривают между собой при монтаже установки. В комплект У.т. КУ входят воздуходувки. У.т. КУ пропускной способностью 400 и 700 м³/сут монтируют из двух-трех установок КУ-200. Установка КУ-12 включает решетку с ручной очисткой, корзину для отбросов, песколовку и аэротенк-отстойник с принудительной рециркуляцией активного ила, механич. аэратор роторного типа диаметром 500 мм, длиной 2 м, с частотой вращения 90 мин⁻¹. Установки КУ-25 — КУ-100 одинакового конструктивного исполнения с центрально располож. отстойной зоной имеют ширину 6 и глубину 2,7 м. Установка КУ-200 состоит из трех сооружений, соединенных в едином блоке: аэротенка, вторичного отстойника и аэробного стабилизатора избыточного ила. Избыточный активный ил минерализуется на установках и направляется для обезвреживания на иловые площадки. Обеззараживание сточных вод осуществляется хлорной известью, гипохлоритом натрия или с помощью электролизных установок.

УСТАНОВКА ТИПА КУТМ представляет собой аэротенк-отстойник с принудит. рециркуляцией ила и с тонкослойными элементами в отстойной зоне. Она предназначена для полной биологич. очистки бытовых и близких к ним по составу производств. сточных вод, БПК_{полн} к-рых составляет до 375 мг/л и содержание взвеш. в-в до 320 мг/л. В очищенных сточных водах БПК_{полн} соответствует 12 мг/л, содержание взвеш. в-в — 8 мг/л. Пропускная способность установок — 30; 60 и 120 м³/сут. Применение тонкослойных элементов позволяет повысить пропускную способность У.т. КУТМ на 20% и снизить содержание взвеш. в-в в очищенных сточных водах в 1,5 раза. У.т. КУТМ оборудованы аэрацией

очисткой. Аэрац. зона рассчитана на режим полного окисления органич. загрязнений сточных вод. Зона вторичного отстаивания имеет взвеш. слой *активного ила*, возврат которого осуществляется с помощью подсоса импеллерным аэратором. На выходе смонтирован контактный резервуар, в который может подаваться р-р хлорной извести или хлорная вода для обеззараживания сточных вод. У.т. УКО-25 выполняют из металла в виде двух монтажных элементов, свариваемых на месте. В верхней ее части монтируют ферму, на к-рой крепится импеллерный аэратор. Установка УКО-50 рассчитана на режим полного окисления без принудит. возврата активного ила. До поступления на установку сточная вода про-

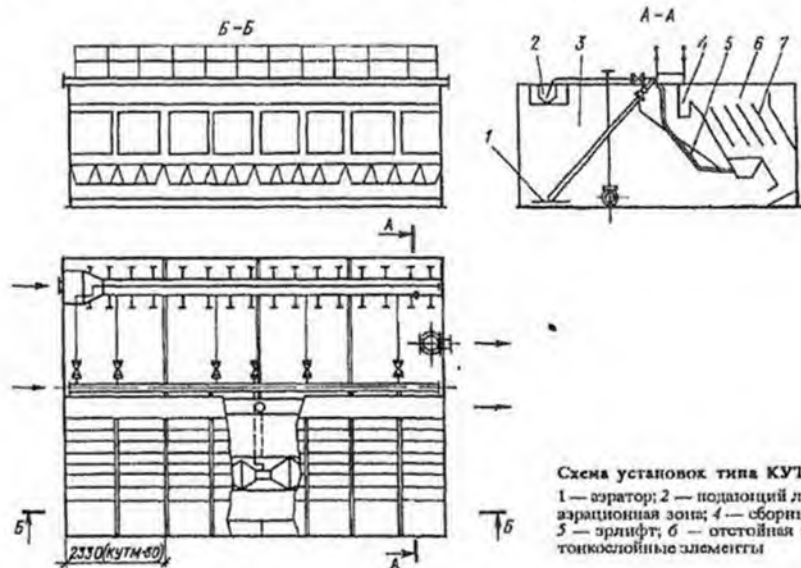


Схема установок типа КУТМ-30-120

1 — аэратор; 2 — подающий лоток; 3 — аэрационная зона; 4 — сборный лоток; 5 — эрлифт; 6 — отстойная зона; 7 — тонкослойные элементы

пневматической. Их изготавливают серийно из металла, поставляют в виде монтажных объемных элементов пропускной способностью 30 м³/сут и комплектуют воздуходувками. Размеры объемных монтажных элементов в плане 62, высота — 3 м. Тонкослойные элементы выполняют из листов плоского или волнистого стеклопластика, располагаемых под углом 60° с расстоянием между ними 100 мм.

УСТАНОВКА ТИПА УКО представляет собой аэротенк-отстойник с механич. аэраторами двух типов — импеллерным или роторным. Она применяется на очистных станциях пропускной способностью 25—300 м³/сут для полной биологич. очистки бытовых или близких к ним по составу производств. сточных вод, БПК_{полн} к-рых составляет 100—1000 мг/л, содержание взвеш. в-в — до 3000 мг/л.

У.т. УКО-25 оборудована импеллерным аэратором АИ-1М. На входе сточных вод смонтирована решетка с ручной

ходит песколовку, а затем подается в аэрац. зону, в центре к-рой расположен импеллерный аэратор типа АИ-1М. По бокам установки расположены две зоны отстаивания. Активный ил возвращается через нижнюю щель под действием силы тяжести и подсоса циркуляц. потока в аэрац. зоне. Осветленные сточные воды, прошедшие через слой взвеш. ила, отводятся лотками на обеззараживание. У.т. УКО-100 оборудована роторным механич. аэратором типа АРН. До поступления на нее сточные воды проходят решетку и песколовку, затем подаются в аэрац. зону. Роторный аэратор и наклонное днище аэрац. зоны обеспечивают поддержание активного ила во взвеш. состоянии и насыщение сточных вод кислородом. В отстойную зону смесь сточных вод и активного ила поступает через выполняющую роль воздухоотделителя щель, образованную двумя вертикал. перегородками. Осветляемые сточные воды проходят через взвеш. слой активного ила и подаются на обеззараживание. Осевший активный ил

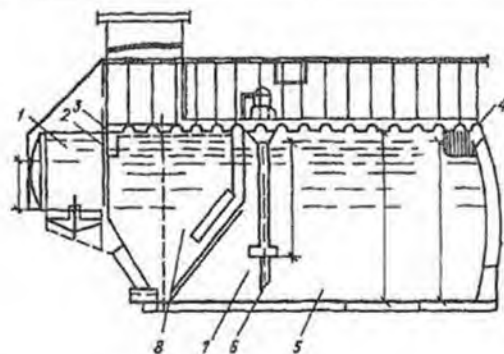


Схема установки УКР-25

1 — узел обеззараживания; 2 — корпус блока; 3 — лоток для сбора очищенных вод; 4 — решетка; 5 — зона аэрации; 6 — трубопровод возвратного ила; 7 — аэратор; 8 — отстойная зона

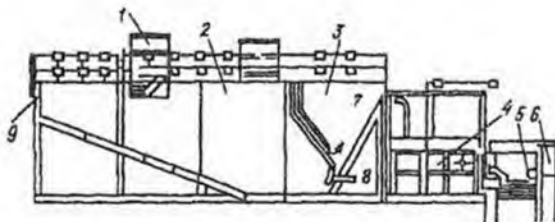


Схема установки УКО-100

1 — аэратор; 2 — зона аэрации; 3 — отстойная зона; 4 — узел обеззараживания; 5 — выпрямитель; 6 — пульт управления; 7 — лоток для сбора очищенных вод; 8 — трубопровод отвода избыточного ила; 9 — подача сточных вод

через нижнюю щель возвращается в аэрационную зону. Установка УКО-100 представляет собой прямоугольный резервуар с наклонным дном, к-рый выполнен из четырех монтажных элементов, свариваемых на месте. Роторный аэратор крепится на раме, являющейся площадкой для обслуживания. Вокруг установки монтируют ограждение. Недостатками установок УКО-50 и УКО-100 являются отсутствие принудит. рециркуляции активного ила и относительно сложная их форма.

УСТАНОВКА УТК № 15-15 — комплекс оборудования для транспортирования по трубопроводу осадков сточных вод, включающий поршневой насос, гидропривод, устройство подачи смазки в пристенную область трубопровода, пульт управления, бункер-питатель, снабженный датчиком уровня. Пропускная способность установки — 10—12 м³/ч, мощность электродвигателя насоса — 15 кВт, максим. давление, создаваемое насосом, — 4,4 МПа. Транспортируемый по трубопроводу осадок должен быть обезвожен. Введение смазки значит. снижает гидравлич. сопротив-

ление движению осадка по трубопроводу. Преимуществами установки являются отсутствие потерь осадка и миним. загрязнение окружающей среды.

УТИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

— использование их в нар. х-ве. Осадки городских сточных вод содержат макро- и микроэлементы, необходимые для питания растений и повышения плодородия почв, что обуславливает их использование в качестве органоминерального азотно-фосфорного удобрения. Поскольку при обработке осадков применяют известь, их можно рассматривать как органоминеральные удобрения.

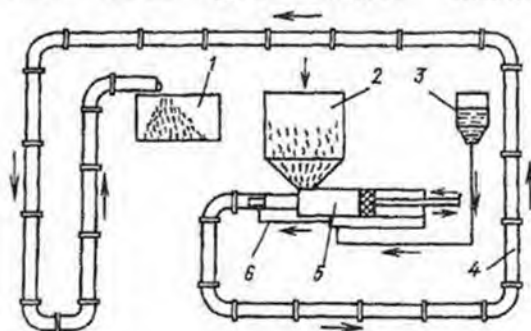
В странах Западной Европы около 30% осадков городских сточных вод используют в с. х-ве, в нашей стране — около 10%. Причиной, сдерживающими использование осадков, являются их высокая влажность, трудность удаления с иловых площадок, недостаточное кол-во и несовершенство механизмов и транспортных средств для уборки осадков, наличие в них солей тяжелых металлов и патогенной микрофлоры. Поэтому необходимыми условиями подго-

товки осадков к утилизации в качестве удобрения являются обеззараживание (путем введения реагентов, нагреванием, компостированием и т.п.) и ограничение приема в городскую канализацию токсичных производств. сточных вод, содержащих тяжелые металлы. В нашей стране использование осадков для удобрения регламентируется показателями ПДК токсических элементов в почвах, в мг/кг: свинца — 20 (сверх фона в 12), кадмия — 9, мышьяка — 20, никеля — 50, хрома — 100, ртути — 2,1, марганца — 1500, ванадия — 150, марганца + ванадия — 1000 + 100, суперфосфата (PzO₅) — 200. Максимальную разовую норму внесения осадков на с.-х. поля определяют расчетным путем исходя из возможного поступления в почву вредных примесей. Принцип расчета заключается в том, что после внесения осадков сточных вод суммарное содержание металла в почве (с учетом рассеивания в плахотном слое) не должно превышать ПДК. На осадок, используемый в качестве удобрения, составляют паспорт, в к-ром указывают влажность, содержание органич. в-в, азота, фосфора, калия, кальция, а также вредных тяжелых металлов. Осадки всех видов предпочтительнее использовать под зерновые, кормовые и технич. культуры, т.к. они менее чувствительны к токсичным солям тяжелых металлов и в большинстве случаев не идут непосредственно в пищу человека. Благодаря содержанию большого кол-ва органич. в-в (40—70% массы сухого в-ва) осадки можно использовать в качестве рекультиванта почв, у к-рых потерял верхний плодородный слой. Это особенно важно для сохранения плодородия в условиях широкого применения минер. удобрений (ухудшающих структуру почв) и возвращения с.-х. земель после пром. использования. Представляют интерес утилизация *активного ила* в качестве кормовой добавки к рациону питания с.-х. животных и зверей ценных пород, а также получение из активного ила витаминов В₁₂, аминокислот и др. продуктов при сухой перегонке осадков.

Осадки и шламыв-ных производств сточных вод после переработки можно утилизировать для получения *сорбентов*, органич. жиров, красителей, смол, добавок в различные материалы строит. произ-ва, в дорожном стр-ве и т.п.

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ВЫТЯЖНОГО ВОЗДУХА

— процесс вторичного использования тепловой энергии в системе *вентиляции*. Теплота вытяжного вентиляц. воздуха — осн. вторичный энергоресурс (ВЭР) жилых и обществ. зданий. Расход теплоты на нагрев вентиляц. воздуха в жилых зданиях составляет 40—50% расхода на отопление, в обществ. — 40—80%. В пром. зданиях кроме теплоты вытяжного воздуха к ВЭР относятся уходящие газы топливомиспользующе-



Установка для транспортирования осадков сточных вод

1 — бункер-накопитель; 2 — бункер-питатель; 3 — бак для смазки; 4 — транспортирующий трубопровод; 5 — УТК-15-15; 6 — трубопровод для подачи смазки

го технологич. оборудования, отопительно-пром. котельных и др.

Аппараты, предназнач. для У.т.в.в., наз. теплоутилизаторами. По характеру изменения теплового потенциала различают два их вида: *тепловые насосы*, обеспечивающие увеличение теплового потенциала, и *теплообменные аппараты*. Выбор схемы и типа теплоутилизаторов определяет характер нагрузки теплопотребителей, т.к. существенно влияет на экономичность системы в целом. Потребители теплоты вытяжного воздуха могут быть круглогодичные (системы горячего водоснабжения хозяйственного и производственного) и сезонные (низкотемп-ные системы водяного отопления, системы кондиционирования воздуха и вентиляции).

Тепловые насосы при У.т.в.в. могут применяться для подогрева или подогрева и охлаждения приточного воздуха, а также для подогрева воды. В случае использования воздуха в качестве источника и приемника теплоты тепловые насосы работают по схеме "воздух—воздух". Такая схема предпочтительна при кондиционировании воздуха, т.е. при нагреве его в холодный период года и охлаждении в теплый. Переход работы теплового насоса с режима нагревания на режим охлаждения осуществляется изменением движения либо *хладагента*, либо воздуха. Работу теплового насоса для подогрева воды за счет теплоты вытяжного воздуха наз. работой по схеме "воздух—вода".

Тепловые насосы работают по обратному термодинамич. циклу Карно. Их тепловой цикл аналогичен холодильному циклу, но в данном случае производится не только холод испарителем, но и теплота в *конденсаторе*. Т.о. при затрате работы извне тепловой насос извлекает из источника низкопотенц. теплоту и передает ее с более высоким потенциалом к приемнику.

Большое распространение получили теплоутилизаторы — теплообменники, к-рые подразделяют на три группы: рекуперативные (воздухо-воздушные, воздухо-жидкостные, жидкостно-жидкостные), регенеративные и с промежуточным теплоносителем. В первых двух рабочих тела являются сами теплообменивающие среды, напр. вытяжной и приточный вентиляц. воздух, в последнем — кроме теплообменивающих сред используется рабочее тело, воспринимающее теплоту от вытяжного воздуха и передающее ее потребителю. В рекуперативных воздухо-воздушных теплоутилизаторах-теплообменниках теплота вытяжного воздуха передается через стенку приточному воздуху, а в воздухо-водяных — от воздуха к воде (см. *Рекуперативный теплоутилизатор*). В регенеративных (см. *Регенеративный теплоутилизатор*) теплоаккумулирующая масса попеременно нагревается за счет теплоты вытяжного воздуха и отдает аккумуля-

мированную теплоту приточному воздуху.

Регенеративные теплоутилизаторы-теплообменники бывают стационарные, в к-рых неподвижная теплоаккумулирующая масса (в виде насадок из металлич. стружки, гравия, щебня и т.п.) попеременно автоматически переключается с режима поглощения (поток вытяжного воздуха) на режим отдачи теплоты (поток нагреваемого воздуха), и вращающиеся, теплоаккумулирующая масса к-рых, выполн. в виде плоского цилиндрич. насадки, раздел. на секторы, при вращении последовательно пересекает поток вытяжного и приточного воздуха. Вращающиеся регенеративные аппараты могут передавать как явную, так и полную теплоту. В последнем случае теплоутилизаторы наз. *энтальпийными* или *сорбирующими* и их теплоаккумулирующая масса изготовляется из тонколистового картона, бумаги, целлюлозы и т.п. материалов.

Теплоутилизаторы с промежуточным *теплоносителем* имеют дополнит. циркуляц. контур, в к-ром циркуляц. насосом перемещается рабочее тело, передающее теплоту от вытяжного воздуха потребителю.

Их достоинства: полная аэродинамич. изоляция потоков вытяжного и приточного воздуха, что исключает возможность переноса запахов, бактерий и прочих загрязнений из вытяжного воздуха; возможность устройства систем утилизации при размещении приточных и вытяжных установок на значит. расстоянии одной от др.; возможность объединения в одну систему разл. числа приточных и вытяжных установок с разл. тепловым потенциалом удаляемого воздуха; недостаток — большой расход металла.

Разновидностью рекуперативного теплоутилизатора с промежуточным теплоносителем является теплоутилизаторна базе *тепловых труб*. Он представляет собой пучок труб, помещ. одним концом в поток греющего вытяжного, а др. — в поток нагреваемого приточного воздуха. Трубы отопит., представляющие собой разновидность рекуперативных воздухо-жидкостных теплообменников, выполняют в виде герметичной оболочки, частично заполн. *легкокипящей жидкостью* (хладоны, аммиак, глицерин и т.п.), устанавливают под небольшим углом к горизонту, в результате чего происходит естеств. конвекция паров жидкости.

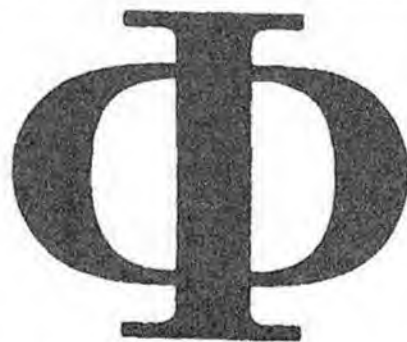
Серийно изготавливаемые теплоутилизаторы на базе труб предназначены для круглогодичного использования теплоты (холода) воздуха, удаляемого системами местной и общеобменной вытяжной вентиляции для нагревания (охлаждения) приточного воздуха в системах кондиционирования воздуха и приточной вентиляции производств. и обществ. зданий.

Они могут использоваться при темп-ре не выше 70°C в потоке вытяжного и не ниже -40°C в потоке приточного воздуха и запыленности не более $0,5\text{ мг/м}^3$ без содержания липких в-в и волокнистых материалов. Для них вводятся те же ограничения в применении, что и для рекуперативных и регенеративных теплоутилизаторов.

Теплоутилизаторы контактного типа являются разновидностью теплоутилизаторов с промежуточным теплоносителем. Они могут быть полые, в к-рых поверхность теплообмена образуется каплями жидкости, разбрызгиваемой через *форсунки* или др. способами, или иметь насадку, орошаемую водой, р-ром солей или жидкими *сорбентами*. В насадочных аппаратах теплообм. поверхность образуется частично стекающей пленкой жидкости, частично каплями, движущимися между пленкоконусными элементами. В качестве полых контактных теплоутилизаторов могут использоваться форсуночные камеры центр. *кондиционеров*. Теплоутилизаторы контактного типа применяют для нагревания воды за счет теплоты вытяжного воздуха. Вода в этом случае может быть подогрева лишь до темп-ры, соответствующей темп-ре воздуха по мокрому термометру. Поэтому теплоутилизаторы контактного типа целесообразно применять для У.т.в.в. с высоким влагосодержанием, напр., удаляемого от разл. сушильного оборудования текстильной, деревообрабатывающей, пищевой и др. отраслей пром-сти. Вода, нагреваемая в контактных аппаратах, используется для технологич. целей либо в рекуперативных теплообменниках. Достоинство теплоутилизаторов контактного типа — возможность совмещения процессов очистки и У.т.в.в., а также допустимость широкого диапазона нач. темп-р.

Применение любых теплоутилизаторов связано с дополнит. кап. и эксплуатационными затратами, увеличением расхода металла, установкой воздушных фильтров в потоке вытяжного воздуха, дополнит. затратами электроэнергии на перемещение воздуха или жидкости и др. На технико-экономич. эффективность У.т.в.в. влияют его массовый расход, темп-ра, влагосодержание и загрязнение, климатич. хар-ки наружного воздуха, способы регулирования параметров теплопринимающей среды и предотвращения инеобразования, время работы теплоутилизационной установки. Экономическая эффективность резко возрастает с увеличением продолжит. действия установки в годовом цикле при трехсменной работе.

УТКА — дважды изогнутый под углом 145° отрезок *теплопровода* в *системе отопления*, предназнач. для соединения концов двух *труб* (без изменения направления движения *теплоносителя*).



ФАКЕЛЬНАЯ ТОПКА — топка паровых и водогрейных котлов или печей, в к-рой топливо (угольная пыль, распыл. мазут или газ) сгорает в факелах, занимающих в отличие от слоевой топки большую часть объема топочной камеры (см. Камерная топка). Ф.т. были разработаны для сжигания твердого топлива в пылевидном состоянии в факельном процессе, что позволило с высокой надежностью и экономичностью использовать топливо пониж. качества, значительно повысить единичную произ-сть котлоагрегатов. Топливо перед подачей в Ф.т. очищают, измельчают и высушивают в системе пылеприготовления топлива. Ф.т. весьма удобны для сжигания газообразного и жидкого котельного топлива (см. Топка мазутная), при этом газообразное топливо не требует предварит. подготовки, а жидкое должно быть распылено форсунками. Ф.т. для пылевидного топлива подразделяют на следующие: с удалением шлака в твердом состоянии (сухое шлакоудаление) и с жидким шлакоудалением. Ф.т. для жидкого и газообразного топлива выполняют с горизонт. или слегка наклонным подом. Ф.т. классифицируют по типу горелок (однофронт., встречная, угловая) и по числу ярусов горелок.

ФАСОННАЯ ЧАСТЬ ВОЗДУХОВОДА — элемент вентиляц. сети, предназначен. для соединения прямых участков воздуховода разл. диаметров или сечений, для изменения направления движения воздуха в сети воздуховодов. Пром-сть изготавливает фасонные части определ. размеров, установл. нормами, круглого и прямоугольного сечений. Это — отводы, тройники и крестовины вентиляционные, переходы, диффузоры и конфузоры.

ФИЛЬТР — (франц. filtre, от позднелат. filtrum букв. — войлок) — устройство (сооружение) для разделения, сгущения или осветления неоднородной системы, содержащей твердую и жидкую фазы, пропускаем через пористую (фильтров.) перегородку.

В водоснабжении для отделения воды от дисперсных и коллоид. в-в используют фильтры с зернистой загрузкой, сетчатые (микрофильтры, барабанные сита), тканевые или пористые перегородки (из керамики или фарфора), намывные слои из диатомита, целлюлозы, древесной муки. Ф. могут быть безнапорные (открытые) или напорные. В водопроводной практике широко применяют Ф. с зернистой загрузкой. Их классифицируют: по скорости фильтрации — медленные (0,1—0,3 м/ч), скорые (5—1 м/ч), сверхскорые (36—100 м/ч); по направлению потока воды — одно- (обычно скорые Ф.), двух- и многопоточные; по крупности зерен загрузки — мелко- (размер зерен 0,5—1,2 мм, эквивалентный диаметр $d_3 = 0,7...0,8$ мм), средне- (0,7—1,6 мм, $d_3 = 0,8...1$ мм) и крупнозернистые (0,8—2 мм, $d_3 = 1...1,2$ мм); по числу слоев загрузки — одно-, двух- и многослойные.

Для вентиляции и кондиционирования воздуха в осн. применяют фильтрацию через пористую перегородку, в ходе к-рой частицы пыли (аэрозоли) задерживаются, а газ (воздух) проходит сквозь нее. Фильтрующие перегородки состоят из волокнистых или зернистых элементов и подразделяются на: гибкие пористые из тканевых материалов (природных, синтетических или минер. волокон), нетканых волокнистых материалов (войлоки, клееные и иглопробивные материалы, бумага, картон, волокнистые маты), ячеистых листов (губчатая резина, пенополиуретан, мембранные элементы); полужесткие пористые перегородки (слои волокон, стружка, вязанные сетки, располож. на опорных устройствах или зажатые между ними); жесткие пористые перегородки из зернистых материалов (пористая керамика или пластмасса, спеченные или спрессов. порошки металлов, пористые стекла, углеродистые материалы и др.); волокнистые материалы (сформиров. слои из стекл. и металлич. волокон); металлич. сетки и перфориров. листы. Процесс сухой фильтрации применяют в тканевых и зернистых Ф. тонкой очистки воздуха. См. также Фильтр контактный, Фильтр воздушный, Фильтр с зернистой загрузкой, Фильтр намывной, Фильтр тонкой очистки воздуха, Фильтр тканевый, Фильтрующая траншея, Фильтрующий колодец, Электрофильтр.

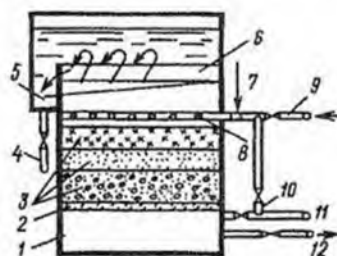
ФИЛЬТР ВОДЯНОЙ — предназначен для очистки рециркуляц. воды в поддоне форсуночной камеры. Используют сетчатые Ф.в. с латуной сеткой, имеющей в зависимости от тонкости распыла отверстия разного диаметра. Для камер с тонким распылом применяют бутылочные Ф.в. с сеткой с малыми отверстиями. Для по-

локнистых лылей используют гравийные и коксовые Ф.в., к-рые по мере заполнения шламом регенерируют путем промывки.

ФИЛЬТР ВОЗДУШНЫЙ — устройство для очистки приточного воздуха, в к-ром с помощью фильтров. перегородки улавливаются аэрозольные частицы, а воздух проходит сквозь перегородку. Предназначен для очистки наружного и рециркуляц. воздуха в центр. и местных кондиционерах. Фильтрующие перегородки в Ф.в. — сетки, покрытые тонкой масляной пленкой, смоченные и сухие волокнистые материалы. В зависимости от вида перегородки и конструктивных решений Ф.в. подразделяют на самоочищающиеся, рудонные ячеювые, карманные, электр. ячеювые. По эффективности Ф.в. делят на 3 класса: 1) эффективность улавливания частиц пыли всех размеров — 99%; 2) то же, размером > 1 мкм — 85%; 3) то же, размером 10—50 мкм — 60%. Пром-сть выпускает Ф.в. след. типов: ФР5А — с фильтрующим материалом из синтетич. волокон общепром. назначения ФРНК-ПГ или ИФП-1 пропускной способностью 10—315 тыс.м³/ч для очистки воздуха от пыли при средней запыленности 1 мг/м³ и кратковрем. до 10 мг/м³; ФР3А — с двумя фильтрующими материалами; ФРНК-ПГ — с клееным прокладочным полотном пропускной способностью 10—250 тыс.м³/ч (модификация фильтров ФР5А) для очистки воздуха от волокнистой пыли; ФС2 — самоочищающиеся воздушные с регенерацией фильтрующей панели в масле пропускной способностью 10—250 тыс.м³/ч, их также рекомендуется применять при большом содержании масляных аэрозолей и не рекомендуется при наличии в очищаемом воздухе волокнистой пыли; ФяР, ФяВ, ФяУ и ФяП — ячеювые с фильтрующими материалами из металлической и винилпластовой сеток, упругого стекловолокна и поролон пропускной способностью одной кассеты 1540 м³/ч при уд. воздушной нагрузке 7 тыс.м³/(м²ч) для очистки воздуха в вентиляционных системах пропускной способностью до 30 тыс.м³/ч; ФЗ-2 — электр. пропускной способностью до 2 тыс.м³/ч для высокоэффективной очистки воздуха от пыли; ФВ182 и ФВ3002 — карманные с фильтрующим материалом из тонковолокнистого стекловолокна АФ4 пропускной способностью 4250 м³/ч для очистки воздуха перед воздухоподушками (могут применяться и для высокоэффективной очистки воздуха); ЛАИК — с фильтрующим материалом ФПП общепром. назначения для очистки воздуха от пыли при средней запыленности 1 мг/м³ и кратковрем. до 10 мг/м³ для абсолютной очистки воздуха от аэрозолей.

ФИЛЬТР КОНТАКТНЫЙ — открытый скорый с одно-, двух и трехслойной фильтрующей зернистой загрузкой аппарат, работающий по принципу контактной коагуляции. Ф.к. рекомендуется применять в одноступенчатых схемах водоподготовки при содержании взвеш. в-в до 60 мг/л и цветности воды до 120 град. Исходная вода, обработанная реагентами, фильтруется сверху вниз через фильтрующую загрузку, затем собирается распределит. системой из керамики или полимербетонных пористых плит, либо из полиэтиленовых щелевых труб и отводится за пределы сооружения. Скорость фильтрации — до 20 м/ч, интенсивность водяной промывки — до 15 л/(см²) в течение 7—8 мин. Ф.к. бывают трех типов, отличающихся конструкцией фильтрующей загрузки — КФ-2, КФ-3 и КФ-5. Фильтрующая загрузка КФ-2 — двухслойная: керамзит крупностью 0,8—1,8 мм (эквивалентный диаметр $d_{\text{экв}} = 1...1,1$ мм) высотой слоя 0,7 м и кварцевый песок крупностью 0,5—1,2 мм ($d_{\text{экв}} = 0,7...0,8$ мм) высотой слоя 0,8 м. Фильтрующая загрузка КФ-3 — однослойная из крупнозернистого кварцевого песка крупностью 0,9—1,8 мм ($d_{\text{экв}} = 1...1,2$ мм, высотой слоя 2 м). Фильтрующая загрузка КФ-5 — трехслойная, высота каждого слоя по 0,5 м, крупность загрузки, мм: керамита 3—5, аглопорита 2—3, кварцевого песка 0,5—1 мм ($d_{\text{экв}} = 0,7...0,8$). Для всех типов Ф.к. характерно отсутствие поддерживающих слоев загрузки. Гряземкость фильтрующих загрузок Ф.к. примерно такая же, как и у осветлителей контактных.

Контактный префильтр (КПФ) конструктивно аналогичен контактному осветлителю с поддерживающими слоями и водовоздушной промывкой. В КПФ применяют трубчатые перфорир. распределит. системы для подачи воды и воздуха и систему горизонт. отвода промывной воды. Поддерживающий слой гравия круп-



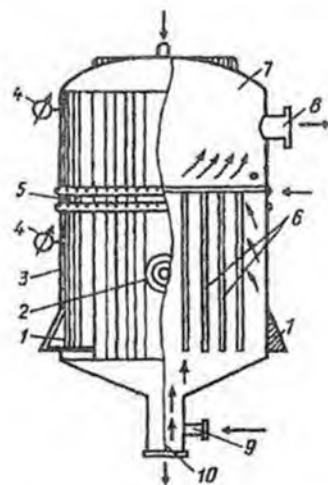
Фильтр контактный КФ-5

1 — поддон; 2 — ложное дно из пористого полимербетона; 3 — три слоя фильтрующей загрузки; 4 и 11 — отвод и подача промывной воды; 5 — боковой карман; 6 — водоборные желоба; 7 — впуск реагентов; 8 — распределит. система подачи воды с реагентами; 9 и 12 — подача исходной и отвод фильтруемой воды; 10 — подача воды на промывку распределит. системы

ностью 2—40 мм устраивают высотой 0,75—1 м, а слой песка крупностью 0,7—2 мм ($d_{\text{экв}} = 1...1,3$ мм) — высотой 2—2,3 м. Скорость фильтрарования (снизу вверх) принимают при норм. режиме 5,5—6,5 м/ч и при форсированном — 6,5—7,5 м/ч. КПФ промывают как очищенной, так и неочищенной водой при условии, что ее мутность не более 10 мг/л, колииндекс до 1000 ед/л и что она предварительно обработана на микрофильтрах или барабанных ситах и обеззаражена. Интенсивность подачи, л/(см²): воздуха 18—20, воды 6—7; продолжительность, мин: промывки 7—8, сброса первого фильтрата 5—15.

ФИЛЬТР НАМЫВНОЙ — аппарат для осветления маломутных (взвеш. в-в до 40 мг/л) и малочетных (до 30 град) вод. При фильтрации воды на Ф.н. снижается содержание коллоидных органич. в-в, обеспечивается удаление железа, марганца, масел, диспергированных примесей, бактерий. Процесс фильтрации происходит через макропористый намывной слой, образуемый спец. введенным в начале фильтроцикла фильтрующим материалом (диатомит, целлюлоза, бентонит, активный уголь, древесная мука, и др.) с размером частиц 50—70 мкм на поверхности твердой пористой основы с размером пор 100—150 мкм. Размер частиц намываемого фильтрующего материала меньше размера пор фильтрующей основы, однако эти частицы задерживаются на ее поверхности, поскольку осаждаются на сводиках, образующихся между первичными заклинившимися частицами и более крупными агрегатами намывного материала. Структурно намывной слой состоит из большого кол-ва каналов малых размеров, что обеспечивает получение фильтрата высокого качества.

Ф.н. представляет собой цилиндрич. сосуд с выпуклыми торцами, внутри к-рого на опорной плите закреплены вертикальные трубчатые элементы (пористые керамич., фарфоровые, сетчатые, каркасно-навитые и др.). Широко применяют трубчатые элементы в виде перфорир. полых цилиндров из нержавеющей стали, вокруг к-рых обернута тонким слоем ткань из синтетич. волокон в форме рукава. Фильтрующий слой намывают на наружную поверхность ткани. Ф.н., как правило, работают по напорной схеме, реже как гравитационные и вакуумные. В начале фильтроцикла в течение 3—5 мин намывают фильтрующий слой в режиме рециркуляции, чтобы гарантировать полное осаждение в нем мелких частиц. Расход фильтрующего материала составляет 300—400 г на 1 м² фильтрующей поверхности. Равномерный намывной фильтрующий слой удерживается на поверхности



Фильтр намывной

1 — опоры для крепления; 2 — смотровое окно; 3 — корпус; 4 — манометры; 5 — разделит. плита; 6 — фильтрующие элементы; 7 — камера сбора фильтрата; 8 и 9 — отвод фильтрата и подача исходной воды; 10 — сброс осадка

фильтрующих патронов за счет разности давлений в корпусе фильтра и внутри трубчатых элементов. Как только фильтрат станет чистым, начинают подавать обрабатываемую воду со скоростью 1—15 м/ч в зависимости от качества исходной воды, способа фильтрации, свойств фильтрующего слоя, толщины слоя образовавшегося на нем осадка и длительности фильтроцикла. При потере напора 15—20 м фильтр отключают и производят водовоздушную промывку, к-рая происходит след. образом. После остановки Ф.н. и сброса части воды намывной слой сползает на дно аппарата, одновременно в камеру фильтрата засасывается воздух и образуется воздушная подушка. После закрытия клапана прекращается впуск воздуха и начинается нагнетание промывной воды. Воздух сжимается, и после открытия сбросного клапана в основании Ф.н. происходит резкая декомпрессия воздуха, выталкивающая воду через поры фильтрующих элементов изнутри наружу, что способствует их отмыванию от загрязнений. Затем Ф.н. опорожниют и фильтрующие элементы промывают в течение 15 мин. Расход воды на промывку составляет 0,5—0,7% фильтрата. Для повышения скорости фильтрации или увеличения фильтроцикла используют другой режим работы Ф.н., при к-ром после первоначального намыва фильтрующего слоя с меньшим расходом фильтрующего материала в обрабатываемую воду непрерывно дозируют присадочный материал в кол-ве 3—10 мг/л. Взвеш. в-ва, содержащиеся в воде и отложившиеся на намывном слое,

смешиваются с присадочным материалом, образуя микропористый слой, к-рый участвует в процессе фильтрования, замедляя приток воды. Ф.п.-г. используют при обезжелезивании и деминерализации конденсатов теплосиловых станций, при извлечении из воды органич. в-в растит. происхождения.

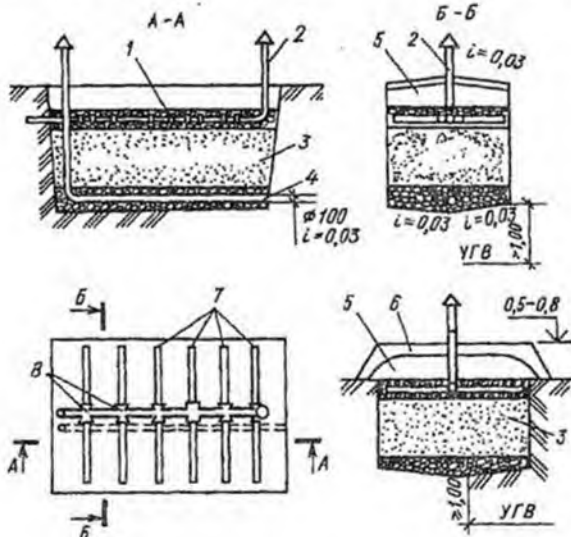
ФИЛЬТР ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНЫЙ — сооружение для биол. очистки бытовых сточных вод в местных системах канализации, располагаемое в водонепроницаемом или слабофильтрующем грунте (возможно также в подземной емкости из железобетона, бетона и др. материалов). В верхней части песчано-гравийной загрузки фильтра находится оросит. сеть труб, в нижней — дренажная. На очистку в Ф.п.-г. поступают сточные воды после отделения из взвешенных в-в в септике. Для устройства Ф.п.-г. разрабатывают котлован, дно к-рого устраивают примерно на 1,5 м ниже лотка отводящей трубы из септика или дозирующей камеры. Дно котлована планируют с уклоном к центр. части, равным 0,03. На дне его укладывают слой гравия, щебня или котельного шлака крупностью 15—30 мм, на к-ром сооружают дренажную сеть, состоящую из центр. трубы (коллектора) и водосборных труб (асбестоцементных с боковыми пропилами или пластмассовых с отверстиями). Дренажную сеть засыпают щебнем, гравием или шлаком крупностью 15—30 мм на высоту на 50 мм над верхом труб, затем слоями из этих же материалов (крупностью 5—15 мм высотой 100 мм, 2—5 мм — высотой 100 мм) и, наконец, слоем крупного и среднего песка высотой около 1 м. Далее укладывают слой гравия, щебня или шлака крупностью 15—30 мм. Оросит. сеть, устройство к-рой ана-

логично устройству дренажной, также засыпают сверху (на 50 мм над верхом труб) той же загрузкой, затем накрывают слоем рубероида или гидроизола и засыпают грунтом. Площадь Ф.п.-г. определяют из условия размещения оросит. труб расчетной длины при расстоянии между ними 0,5 м. Требуемую длину труб находят при расчетной нагрузке на 1 м трубы 100 л/сут. Дренажные трубы размещают аналогично оросительным. От конца коллектора оросит. сети и начала коллектора дренажной сети выводят вентиляц. стояки с флюгаркой диаметром 100 мм, конец к-рых должен подниматься над землей на 0,7 м. Расстояние от лотка дренажных труб до уровня подземных вод должно быть не менее 1 м. При высоком их уровне Ф.п.-г. можно располагать в подсыпке, предусмотрев при необходимости подкачку насосом сточных вод после септика. Ф.п.-г., располагаемый в подсыпке, перекрывают слоем рулонного гидроизола, материала и засыпают слоем шлака высотой 0,5—0,6 м и слоем растит. грунта высотой 0,2 м.

Остаточная БПК_{полн} сточных вод после Ф.п.-г. при высоте фильтрующего слоя 1 м составляет 12—15 мг/л, при высоте 1,5 м — 8—10 мг/л. Очищенная вода по требованию сан. органов должна дезинфицироваться. Ф.п.-г. может также предусматриваться в две ступени, при этом на вторую ступень сточные воды могут поступать либо самотечно (при благоприятном рельефе), либо перекачиваться насосом из сборного колодца на дренажной сети первой ступени. Загрузочным материалом первой ступени, высота слоя к-рого принимается 1—1,5 м, могут служить гравий, щебень или котельный шлак крупностью 15—30 мм. Загрузка второй ступени аналогична загрузке одноступенчатого Ф.п.-г. Нагрузку на оросит. трубы первой ступени принимают 150—

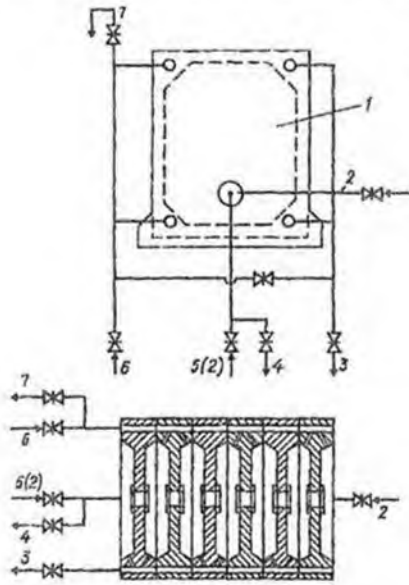
200 л/(м²сут), второй — также аналогичной нагрузке одноступенчатого Ф.п.-г. Нагрузки приведены для р-нов со среднегодовой темп-рой атмосферного воздуха 3—6°C и удельным водоотведением до 150 л/(чел²сут). Для р-нов со среднегодовой темп-рой выше 6°C нагрузки принимают на 5% выше на разницу в 1°C, при темп-ре ниже 3°C — соответственно на 5% ниже на разницу в 1°C. При уд. водоотведении более 150 л/(чел²сут) нагрузки увеличивают на 5% на каждые 15 л/(чел²сут) разницы в водоотведении.

ФИЛЬТР-ПРЕССОВАНИЕ ОСАДКОВ — метод обезвоживания осадков сточных вод на фильтрующей перегородке фильтр-пресса под избыточным давлением. Основное преимущество этого метода по сравнению с вакуум-фильтрованием и центрифугированием — более глубокая степень обезвоживания, поэтому его целесообразно применять, когда необходимо получить осадок низкой влажности. Первые установки для обезвоживания осадков сточных вод, оборудованные рамными фильтр-прессами, были созданы в Великобритании в XIX в. Из-за несовершенства конструкций фильтр-прессов того времени, их низкой пропускной способности и значит. затрат ручного труда при эксплуатации они не получили распространения. Только в середине XX столетия фильтр-прессы стали широко использоваться для обезвоживания осадков сточных вод. Известны различные модификации автоматизиров. фильтр-прессов с широким диапазоном рабочих давлений: рамные, камерные, ленточные, шнековые и др. Наибольшее применение получили камерные и ленточные. Осн. конструктивными элементами камерных и ленточных являются опорная и нажимная плиты, механизмы зажима плит, их перемещения и разгрузки. Фильтров. плиты покрыты фильтрующей перегородкой (фильтров. тканью) и имеют дренаж для отвода фильтрата. Фильтр-пресс состоит из набора вертикал. или горизонт. фильтров. плит. При сжатии они образуют камеру, в к-рой под избыточным давлением поступает осадок. Сначала он нафильтровывается на перегородку, а затем под избыточным давлением запрессовывается в камеру. Рабочее давление фильтрования у фильтр-прессов такой конструкции обычно равно 80—10¹⁰ Па. Оно создается высоконапорными насосами, подающими осадок на фильтр-пресс, или сжатым воздухом в случае переадавливания осадка через манжус. В ряде конструкций фильтр-прессов между фильтров. плитами устанавливают резиновые диафрагмы, к-рые после заполнения камеры отжимают осадок под давлением рабочей жидкости, подаваемой



Песчано-гравийный фильтр

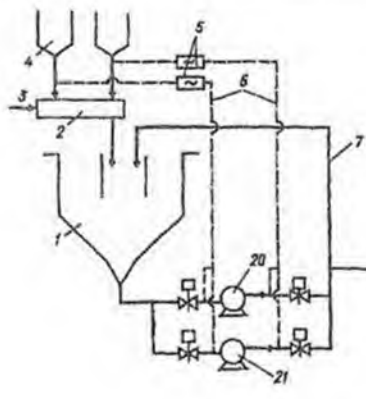
1 — оросит. сеть; 2 — вентиляц. стояк; 3 — загрузка; 4 — дренажная сеть; 5 — насыпной грунт; 6 — гидроизоляция; 7 — заглушка; 8 — крестовины



Фильтр-пресс ФВК-500

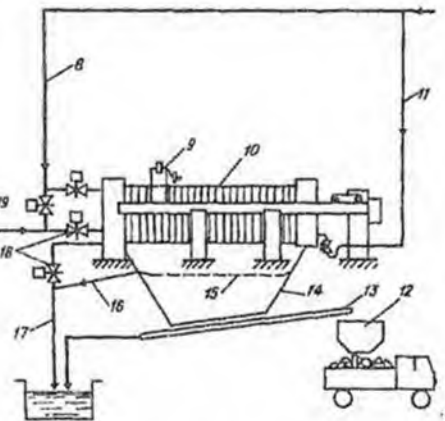
1 — упорная плита; 2 — подвод воздуха на просушку и продувку; 3 — отвод фильтрата; 4 — сброс осадка из коммуникаций при продувке; 5 — подвод осадка; 6 — подвод воздуха на просушку (второй вариант); 7 — воздушник

под диафрагму. Такие фильтр-прессы наз. диафрагменными, или мембранными. Выпускаемые отечеств. пром-стью, мембранные фильтр-прессы марки ФПИАКМ или КМП имеют рабочее давление до $16 \cdot 10^5$ Па. Камерные фильтр-прессы являются аппаратами периодич. действия. Процесс обезвоживания на них происходит в неск. стадий в зависимости от концентрации осадка и технологич. режима. Регулируя продолжит. отд. стадий, можно обеспечить наиболее рацион. режим обезвоживания осадков с различными исходными свойствами. Отецеств. пром-сть выпускает автоматизиров. камерные фильтр-прессы с площадью поверхности фильтрации до 500 м^2 , зарубежные фирмы — до 1000 м^2 . Камерные диафрагменные фильтр-прессы изготовляют с подвижной фильтрующей перегородкой, к-рая в момент разгрузки передвигается относительно фильтров. плит. Осадки сточных вод, имеющие высокое уд. сопротивление фильтрации, перед подачей на камерный фильтр-пресс обрабатывают минер. хим. реагентами: хлорным или серно-кислым железом и известью или флоккулянтами. Для снижения уд. сопротивления и показателя сжимаемости при Ф.-п.о. сточных вод в качестве присадочного фильтрующего материала используют золу. При обезвоживании на камерных фильтр-прессах труднофильтруемых осадков от биологич. очистки городских сточных вод, имеющих высокий



показатель сжимаемости, требуются повыш. расходы извести для обеспечения достаточной прочности осадка. Вид и дозы реагентов и присадочных материалов зависят от водоудерживающих свойств осадков и показателя сжимаемости и определяют экспериментально.

Ленточные фильтр-прессы — непрерывно действующие аппараты. Процесс обезвоживания на них происходит под действием сил гравитации и давления, создаваемого непрерывно движущимися фильтров. лентами. К осн. конструктивным элементам ленточных фильтр-прессов относятся: фильтров. ленты, приводной и направляющий барабаны, система роликов, обеспечивающая заданную траекторию движения фильтров. лент, узлы отжима осадка, система регенерации фильтров. ленты, система сбора и отвода фильтрата и промывной воды, узел съема осадка с фильтров. ленты. При изменении направления движения лент происходит не только сжатие осадка, но и изменение его структуры. При этом создаются благоприятные условия для отделения влаги. Давление на осадок (примерно $2,5 \cdot 10^5$ Па) обеспечивается натяжением фильтров. лент. Для ленточных



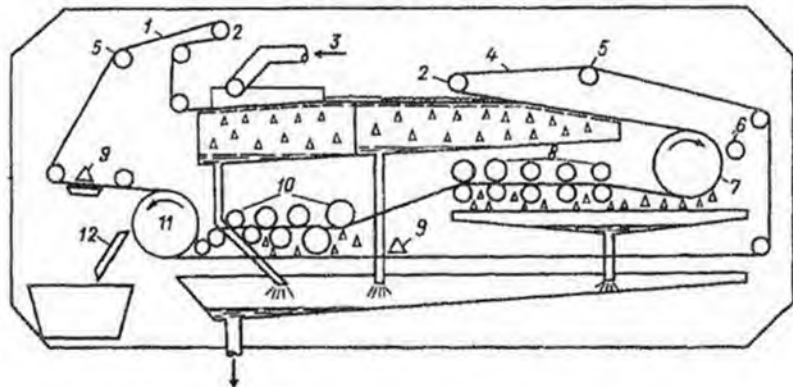
Принципиальная схема установки фильтр-пресса с насосами

1 — приемная емкость; 2 — смеситель осадка с реагентами; 3 — исходный осадок; 4 — реагенты; 5 — насос высокого давления; 6 — подача реагентов; 7 — сброс осадка из коммуникаций; 8 — воздух на просушку; 9 — промывное устройство; 10 — фильтр-пресс; 11 — воздух на продувку; 12 — бункер осадка; 13 — конвейер; 14 — бункер выгрузки; 15 — сбор промывной воды; 16 — отвод промывной воды; 17 — отвод фильтрата; 18 — клапан; 19 — осадок на обезвоживание; 20 — насос большой проиц-сти; 21 — насос высокого давления

фильтр-прессов характерны высокая проиц-сть и низкие уд. затраты электроэнергетии. Однако влажность обезвоженного осадка сравнит. высока и сопоставима с влажностью осадка, обезвоженного на вакуум-фильтрах. За рубежом выпускается большое кол-во ленточных фильтр-прессов, различающихся в осн. по направлению движения и ширине фильтров.

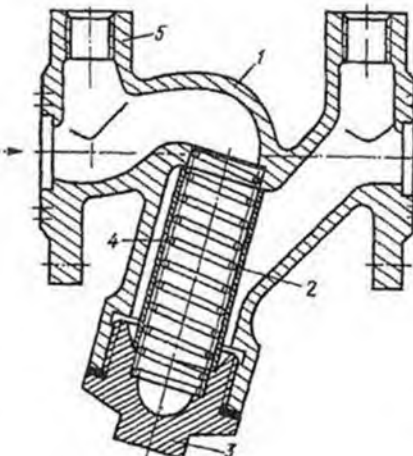
Ленточный фильтр-пресс ЛМН 10-1Г

1 — фильтр. плита; 2 — натяжные ремни; 3 — подача осадка; 4 — фильтр. лента; 5 — регулирующие ремни; 6 — отжимной ролик; 7 — трубчатый барабан; 8 — узел предварит. отжима осадка; 9 — система регенерации фильтров. лент; 10 — узел окончат. отжима осадка; 11 — приводной барабан; 12 — нож для съема осадка



лент, а также расположению одного отжимного ролика относительно др. По направлению движения фильтров. лент ленточные фильтр-прессы подразделяют на горизонт., барабанные, петлеобразующие, вертик. и угловые. Отечествен. пром-стью освоен выпуск ленточного фильтр-пресса горизонт. типа марки ЛМН 10-1Г с рабочей шириной ленты 1200 мм. Ленточные фильтр-прессы имеют фильтров. ленты из лавсанового или полиэфирного моноволокна. Особенностью этих фильтров является наличие зоны гравитац. фильтрования, в к-рой отделение свободной влаги происходит под действием сил тяжести на движущейся фильтров. ленте. Поэтому для обеспечения быстрого выделения достаточного кол-ва свободной влаги из фильтруемого осадка последний перед подачей на ленточные фильтр-прессы, как правило, обрабатывают флокулянтами.

ФИЛЬТР РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ ГАЗА — устройство, располагаемое перед регулятором давления для очистки газа от механич. взвеш. в-в. При уменьшении в очис. газе твердых частиц повышается плотность запорных устройств регуляторов давления и уменьшается износ уплотняющих поверхностей. Наибольшее распространение получили сетчатые и кассетные волосяные фильтры, а при давлении более 1,2 МПа — висциновые с кольцами Рашига. Для обеспечения достаточной степени очистки газа лимитируется скорость проходящего через фильтр газового потока с учетом рабочего давления в его входном патрубке. Для висциновых фильтров эта скорость не дол-

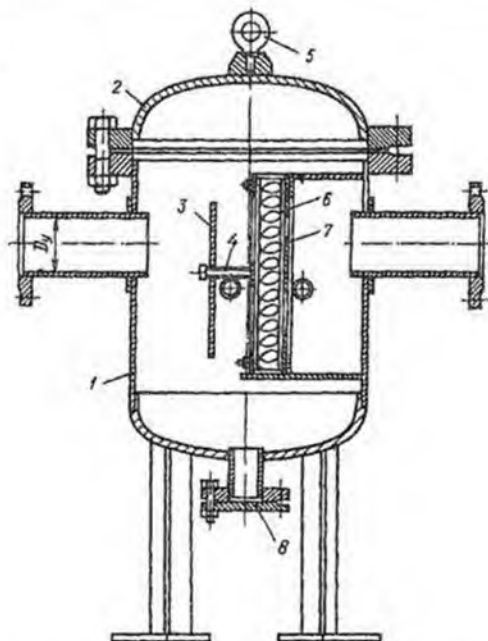


Фильтр сетчатый ФС

1 — чугунный корпус; 2 — сетка; 3 — коλλα; 4 — проволочный каркас; 5 — штуцер для подключения манометров

Фильтр кассетный сварной ФГ

1 — сварной корпус; 2 — крышка; 3 — отбойный лист; 4, 5 — болты; 6 — кассета; 7 — перфорированный лист; 8 — люк для прочистки



жна превышать 1 м/с, для сетчатых и кассетных она характеризуется макс. допустимым перепадом давления на сетке или кассете фильтра и не должна превышать 5 кПа — для фильтров $D_y = 15...50$ мм и 10 кПа — для фильтров $D_y = 80...500$ мм. Степень засорения фильтров определяется перепадом давления, измеряемого дифманометрами.

Фильтры сетчатые литые типа ФС применяют в шкафовых газорегуляторных пунктах и газорегуляторных установках при небольших расходах газа. В качестве фильтрующего элемента используется однослойная плетеная металлич. сетка. В чугунном корпусе расположена обойма из проволочного каркаса и обтягивающей ее мелкоячеистой сетки. Обойма прижимается к выступам корпуса коллаком. Газ из входного патрубка фильтра поступает внутрь обоймы, на сетке к-рой задерживаются и ссыпаются вниз твердые частицы. Пройдя через сетку, очис. газ попадает в выходной патрубок фильтра и из него направляется к осн. оборудованию.

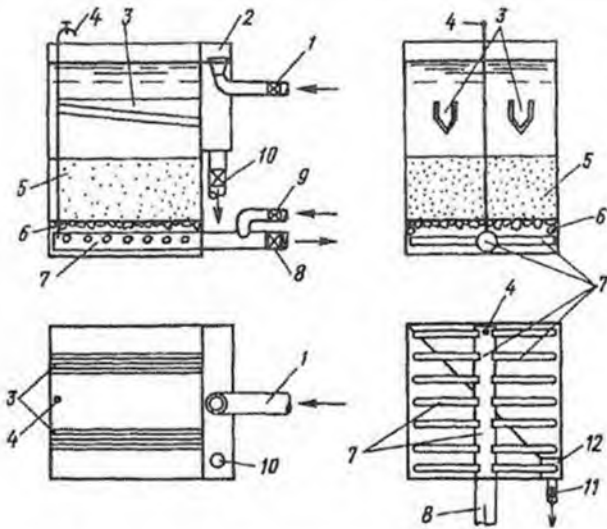
Фильтры кассетные волосяные типа ФВ в чугунном исполнении предназначены для использования в стационарных и шкафовых газорегуляторных пунктах с расходом газа до 9000 м³/ч. Корпус чугунного фильтра имеет кольцевой паз, в к-ром находится кассета.

Ее торцевые части затянуты проволочными сетками, пространство между к-рыми набивается капроновой нитью (или прессов. конским волосом), пропит. висциновым маслом. При проходе газа через набивку осуществляется его очистка. За кассетой расположена решетка, пре-

дохраняющая заднюю стенку от разрыва и уноса фильтрующего материала. Сверху корпус перекрывает крышкой.

Фильтры кассетные сварные типа ФГ используют для стационарных газорегуляторных пунктов с расходом газа до 100 000 м³/ч. Газ поступает в стальной сварной корпус, перекрывает крышкой, и встречает на своем пути отбойный лист. Твердые частицы крупных размеров, ударившись о него и потеряв скорость, падают на дно корпуса. Более мелкие фракции механич. примесей фильтруются в кассете, к-рая с помощью болта прижата к защитному перфориров. листу. Лист, в свою очередь, опирается на кромки внутренней камеры фильтра. Для удаления накопившихся в корпусе частиц снимают заглушку, а для очистки и промывания кассеты поднимают крышку. Пылеуловители висциновые при меняют в газорегуляторных пункта с входным давлением не более 1,2 МПа. В корпусе имеются две сетки или перфорированные листы, между к-рыми засыпаются мелкие кольца Рашига, смоченные висциновым маслом. Фильтр заполняют и разгружают кольцами через люки. На входном патрубке укреплен отбойный лист для более равномерного распределения потока газа по всей площади фильтра и для отделения наиболее крупных твердых частиц.

ФИЛЬТР С ЗЕРНИСТОЙ ЗАГРУЗКОЙ — безнапорное или напорное сооружение, на к-ром достигаются осветление и обесцвечивание воды. В зависимости от конструкции фильтрующей загрузки и качества обрабатываемой



Медленный фильтр с боковым карманом
 1, 8 — подача исходной воды и отвод фильтрата; 2 — боковой карман; 3 — водосборные желоба; 4 — воздушник; 5, 6 — фильтрующая и поддерживающая загрузки; 7 — распределит. (дренажная) система; 9, 10 — подача и отвод промывной воды; 11 — полное опорожнение фильтра; 12 — приемок

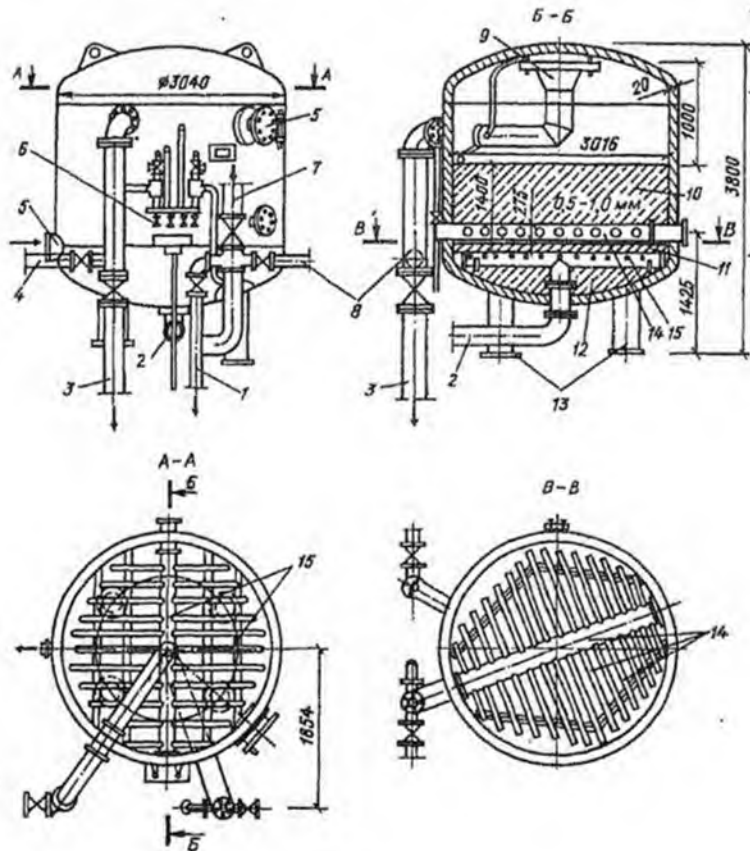
воды Ф.з.з. могут работать в комплексе сооружений первой ступени очистки воды или доочищать воду после нее. При площади фильтрования до 30 м² безнапорные Ф.з.з. устраивают с боковым карманом, а при большей — с центр. каналом. Открытый безнапорный Ф.з.з. имеет прямоугольную в плане конфигурацию, его выполняют из железобетона. Напорный Ф.з.з. представляет собой стальной цилиндр со сферич. днищем, к-рый располагают вертик. или горизонт. Ф.з.з. могут быть скорыми и медленными. Осн. узлами скорого Ф.з.з. являются распределит. (дренажная) система, поддерживающий и фильтрующий слой загрузки, водосборные (распределит.) желоба из перфориров. трубы и трубопроводы с запорно-регулирующей арматурой обвязки. Распределит. (дренажная) система, расположенная на дне сооружения, имеет двойное назначение: при фильтровании собирает (дренирует) фильтрат и отводит его за пределы сооружения без выноса зерен фильтрующего материала; при промывке загрузки равномерно распределяет по площади Ф.з.з. промывную воду или воздух. В Ф.з.з. применяют распределит. системы, в к-рых равномерность распределения промывной воды достигается за счет большого сопротивления ее движению через проходные отверстия. Рекомендуются след. распределит. системы: из щелевых труб (стальных, полиэтиленовых) или в виде щелевого ложного дна без поддерживающих слоев; колпачковая; трубчатая с круглыми отверстиями, располагаемая в толще поддерживающей загрузки из пористых плит или труб. Поддерживающий слой загрузки из гравия или щебня крупностью 2—40 мм и высотой до 0,5 м, на к-ром лежит фильтрующая загрузка, укладывают на дно сооруже-

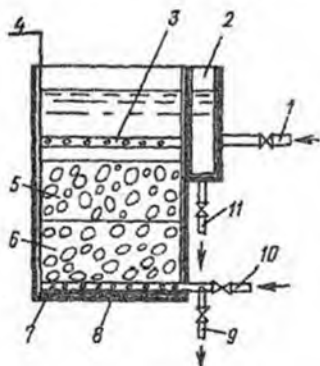
ния для предотвращения вымывания мелких фракций фильтрующего материала и их выноса вместе с фильтратом через отверстия распределит. системы. Фильтрующий слой состоит из отсортиров. по фракционному составу и

размерам зерен загрузочного материала (кварцевый песок, керамзит, керамич. крошка, горелые породы, полимеры, дробленый антрацит и др.), удовлетворяющего сан. требованиям, обладающего достаточной хим. стойкостью и механич. прочностью. Крунность зерен фильтрующей загрузки принимают равной 0,5—2 мм, эквивалентный диаметр — 0,7—1,2 мм, коэффиц. неоднородности — 1,5—2, высоту фильтрующего слоя — 0,7—2 м. Слой фильтрующей загрузки может быть: из одного материала (однослойный Ф.з.з.); из двух материалов разной плотности — керамзит и песок, антрацит и мраморная крошка и др. (двухслойный скорый Ф.з.з.); из неск. фильтрующих материалов (многослойные скорые Ф.з.з.). В верхней части скорого Ф.з.з. на определ. расстоянии от верха фильтрующей загрузки, исключая вынос мелких фракций при промывке, расположены

Напорный скорый фильтр

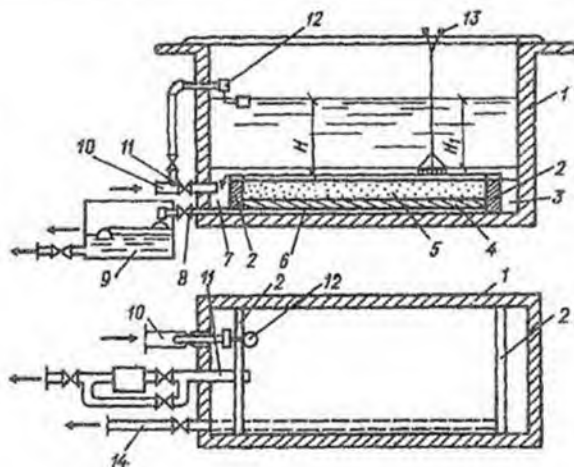
1 — полное опорожнение; 2 — подача воздуха; 3, 7 — отвод и подача промывной воды; 4, 8 — подача исходной воды и отвод фильтрата; 5 — люк; 6 — пробоотборники; 9 — распределит. воронка; 10, 11 — фильтрующая и поддерживающая загрузки; 12 — бетонная подушка; 13 — опоры; 14, 15 — воздухо- и водораспределит. системы





Медленный фильтр

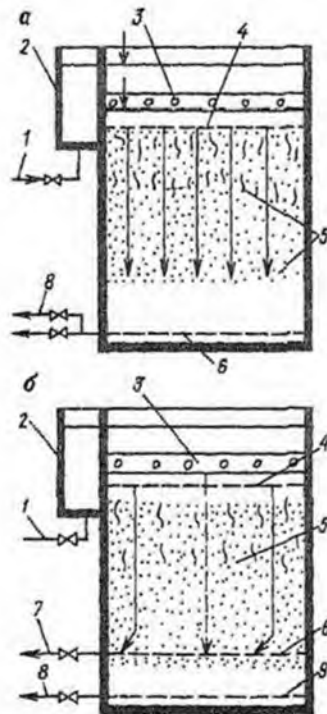
1 — корпус фильтра; 2 — водонепроницаемые стенки; 3, 7 — нижний и верхний карманы; 4 — пористые дренажные плиты; 5 — песчаный фильтрующий слой; 6 — поддон; 8, 10 — отвод фильтрата и подача исходной воды; 9 — регулятор скорости фильтрации; 12 — поплавковый клапан; 11, 14 — подача и отвод промывочной воды; 13 — каретка рычагителя, движущаяся по монорейсу



Каркасно-засыпной фильтр

1, 9 — подача исходной воды и отвод фильтрата; 2 — боковой карман; 3 — водосборная система из перфорированной трубы; 4 — подача воздуха; 5 — гравийный «каркас» высотой 2 м; 6 — песчано-гравийный слой высотой 1 м; 7 и 8 — распределит. система воды и воздуха; 10 и 11 — подача и отвод промывочной воды

желоба или перфорирован. трубы, имеющие двойное назначение. При фильтровании воды они должны равномерно распределить ее по площади сооружения, а при промывке загрузки — быстро собрать и удалить за пределы скорого Ф.з.з. промыв-



Фильтр с зернистой загрузкой типа ФПЗ-3 (а) и ФПЗ-4 (б)

1, 7 — подача исходной воды и отвод фильтрата; 2 — боковой карман; 3 — водораспределит. система; 4 — сетка; 5 — слой плавающей загрузки; 6 — дренажная система; 8 — отвод воды после промывки; 9 — сбор промывочной воды

ную воду. По фронту скорого Ф.з.з. расположены трубопроводы и арматура обвязки, служащая для подачи исходной и промывочной воды, для отвода фильтрата и воды после промывки загрузки, для полного опорожнения фильтра.

К числу скорых Ф.з.з. относится каркасно-засыпной фильтр большой грязеемкости. Он отличается от обычного скорого Ф.з.з. конструкцией загрузки и необходимостью водовоздушной промывки. Загрузка каркасно-засыпного фильтра представляет собой слой гравия высотой 2 м с крупностью зерен 3—40 мм и слой кварцевого песка высотой 1 м с крупностью зерен 0,8—2,0 мм, располож. в межпоровом пространстве нижнего слоя гравия. Обрабатываемая вода фильтруется сверху вниз со скоростью 8—20 м/ч. Этот фильтр обычно работает при движении воды сверху и может выполнять функции осветления, обезжелезивания и дефторирования воды.

Разновидностью Ф.з.з. являются фильтры с плавающей загрузкой ФПЗ-3 и ФПЗ-4 из вспененного полистирола, отличающиеся большой грязеемкостью. Направление движения фильтруемой и промывочной воды у них совпадает (сверху вниз). При безреагентной проточной схеме очистки воды на ФПЗ для получения фильтрата питьевой кондиции мутность исходной воды не должна превышать 500 мг/л. Толщину слоя загрузки принимают 1,2—1,5 м, крупность зерен плавающей загрузки — 0,3—1,5 мм, скорость фильтрования — до 5 м/ч, интенсивность промывки загрузки — 10—12 л/(см²), продолжительность промывки — 3—4 мин, потери напора при этом достигают 2,6 м. При коагулировании примесей воды или в случае очистки воды для производств. целей скорость фильтрования может быть увеличена до 25 м/ч. Раствор коагулянта вводят в обрабатываемую воду непосредственно

перед фильтрующей загрузкой. ФПЗ при скорости фильтрования 4—7 м/ч удаляет из очищаемой воды до 95% планктона.

К медленным относится фильтр в виде прямоугольного в плане железобет. резервуара шириной до 6 м и длиной не более 60 м, на дне которого находится дренаж из перфорирован. труб, пористого бетона, кирпича или бетонных плиток, уложенных с прозорами. Над дренажем размещен поддерживающий слой из гравия или щебня высотой 200—250 мм и крупностью зерен 5—40 мм, а над ним фильтрующий слой кварцевого песка толщиной 550—600 мм и крупностью зерен 0,3—2 мм. Глубина слоя воды над поверхностью загрузки составляет 1,5 м, скорость фильтрования — 0,1—0,2 м/ч. Медленный фильтр устраивают с механич. или гидравлич. регенерацией фильтрующей загрузки. Расход воды на один смыв загрязнений с 1 м² поверхности загрузки фильтра составляет 9 л/с, продолжительность смыва загрязнений на каждые 10 м длины фильтра — 3 мин. Эти фильтры используют при безреагентной обработке воды.

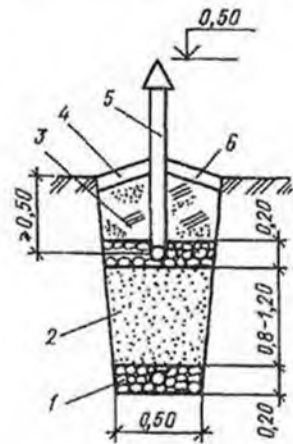
Цветность воды при медленном фильтровании уменьшается незначительно, поэтому эти фильтры не пригодны для очистки воды при цветности свыше 50 град. На крупных станциях медленные фильтры не применяют из-за больших затрат и сложности их очистки. Вследствие постепенного заиливания медленного фильтра, сопровождаемого уменьшением пористости и повышением потерь напора, на поверхности загрузки (песка) создается плотная пленка, в результате чего скорость фильтрования резко уменьшается. Накопленные загрязнения 1 раз в 15—50 сут удаляют вместе с поверхностным слоем песка и производят досыпку фильтра свежим песком. В последнее время загрузку отмывают непосредственно в фильтре с механич. рыхлением и гидроудалением загрязнений.

ФИЛЬТР ТКАНЕВЫЙ — устройство для очистки воздуха или газов от пыли. Имеет гибкую фильтров. перегородку обычно в форме рукавов из хлопчатобумажных, шерстяных, синтетич., стекл. и др. тканей или нетканых материалов (разл. полотна, войлоки). Рукава закрепляют на трубных перегородках в корпусе, оборудов. устройствами для удаления уловл. пыли с рукавов и выгрузки его из бункера. Корпус фильтра разделен на неск. герметизиров. секций, в каждой из к-рых размещена группа фильтрующих рукавов, верхние концы к-рых заглушены и подвешены к раме, соединен. с отряхивающим механизмом. Внизу находится бункер для пыли со штеком для ее выгрузки. Встряхивание рукавов в каждой из секций производится поочередно. По типу фильтрующих элементов, из к-рых формируется поверхность фильтрации, Ф.т. подразделяют на фильтры с бескаркасными цилиндрич. рукавами и с жесткокаркасными элементами, состоящими из каркасов цилиндрич., плоской, клиновидной и др. форм, обтянутых тканью или нетканым материалом. Фильтры бывают с посекци. и нозлементной системой регенерации, к-рую осуществляют по двум принципам: изменение направления хода газа через фильтров. материал (продувка); разрушение слоя пыли на рукавах механич. воздействием. В Ф.т. разл. конструкций используют обратную, обратную пульсирующую, импульсную, импульсную между рукавами, импульсную двухстороннюю или струйную продувку. Механич. воздействия на рукава оказывают в виде кручения рукавов вокруг оси, качания, отряхивания, вибрации, вращения. В Ф.т. ряда конструкций используют комбиниров. регенерацию — сочетание обратной промывки с отряхиванием, покачиванием, вибрацией или кру-

чением. Наиболее распространены рукавные фильтры типов: ФРКИ — фильтр рукавный, каркасный, импульсный; ФРКДИ — фильтр рукавный, каркасный с двухсторонней импульсной проводкой; ФРО — фильтр рукавный с обратной проводкой; ЦРФМ — укрупненный рукавный фильтр модернизированный; РФСР — рукавный фильтр со струйной продувкой) и др.

ФИЛЬТР ТОНКОЙ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА — используется для улавливания с очень высокой эффективностью (99%) в осн. субмикронных частиц из газов с низкой входной концентрацией (1 мг/м³) и скоростью фильтрации 6 м/мин, а также для ультратонкой (абсолютной) очистки воздуха при проведении ряда технологич. процессов. Как правило, не регенерируется. Для улавливания частиц применяют волокнистые фильтры в виде тонких листов или объемных слоев с фильтрующими материалами из тонких волокон (диаметр 5 мкм) при скорости фильтрации 0,6—6 м/мин. Сопротивление чистых (свежих) фильтров обычно не превышает 200—300 Па, а после длит. запыления — 700—1500 Па. В качестве перегородок применяют ФП (фильтры Петрянова) из полимерных смол, к-рые обладают достаточно высокой хим. стойкостью и термостойкостью. Рамочная конструкция фильтра с материалами ФП показана на схеме. Материалы в виде ленты укладывают между П-образными рамками. Стороны этих рамок поочередно открыты и закрыты. Между соседними слоями материала устанавливают гофриров. разделители. Материалы, из к-рых изготовлены элементы фильтра, могут быть фанера, винилпласт, алюминий, нержавеющая сталь. Загрязн. воздух поступает через матери. и выходит с противоположной стороны. Входная запыленность воздуха не должна превышать 0,5 мг/м³. При более высокой запыленности перед фильтром с материалами ФП предусматривают фильтр грубой очистки в виде набивочного слоя из волокон лавсана.

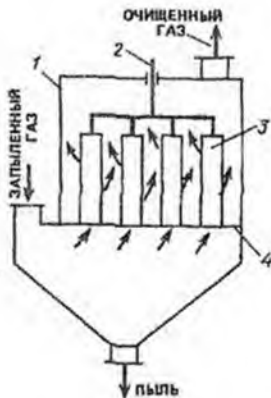
ФИЛЬТРУЮЩАЯ ТРАНШЕЯ — сооружение для биологич. очистки бытовых сточных вод в местных системах канализации. Устройство Ф.т. в осн. аналогично устройству фильтра песчаногравийного. Отличие заключается в форме и размерах сооружения в плане. Длина



Фильтрующая траншея (поперечное сечение)
1 — дренажная сеть; 2 — загрузка; 3 — оросит. система; 4 — насыпной грунт; 5 — вентиляц. сеть; 6 — теплоизоляция

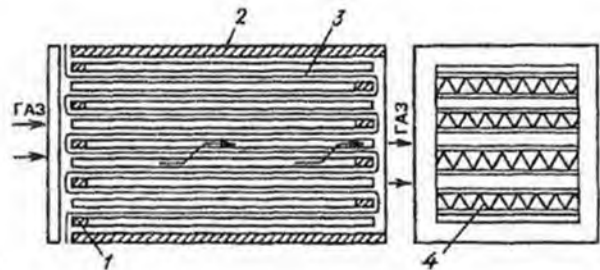
Ф.т. может приниматься до 30 м, ширина по дну — не менее 5 м, высота слоя загрузки 0,8—1 м, нагрузка на оросит. трубы — 50—70 л/(м²сут). Состав фильтрующей загрузки и нагрузку на оросит. трубы с учетом темп-р атм. воздуха и уд. водоотведения следует принимать аналогично данным, приведенным для песчаногравийного фильтра. Оросит. и дренажные трубы Ф.т. не имеют ответвлений, что упрощает их монтаж, однако из-за большой длины Ф.т. необходим соответствующий земельный участок для возможности ее размещения.

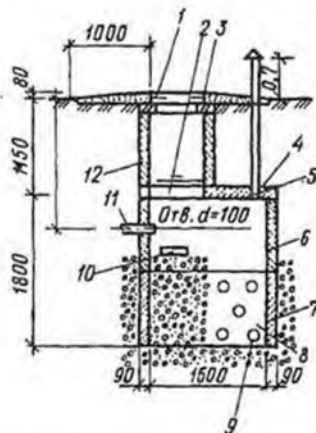
ФИЛЬТРУЮЩИЙ КОЛОДЕЦ — сооружение для биологич. очистки бытовых сточных вод в местных системах канализации, без



Фильтр тканевый рукавный
1 — корпус; 2 — встряхивающее устройство; 3 — рукав; 4 — распределит. решетка

Рамочный фильтр тонкой очистки воздуха
1 — П-образная планка; 2 — боковая стенка; 3 — фильтрующий материал; 4 — разделители из гофрированной винилпластовой пленки





Фильтрующий колодец (из железобетонных колец)

1, 2 — крышки наружная и утепляющая; 3 — гидроизоляция рулонная; 4 — плита перекрытия; 5 — вентиляц. ствол; 6, 7 — стенки сплошная и с отверстиями; 8 — донный фильтр; 9 — отверстия; 10 — щит струеотборный; 11 — подвод сточной воды; 12 — горловина

днища, с отверстиями в стенках. Внутренний объем Ф.к. и наружные боковые пазухи в грунте заполнены зернистой загрузкой, известной под назв. донный фильтр. Ф.к. предназначен для очистки сточных вод после выделения из них взвешенных в-в в *сеттике*. Подвод сточных вод предусматривается на 0,15 м выше поверхности донного фильтра, на к-рую в месте падения струи укладывают антисептиров. дерев. щиток для равномерного распределения сточной воды по площади загрузки в плане и предотвращения ее размывания. Загрузку высотой 1 м устраивают из гравия, щебня, спекшегося шлака, осколков кирпича крупностью 10—70 мм. В стенках в зоне размещения загрузки пробивают отверстия размером 50—60 мм примерно через 100 мм по длине и высоте в шахматном порядке. Снаружи стенки обсыпают тем же материалом на ширину 400—500 мм и на высоту, равную высоте загрузки. Основание донного фильтра должно располагаться не менее чем на 1 м выше уровня подземных вод. При использовании для питьевого водоснабжения водоносного горизонта, в к-рый могут поступать сточные воды из Ф.к., возможность и условия его устройства согласовывают с территориальными геологич. и сан.-эпидемиологич. службами.

Расчетную пропускную способность Ф.к. определяют как произведение площади фильтрующей поверх-

ности донного фильтра (сумма площади дна и боковой поверхности загрузки) на гидравлич. нагрузку фильтра, к-рая принимается равной на 1 м^2 80 л/сут — в песчаных и 40 л/сут — в супесчаных грунтах. Нагрузка может быть увеличена на 10—20%: при устройстве Ф.к. в средних песках; при расстоянии до уровня подземных вод более 2 м; при уд. водоотведения более 150 л/сут на 1 чел. и среднезимней темп-ре сточных вод выше 10°C ; при очистке сточных вод от объектов сезонного действия.

При очистке сточных вод в Ф.к. взвешенные частицы отделяются на донном фильтре или в прилежащем слое грунта, а раствор. органич. в-ва сорбируются и окисляются биопленкой на поверхности загрузки. Эффективность очистки сточных вод в Ф.к. и прилежащем слое грунта по взвешенным в-вам составляет 60—70%, по БПК_{полн} — до 90%.

Для очистки сточных вод от одного дома усадебного типа Ф.к. обычно проектируют на пропускную способность до $1 \text{ м}^3/\text{сут}$. В перекрытии Ф.к. устанавливают вентиляц. трубу диаметром 100 мм, верх к-рой располагают на 0,7 м выше поверхности земли и снабжают флюгаркой. В перекрытии Ф.к. следует предусматривать люк диаметром 700 мм с двумя крышками: верхней — несущей и нижней — утепляющей, пространство между к-рыми целесообразно заполнить теплоизолирующим материалом (мешки с перлитовым песком, минераловатные маты и т.п.). Ф.к. выполняют из красного сплошного кирпича, буттового камня или железобет. колец, при этом стенки из кирпича укладывают последнюю в полкирпича в шахматном порядке. В Ф.к. из бутобетона предусматривают пропуск камней, а из железобетонных колец — сверление отверстий.

ФЛОКУЛЯНТЫ — в-ва (большая частью высокомолекулярные полиэлектролиты), используемые самостоятельно или в сочетании с *коагулянтами* для формирования крупных, быстро оседающих хлопьев коагулиров. взвеш. в-в. Применяемые в практике водоочистки Ф. — природные и синтетич. водорастворимые органич. соединения — анионные, катионные, амфотерные и неионные. А н и о н н ы е (анионоактивные) Ф. обеспечивают высокий технологич. эффект лишь в сочетании с коагулянтами. В частности, применение полиакриламида в дозах 0,1—2 мг/л совместно с $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ позволяет увеличить пропускную способность отстойных и фильтров. сооружений, снизить остаточ-

ную мутность воды, уменьшить потребность в коагулянте, улучшить технологич. свойства осадков очистных сооружений. С увеличением концентрации взвеш. в-в в обрабатываемой воде и молекулярной массы Ф. эффективность *флокуляции* возрастает. К а т и о н н ы е (катионоактивные) Ф. применяют в дозах 1—5 мг/л самостоятельно или совместно с минер. коагулянтами и анионными Ф. Технологич. свойства и эффективность действия а м ф о т е р н ы х Ф., имеющих в своем составе кислотные и основные группы, во многом определяются значением pH. Н е и о н н ы е Ф. дают меньший эффект, чем ионные, особенно при обработке маломутных цветных вод. Ф. используют с 30-х годов нашего столетия. Применение Ф. позволяет ускорить образование и отделение в осадок хлопьев коагулиров. взвеш. в-в (см. *Коагулирование*), сократить потребность в коагулянтах и увеличить степень очистки воды. Из природных Ф. применяют высшие полисахариды — крахмал, целлюлозу и их производные. В зависимости от соотношения кол-в амилозы и амилопектина молекулярная масса полисахаридов колеблется в пределах от неск. тысяч до неск. миллионов. В качестве синтетич. Ф. используют полиэтилен и его производные, полиамиды, полиамины, полиакрилы. В нашей стране из неорганич. Ф. практич. применение получили активная кремнекислота (АК), из органич. — полиакриламиды (ПАА, ГПАА), полиэтиленоксид (ПЭО), полиэтиленимин (ПЭИ), полидиметил-аминоэтилметакрилат (ВДМАЭМА), четвертичные аммониевые соли на основе полистирола и поливинилтолуола (ВА, ВПК). В зарубежных странах подавляющее большинство Ф. выпускают под условными названиями и их хим. состав неизвестен. Органич. Ф. выпускают в виде порошков и 8—10%-ных гелей, а активную кремнекислоту получают непосредственно на месте путем частичной и полной нейтрализации щелочности силиката натрия (жидкого стекла) кислотными реагентами (серная к-та, серно-кислый аммоний, сульфат алюминия, хлор. сернистый газ и др.); частично полимеризов. продукт разбавляют водой и дозируют в виде 0,5—1%-го раствора. Для Ф. характерна цепочечная линейная или разветвл. структура макромолекул, при этом макромолекулы обладают достаточно высокой гибкостью и в зависимости от состава природной воды могут находиться в ней в виде клубков или вытянутых цепочек. В основе флокулирующего действия Ф. лежат след. процессы: нейтрализация заряда; хим. взаимодействие с в-вами, входящими в состав очищаемой воды и коагулянтов; формирование полимерных мостиков между отд. частицами твердой фазы (см. *Флокуляция*).

ФЛОКУЛЯЦИЯ (от лат. *Flocculi* — комочья, хлопья) — вид *коагуляции*, при котором в дополнение к непосредственному контакту частиц происходит их взаимодействие через макромолекулы адсорбированного флокулянта. Длинноцепные молекулы полимера как бы сшивают микрохлопья коагулиров. взвеш. в-в (см. *Коагулирование*), объединяя их в более крупные, тяжелые и хорошо осаждающиеся агрегаты. Наилучшая Ф. дисперсной фазы происходит при совместном действии *коагулянта* и *флокулянта* и во многом зависит от правильного выбора порядка ввода осн. и вспомогательных реагентов. Промежуток времени между добавлением к воде коагулянта и флокулянта (обычно 1—4 мин) подбирают таким образом, чтобы, с одной стороны, было обеспечено равномерное распределение коагулянта в объеме воды и успели сформироваться микрохлопья коагулиров. взвеш. в-в, а с другой, не произошло существ. уменьшения численной концентрации частиц (за счет агрегации) и ухудшения поверхностных свойств коагулиров. взвеш. в-ва (вследствие старения). Чем ниже мутность и темп-ра обрабатываемой воды, тем больше должен быть разрыв во времени между вводом коагулянта и флокулянта. Порядок добавления реагентов к воде и оптим. промежуток времени между моментами их добавления устанавливают пробным коагулированием.

ФЛОТАЦИЯ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД — способ извлечения из водных дисперсий (суспензий, эмульсий) и растворов частиц механич. примесей, молекул и ионов, имеющих гидрофобные свойства, всплывающими пузырьками воздуха (газа), прилипающими (адсорбирующимися) и концентрирующимися на их поверхности. Отделяя пузырьки от воды, обеспечивают ее очистку. Процесс Ф.п.с.в. зависит от мн. факторов, в т.ч. от физ.-хим. свойств компонентов воды, условий образования пузырьков воздуха, гидродинамич. обстановки, создаваемой в аппарате. Необ-

ходимые для извлечения частиц условия могут быть искусственно созданы путем применения спец. реагентов.

Элементарный процесс флотации многостадийен: вначале происходит сближение пузырька и частицы, затем закрепление ее на поверхности пузырька и, наконец, отделение их от жидкости. В реальных условиях процесс Ф.п.с.в. происходит в более сложных условиях.

Применение флотации для разделения высокодисперсных частиц (размер 10—20 мкм и менее) особенно перспективно при очистке сточных вод и обработке осадков.

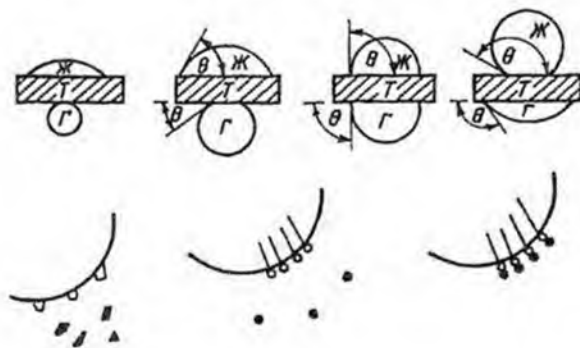
Ф.п.с.в. широко применяют в нашей стране и за рубежом. Ее используют для извлечения из воды разл. загрязняющих примесей, масел, жиров, нефти, нефтепродуктов, металлов, поверхностно-активных в-в, ряда растворенных в-в, концентрация к-рых колеблется в значит. пределах. Флотоустановки используют также в сочетании с др. сооружениями механич., биологич. и физ.-хим. очистки природных и сточных вод. В зависимости от способов образования пузырьков (газа) в воде Ф.п.с.в. может быть: *напорной* (компрессионной), когда насыщение воды воздухом (газом) производится при избыточном давлении, в образовании пузырьков при снижении давления; *пневматической*, когда воздух (газ) вводят в воду через перфориров. устройства; *механической*, когда воздух (газ) подают в зону разрежения, образующуюся при вращении механич. устройств в слое жидкости, напр. импеллеров; *вакуумной*, когда пузырьки воздуха образуются при снижении давления ниже нормального; *биологич. и хим.*, при к-рых происходит образование пузырьков газа. Кроме того, существует *виброфлотация* — образование пузырьков вследствие наложения силового поля; *электрофлотация* и, когда газ выделяется на электродах с последующим переходом пузырьков в жидкость (воду); *ионная флотация* — извлечение растворенных в-в из воды и ПАВ; *микрорфлотация* — разделение высокодиспер-

сных систем (частицы размером 0,1—10 мкм); *центробежная флотация* — извлечение частиц под действием центростремительных сил; *селективная флотация* — извлечение из воды только одного компонента.

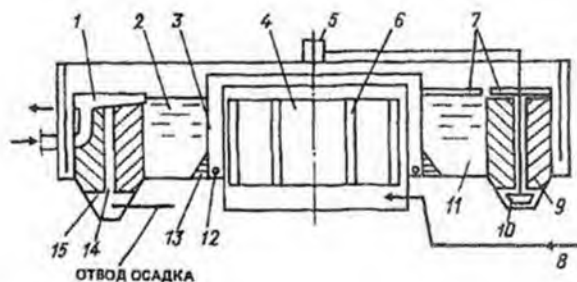
Из перечисленных способов в отечеств. и зарубежной практике получила распространение *напорная Ф.п.с.в.* как наиболее простая, экономичная и эффективная. Ее установки включают насос для подачи воды, сатуратор для насыщения воды воздухом, работающий при избыточном давлении, компрессор и *эжектор* для ввода воздуха, *флотокамеру*. Эти установки подразделяют на: *прямоточные* с подачей всего объема воды в *сатуратор*; *частично-прямоточные* с подачей части воды в сатуратор и смешением ее с осн. потоком воды для совместной очистки во флотокамере; *рециркуляционные*, когда для насыщения воды воздухом в сатураторе используют осветленную флотацией сточную воду. Установки *напорной Ф.п.с.в.* имеют в своем составе реагентное х-во, смесители воды и рабочего раствора реагента, камеры хлопьеобразования и *флокуляции*, пеносборники. Каждый способ Ф.п.с.в. характеризуется образованием пузырьков воздуха определ. размера. Для пневматич. флотации диаметр пузырька составляет около 1500, импеллерной — около 100—500, напорной — 20—100 и электрофлотации — 10—20 мкм. Процессом Ф.п.с.в. управляют путем контроля за кол-вом воздуха, подаваемого во флотокамеру, и растворенного кислорода в очищенной воде, за остаточным содержанием механич. примесей и значением рН.

ФЛОТОКАМЕРА — осн. сооружение флотоустановки, в к-ром происходит образование или выделение пузырьков воздуха (газа) из пересыщ. ими растворов, взаимодействие их с частицами загрязнений воды (транспортирование частиц к пузырьку, самопроизвольное закрепление на нем) и всплывание образованного агрегата (аэроглобулы) на поверхность жидкости с образованием пенного слоя, отводимого за пределы флотоустановки.

Ф. может включать зоны: образования пузырьков, смешения водовоздушной смеси и очищаемой воды, хлопьеобразования, прямоточной и противоточной флотации, отстаивания, накопления выпадающего на дно осадка, осветленной воды, пеносбора. Ф. могут иметь форму в плане прямоугольную и квадратную. Они оборудуются механизмами для непрерывного или периодич. удаления пены и осадка. Зоны хлопьеобразования, флотации и отстаивания могут оборудоваться модулями тонкослойных блоков из плоскопаралл. или профилиров. пластин, обес-



Различные случаи смачивания
Ж — жидкость; Т — твердое вещество; Г — газ; θ — угол смачивания



Комбинированная камера флотофлотации

1 — лоток для сбора пены; 2 — камера флотации; 3 — перегородка между камерами; 4 — камера хлопьяобразования; 5 — привод; 6 — мешалка; 7 — скребковый механизм с верхним скребком; 8 — подающий трубопровод; 9 — тонкослойные блоки противоточной отстаивания; 10 — скребковый механизм с нижним скребком; 11 — тонкослойные блоки противоточной флотации; 12 — кольцевой трубопровод с соплами; 13 — тонкослойные блоки горизонт. пластин; 14 — зона гравитационной флокуляции; 15 — приямок для осадка

печивающих повыш. эффект разделения дисперсных частиц.

Для флотации небольших кол-в воды применяют камеры квадратные, прямоугольные и радиальные со временем пребывания жидкости 10—40 мин, больших кол-в воды — радиальные крупномасштабные диаметром до 20 м и более со временем пребывания в зоне прямооточной флотации не более 15—20 мин. Небольшие камеры используют для осуществления процессов вакуумной и электрофлотации. Наибольшие габариты имеют камеры для пневматич. и компрессорной флотации. В отечеств. и зарубежной практике 60—75% Ф. радиальные, изготовляемые в стационарных условиях из сборного или монолитного железобетона. Небольшие Ф. выполняют из листового металла и, как правило, в заводских условиях. В радиальных Ф., предназначенных для реагентной очистки воды, осуществляются: смешение рабочего р-ра реагента с образующимися хлопьями (частицами) заданного качества; смешение обработ. реагентом воды с перенасыщ. воздухом жидкостью, поступающей из сатуратора; равномерно распредел. тонкослойными горизонт. пластинками ввод в зону прямооточной флотации смеси воды, содержащей пузырьки и частицы загрязнений; противоточная флотация в тонкослойных блоках и выделение осадка в режиме прямотока; отстаивание в тонкослойных блоках; гравитац. флокуляция твердых взвеш. частиц осадка, поступающего из тонкослойных блоков; фильтро-

вание жидкости через взвешенный слой осадка, образов. в процессе флокуляции; сбор и уплотнение выпавшего осадка; сбор и отвод пены.

Ф. пневматич. или компрессорной флотации могут быть радиальной или прямоугольной формы и оборудоваться полупогружными перегородками или коаксиальными цилиндрами, что обеспечивает секционирование сооружения. Осн. кол-во воздуха при пневматич. флотации или водовоздушной смеси при напорной флотации подается в центр. секцию камеры, а остальная часть в др. секции для уменьшения скорости выпадения осадка. При пневматич. флотации обработ. вода подается по самотеку. трубопроводу в центр. секцию камеры.

Электрофлотац. камеры прямоугольной формы имеют электроблок, устанавливаемый по ходу движения воды в начале сооружения. В процессе работы электродов образуется большое кол-во пузырьков водорода и кислорода, к-рые флотируют загрязнения в зоне флотации, занимающей центр. часть сооружения. Для более глубокого выделения частиц загрязнений из воды применяют комбиниров. камеры флотофлотации. В таких Ф. флотация и отстаивание осуществляются в тонком слое в режиме прямотока и противотока, а фильтрование — в режиме снизу-вверх и наоборот. Для фильтрования используют загрузку из искусств. и естеств. материалов.

Ф. вакуумно-напорной флотации применяют в осн. за рубежом. В

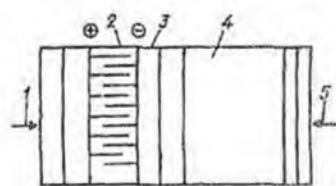


Схема камеры электрофлотации

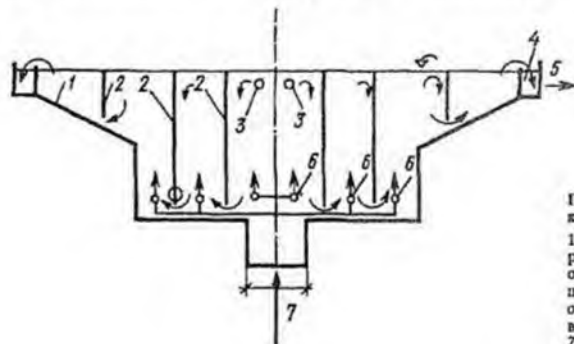
1 и 5 — исходная очищенная вода; 2 — блок электродов; 3 — зона выхода больших (максим.) пузырьков; 4 — зона флотации

большинстве случаев камеру напорной флотации размещают в нижней части сооружения, а над ней располагают вакуумную камеру, в к-рую за счет разрежения, создаваемого вакуум-насосом, поступает снизу вверх вода, прошедшая зону флотации при атмосферном давлении и содержащая повыш. кол-во воздуха. Из камеры вакуум-флотации выделившуюся пену откачивают вакуум-насосом, к-рый и создает требуемое для процесса флотации разрежение.

В практике очистки воды применяют Ф. разл. видов, предназнач. для извлечения полезных компонентов, биофлотации, селективной флотации, уплотнения образующихся осадков и т.д.

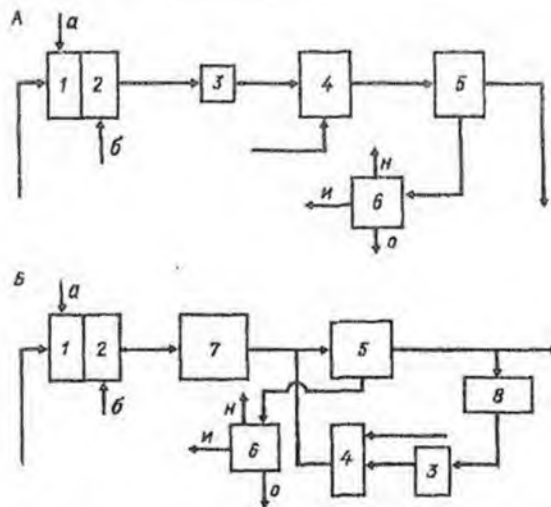
ФЛОТОРЕАГЕНТЫ — в-ва, интенсифицирующие очистку воды посредством изменения физ.-хим. свойств удаляемых в-в с целью повышения их агрегативной устойчивости, концентрирования ионов и молекул, укрупнения малых частиц, перевода примесей воды из раствор. состояния в твердую фазу, придания частицам новых физ.-хим. свойств, увеличения гидрофобности, повышения пенообразования, уменьшения размеров пузырьков и скорости их всплывания, увеличения устойчивости пены. Для этого на различных стадиях флотац. очистки воды применяют к-ты, щелочи, соли тяжелых металлов, органич. и неорганич. низко- и высокомолекулярные природные и искусств. в-ва. К-ту или щелочь применяют для корректирования значений pH; соли тяжелых металлов (в осн. алюминия и железа) — для коагуляции частиц; низко- и высокомолекулярные в-ва — для образования агрегатов флокуляцией; различного рода поверхностно-активные в-ва — для пенообразования.

При флотации наиболее часто в качестве коагулянтов используют сульфаты и хлориды алюминия и железа, а также их разл. сочетания в одном продукте. Эти в-ва в процессе гидролиза образуют труднорастворимые гидроксиды алюминия и железа, к-рые коагулируют в хлопья и затем вместе с загрязняющимися коллоидными



Принципиальная схема флотокамеры

1 — корпус камеры; 2 — полупогружные цилиндры; 3 — вода на очистку при пневматич. флотации; 4 — водосборный лоток; 5 — очищенная вода; 6 — трубопроводы водовозд. смеси (воздуха); 7 — трубопровод водовозд. смеси



Принципиальные схемы ввода реагентов
 А — первая схема; Б — вторая схема; 1 — смеситель для корректировки pH; 2 — смеситель для реагента; 3 — насос; 4 — сатуратор; 5 — флококамера; 6 — декантатор; 7 — камера хлопьеобразования; 8 — бак осветл. воды; а — щелочь или кислота; б — реагент; и — нефтеконденсат; о — осадок; и — вода

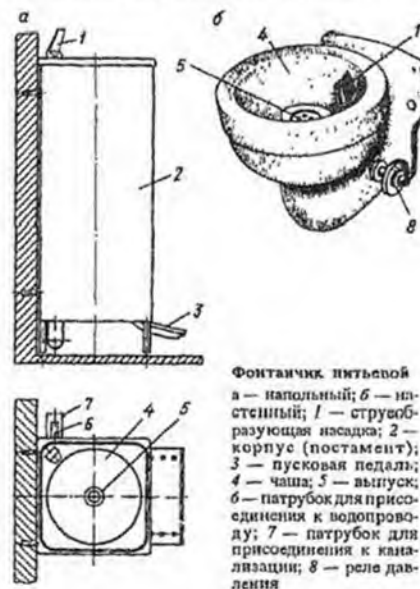
частицами удаляются флотацией из воды. В нашей стране более чем на 70% флотоустановок в качестве коагулянта используют соли алюминия, в т.ч. оксихлорид алюминия. Для флотац. очистки воды применяют разл. природные и искусств., неорганич. и органич. низко- и высокомолекулярные *флокулянты*. Наибольшее распространение получили синтетич. высокомолекулярные флокулянты, подразделяемые на неионогенные, анионные и катионные. На флотоустановках они применяются в меньших кол-вах, чем коагулянты, и могут использоваться в сочетании с др. в-вами, напр. солями железа или алюминия. При работе флотоустановок применяют как один флокулянт, так и коагулянт совместно с флокулянтом, к-рый может быть катионным или анионным. В нашей стране наибольшее распространение получил анионный флокулянт — полиакриламид (зарубежные названия: седигур, праестол, селарон, суперфлок, кемфлок и др.). В нейтральной, слабокислой и слабощелочной средах он проявляется как неионогенный полимер, а в присутствии избытка к-ты имеет катионную форму. Используют также и катионные флокулянты: полиэтиленамин, содержащий первичные и вторичные аминогруппы (CH₂-CH₂-NH); полимер пиридиновой соли ППС, получаемой полимеризацией 2-метил, 5-винилпиридина и диметилсульфата; полидиметилдиалламмоний хлорид (или ВПК-402); гетероциклический сильноосновный катионный полимер (четвертичная аммонийная соль). Могут применяться и другие флокулянты.

На установках флотац. используют различные устройства для ввода коагулянтов и флокулянтов — спец. смесители, хлопьеобразователи, коагуляторы, флокуляторы. В нек-рых случаях эти реагенты вводят непосредственно во флококамеру

или *сатуратор* без спец. устройств, что снижает качество очистки. Наиболее эффективно применение схем флотац. со смесителями и хлопьеобразователями, оборудованными механч. устройствами, размещаемыми внутри комбиниров. *флококамер*, во флокофильтрах, флотаторах-отстойниках и т.д.

ФОНАРЬ АЭРАЦИОННЫЙ — часть кровли здания в виде надстройки или углубления вовнутрь, предназнач. для удаления *воздуха* при естеств. *воздухообмене* — *аэрации*. Ф.а., предназнач. также и для освещения, наз. *светоаэрационным*.

ФОНТАНЧИК ПИТЬЕВОЙ — сан.-технич. прибор, устанавливаемый в зданиях разл. назначения или открытых площадках для создания непрерывной или



Фонтанчик питьевой
 а — наполнитель; б — настенный; 1 — струеобразующая насадка; 2 — корпус (постамент); 3 — пусковая педаль; 4 — чаша; 5 — выпуск; 6 — патрубок для присоединения к водопроводу; 7 — патрубок для присоединения к канализации; 8 — реле давления

кратковременно действующей струи воды, пригодной и удобной для питья. В общем случае Ф.п. состоит из подводящего патрубка, регулятора давления, крана, струеобразующей насадки, сливной чаши, выпуска, сифона, отводящего патрубка и корпуса. Подводящий патрубок присоединяют к *водопроводу*, а отводящий — к *канализационной сети*. При открывании вода из водопровода поступает через регулятор давления и струеобразующую насадку в чашу прибора в виде компактной, сплошной, определ. высоты и наклона струи, удобной для питья. Использов. вода через выпуск и сифон отводится из чаши в канализац. сеть. Регулятор давления служит для поддержания пост. давления струи при колебаниях давления в питающем водопроводе. Параметры струи в определенных пределах могут регулироваться краном. Ф.п. бывают настенные с керамической или полимербетонной чашей, прикрепляемой к стене; напольные с керамич. и полимербетонной чашей или чашей из нержавеющей стали с корпусом из стали, пластмассы и др. материалов, внутри к-рых размещены трубопроводы и регулятор давления. Применяют краны с ручным или ножным пуском.

ФОРМЫ СВЯЗИ ВЛАГИ — элементы классификации влаги, содержащейся в материале, по величине энергии ее связи с материалом. Энергия связи одного в-ва с др. в-вом работе, к-рую необходимо затратить для разделения этих в-в. Классификация Ф.с.в. с материалом предложена П.А. Ребиндером и развита А.В. Лыковым. Согласно этой классификации различают след. формы.

Хим. Ф.с.в., к-рая образуется в результате хим. реакции или кристаллизации. Хим. связанную воду подразделяют на связанную в виде гидроксильных ионов и воду в кристаллогидратах. Последнюю в свою очередь можно подразделить на кристаллиз. воду, к-рая находится в виде ОН-ионов, координационно связанную воду, молекулы к-рой связаны с составляющими кристаллич. решетки, цеолитную (межслоевую) воду, к-рая заполняет межкристаллическое пространство. Вода этой формы связана с материалом наиболее сильно, она может быть удалена путем нагрева или даже прокалывания материала. Эта вода не участвует в процессах влагопереноса.

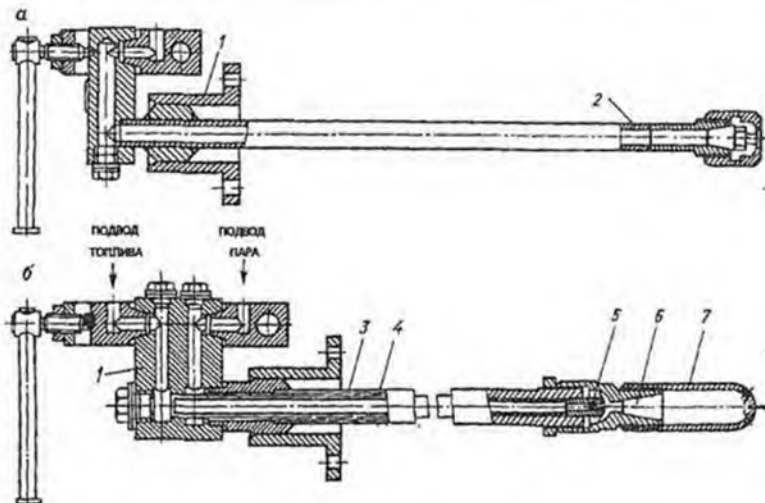
К физ.-хим. Ф.с.в. может быть отнесена адсорбц. вода, вода в микропорах и осмотически связанная вода. Адсорбц. вода, как и вода в микропорах (поры с радиусом менее 16—20¹⁰ м), находится под действием молекулярных сил внутр. поверхности материала. Эта вода имеет полимолекулярный характер. Толщина

полимолекулярного слоя зависит гл. обр. от относит. давления водяного пара в поровом пространстве материала, в меньшей степени — от темп-ры и свойств поверхности материала. Осмотически связанная вода может находиться в замкнутых клетках коллоидного тела. Вода физ.-хим. формы связи обладает свойствами, значительно отличающимися от свойств обычной воды. Она имеет существенно большие значения теплопроводности, вязкости, плотности и слабо участвует в процессах влагопереноса в материале.

Физ.-механич. Ф.с.в. обусловлены силами поверхностного натяжения. К такой воде относится капиллярно связанная вода. Мезопоры (поры радиусом от $16 \cdot 10^{-10}$ до 10^{-7} м) могут быть заполнены такой водой при сорбции водяного пара. Более крупные поры радиусом до 10^{-6} м могут быть заполнены в результате др. процессов, напр. при капиллярном всасывании воды. Свойства воды этой формы связи совпадают со свойствами свободной воды. Она может активно участвовать в процессах влагопереноса в материале.

Механич. форма связи характеризует воду, к-рая содержится в крупных порах материала и может быть удалена из него под действием механич. сил, напр. силы тяжести. Это может быть, напр., вода, попавшая в материал в результате погружения образца в воду.

ФОРСУНКА (отангл. force — нагнетать) — устройство для распыления жидкости. В котлостроении используется для распыления мазута с целью равномерного и более полного его сгорания в осн. в топках котлов, камерах сгорания тепловых двигателей, в т.ч. реактивных. Мелкий распыл, хорошее перемешивание с окислителем и надежная стабилизация горения — условия, обеспечивающие быстрое и экономичное сжигание жидкого котельного топлива. В зависимости от метода распыления различают Ф. механич., паровые, ротационные, паромеханич. и комбинированные. В механич. Ф. используется кинетич. энергия струи мазута, создаваемая топливным насосом. Существуют различные типы Ф., применяемых для подачи мазута, и их распылителей (иногда наз. насадками). Мазут под давлением 2,5—3,5 МПа поступает в распыливающую головку, в к-рой установлен завихритель — распылитель с тангенц. отверстиями, закручивающий поток мазута. Через эти отверстия он поступает в центр. камеру головки, а оттуда через расположен. в центре отверстие с большой скоростью и сильным завихрением выбрасывается в топочную камеру, где, взаимодействуя с газовой средой, распыляется на мелкие капли. Произ-сть мощных механич. Ф. достигает 12 т/ч и более. Достоинство механич. Ф. в том, что распы-



ление топлива происходит без водяного пара, недостаток — огранич. диапазон возможного регулирования произ-сти. Ее обычно регулируют дросселированием топлива, что связано с понижением давления перед головкой Ф. и, как следствие, ухудшением распыления. Для обеспечения норм. работы механич. Ф. мазут в зависимости от его влажности подогревают до темп-ры 100—120°C. Диапазон регулирования произ-сти Ф. — 100—60%. Перед механич. Ф. топливо должно быть очищено от механич. примесей, иначе отверстия Ф. будут забиты.

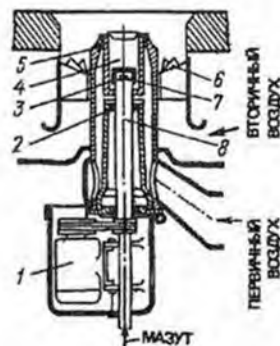
При необходимости надежной очистки топлива применяют паровые и пневматич. Ф., в к-рых мазут распыливают струей пара (или воздуха). Перлую совершенную пневматич. Ф., к-рая применяется до сих пор, создал в 1877 инж. В.Г. Шухов. В паровых Ф. высокий эффект распыления обеспечивается большой скоростью истечения струи пара (до 1000 м/с), увлекающей с собой струйки предварительно подогретого мазута, подаваемого примерно под таким же, как и распыливающий агент, давлением. Расход пара составляет 0,5—0,8 кг на 1 кг топлива. Ф. устанавливаются в горелку, через к-рую подается закруч. в ее регистре воздух. Достоинства паровых Ф. — простота, высокое качество распыления в широком диапазоне произ-сти (100—20%); недостатки — большой расход пара (3—5% и более произ-сти котла), низкая произ-сть, увеличение объема продуктов сгорания, сильный шум, снижение темп-ры в топке из-за охлаждающего действия пара. Паровое распыление применяют для розжига пылевидного топлива или распыления мазута в мощных механич. Ф. при малой нагрузке.

Осн. элемент ротацион. Ф. — отполиров. изнутри распыливающий стакан, вращающийся на полом валу с частотой

Форсунка мазутная

а — с механич. распыливанием; б — с паровым распыливанием; 1 — корпус; 2 — подводящий ствол (штанга) с распределит. дисками; 3 и 4 — наружная и внутр. трубы; 5 — сопло; 6 — диффузор; 7 — распылитель

той 5000—7000 об/м. По трубке внутри вала топливо через отверстия в гайке попадет на внутр. поверхность стакана, распределяется по ней тонким слоем и разбрызгивается, стекая с края стакана под действием центробежной силы. Попадая в поток первичного воздуха, проходящего через лопаточный завихритель, пленка топлива распадется на мельчайшие капли, выносимые в топочный объем и воспламеняется. К потоку топливовоздушной смеси подводится вторичный воздух. Ротацион. Ф. сложнее в эксплуатации, чем механич. и паровые, но обладают по сравнению с ними преимуществами: хорошо распыливают топливо в диапазоне изменения нагрузки 100—20%, не требуют



Форсунка ротационная

1 — электродвигатель; 2 — подшипники; 3 — отверстия в гайке; 4 — распыливающий стакан; 5 — лопаточный завихритель; 6 — завихритель вторичного воздуха; 7 — трубка, проходящая внутри вала; 8 — полный вал

тонкой очистки мазута от примесей и работают при его низком давлении.

П а р о м е х а н и ч. Ф. работают экономично в широком диапазоне регулирования, без ухудшения распыления достигают глубины регулирования до 10% номин. произ-сти. Сконструированы они так, что при нагрузке выше 80% работают как механич., при более низкой — как паровые. Паромеханич. Ф. мало отличаются от механич. В них два канала: мазутный и паровой. При малой нагрузке используется пар, к-рый, пройдя паровой канал, систему отверстий в корпусе Ф. и паровой завихритель, встречается с мазутом, распыляя его. Одновременно с паровым действует и механич. регулирование, к-рое при низком давлении не обеспечивает получения капель должного размера. Произ-сть паромеханич. Ф. — до 5—7 т/ч. Для совместного сжигания мазута с газом выпускают комбиниров. круглые закручивающие горелки, к-рые просты по конструкции, оборудованы механизмом, отключающим при сжигании одного вида топлива подачу др. (см. *Горелка газовая*). Для эффективного сжигания мазут необходимо тщательно перемешать с воздухом, к-рый нагнетается через воздушные регистры, обеспечивающие его интенсивное завихрение и подачу со скоростью 25—30 м/с в узком сечении амбразуры. По числу воздушных потоков различают одно- и двухпоточные регистры; по характеру потоков — с закручиванием (крутка воздушного потока происходит в лопаточном или улиточном аппарате) и незакручиванием потока. Воздушные регистры для мощных Ф. должны допускать глубокое регулирование подачи воздуха в соответствии с расходом топлива.

В системах вентиляции и кондиционирования воздуха Ф. исполь-

зуют для распыления воды в форсуночных камерах *кондиционеров*. Распыленная на мелкие капли, она образует дождевое пространство, в к-ром достигается большая площадь контакта с воздухом. Конструктивно Ф. для кондиционеров разделяют на прямоточные с осевым входом и угловые с тангенц. подводом воды, подаваемой под определ. давлением. Разбрызгивание достигается за счет придания воде одновременно поступат. и вращат. движения. Входное отверстие имеет разл. диаметры, значения к-рых определяет тонкость распыла. Предпочтение отдается Ф. большого диаметра как менее засоряемым. Распространены широкофакельные Ф. с диаметром отверстия 9 мм.

ФТОРИРОВАНИЕ ВОДЫ — добавление в нее фтора в виде порошков, гранул или р-ров фторсодержащих соединений, таких, как кремнефтористый или фтористый натрий, кремнефтористый аммоний, кремнефтористая и фтористоводородная кислота, фтористый калий или алюминий при концентрации его в исходной воде менее 0,5 мг/л для предотвращения кариеса зубов. Оптим. содержание фтора в питьевой воде 0,8—1,2 мг/л. Фтораторные установки могут дозировать фторсодержащие реагенты в сухом и жидком видах. Первые чаще применяют на водочистных комплексах большой пропускной способности, вторые — средней и малой. Дозаторы сухих реагентов бывают двух видов: объемные и массовые. За расчетный промежуток времени объемные подают определ. объем реагента, массовые — массовое кол-во в-ва. Дозаторы первого вида — конструктивно проще и дешевле, имеют точность дозирования 3—5%, второго — 1%.

Массовые дозаторы легче оборудовать записывающим устройством для регистрации дозируемого реагента и аппаратом для автоматич. подачи реагента в воду. Установки жидкостного дозирования могут быть: сагураторного типа однократного насыщения; с растворными баками и механич. перемешиванием или барботированием; с затворно-растворными баками с механич. побуждением; с использованием фторсодержащих к-т. Ф.в. можно производить до или после фильтровальных сооружений. Фтор и хлор для обеззараживания воды можно вводить одновременно, однако хлор и его производные обесцвечивают реагенты, используемые при определении фторидов в воде, что может привести к ошибке в определении концентрации фтора.

ФУНДАМЕНТ ПЕЧИ — основание под *отопительную печь* массой более 750 кг, не связ. с фундаментом стен, отдел. от кладки печи слоем гидроизоляции, выполн. из бетонных блоков, кирпича или бутового камня на известковом р-ре, при влажном грунте — на цементном р-ре.

ФУТЕРОВКА (от нем. *Futter* — подкладка, подбой) — защитная внутр. облицовка тепловых агрегатов и их частей (печей, топок, боровов, труб и др.), а также хим. аппаратов и т.п. Выполняется из шамотного кирпича, плит, блоков, бетонов, набивных масс и т.п. торкрет-масс. В зависимости от назначения и вида материала Ф. может быть огнеупорной, кислотоупорной, теплоизоляц. Ф. иногда наз. также наружную защитную облицовку элементов агрегатов, если тепловые потоки, агрессивные агенты и т.п. действуют на эти элементы снаружи.

Х

ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ — потери давления в элементе системы *водяного отопления* при расходе *теплоносителя* 1 кг в единицу времени, $\text{Па}/(\text{кг}/\text{с}^2)$ или $\text{Па}/(\text{кг}/\text{ч}^2)$. Используется в одном из *способов гидравлического расчета систем отопления*. Может определяться как для участка *теплопроводов*, приборного узла, *стояка системы отопления*, состоящего из неск. участков и узлов, так и для *ветви системы отопления*, части и всей системы отопления в целом. Х.г.с. для участка теплопроводов $S_{\text{уч}}$ при внутр. диаметре d_b (м) и длине $l_{\text{уч}}$ (м) находится по ф-ле $S_{\text{уч}} = A_{\text{уч}} (\lambda l_{\text{уч}}/d_b^5 + \sum \zeta_{\text{уч}})$, где $A_{\text{уч}}$ — уд. давление гидродинамическое на участке, $\text{Па}/(\text{кг}/\text{с}^2)$, или $\text{Па}/(\text{кг}/\text{ч}^2)$, при расходе воды $1 \text{ кг}/\text{ч}$ и ее средней плотности ρ , $\text{кг}/\text{м}^3$, составляет $A_{\text{уч}} = 6,25/(10^8 \rho d_b^5)$; λ — коэфф. гидравлич. трения; $\sum \zeta_{\text{уч}}$ — сумма коэфф. местного сопротивления на участке. Х.г.с. последовательно соедин. участков с неизменным расходом воды (напр., участок однотрубного *стояка*) равняется сумме хар-к сопротивления этих участков. Х.г.с. узла, состоящего из двух параллельно соедин. участков с хар-ками S_1 и S_2 (напр., приборного узла с замыкающим участком), составляет $S_{\text{уз}} = (1/\sqrt{S_1} + 1/\sqrt{S_2})^2$. Х.г.с. однотрубного *стояка* (ветви), включающего последовательно соедин. участки и приборные узлы, равна $S_{\text{ст}} = \sum S_{\text{уч}} + \sum S_{\text{уз}}$. Х.г.с. части или всей системы отопления выражается как хар-ка сложного узла параллельно соедин. *стояков* и *ветвей*.

ХЛАДАГЕНТ — см. *Холодильный агент*.

ХОЛОДИЛЬНАЯ МАШИНА — агрегат, предназнач. для выработки искусств. холода. Х.м. бывают абсорбционные, воздушные и пароконденционные.

В абсорбционных Х.м. в качестве рабочей среды используют р-ры двух в-в, значительно отличающихся по темп-ре кипения при одинаковом давлении. Первое, обладающее низкой темп-рой кипения, является *холодильным агентом*; второе, обладающее способностью поглощать пары первого, — *абсорбентом*. Для кондицио-

нирования воздуха обычно используют бромисто-литиевые абсорб. Х.м., в к-рых вода выполняет роль холодильного агента, а бромистый литий — абсорбента. В абсорб. Х.м. осн. источником энергии для выработки холода служит горячая вода с темп-рой $90-120^\circ\text{C}$ и парникового давления (до 70 кПа). Применение абсорб. Х.м. особенно эффективно, когда используемая для ее работы теплота является вторичным или возобновляемым энергетич. ресурсом.

Воздушные Х.м. применяют для выработки искусств. холода, потребляемого в отд. видах *систем кондиционирования воздуха*. В качестве рабочего в-ва используют воздух, к-рый охлажденным может быть напращен непосредственно в помещение. Принцип действия воздушной Х.м. основан на использовании эффекта охлаждения воздуха при его расширении. Сжатие воздуха осуществляется компрессором. В вихревых трубках сжатый воздух совершает сложное вращат. движение. У стенок трубок образуется зона повыш. давления и повыш. (относит. нач.) темп-ры. В центре трубки образуется зона пониж. давления, в пределах к-рой темп-ра воздуха ниже начальной. Нагретый воздух отводится через отверстия в стенке трубки, а охлажденный — через осевое отверстие. В турбодетандерах сжатый воздух проходит через сопла направляющего аппарата и частично расширяется. Далее он поступает на лопатки рабочего колеса, вращает его и окончательно расширяется с понижением темп-ры. После расширения воздух подается в обслуживаемое помещение. Из-за более низкой, чем у др. Х.м., энергетич. эффективности воздушные Х.м. применяют только в отд. случаях.

Пароконденционная Х.м. состоит из компрессора, конденсатора, регулирующего вентиля и испарителя. Для перемещения холодильного агента (хладона) используется механич. (чаще электрич.) привод. Компрессор засасывает из испарителя пары хладона, находящиеся под давлением испарения. В компрессоре давление паров повышается до давления конденсации, а в конденсаторе, куда пары попадают из компрессора, происходит конденсация, при этом от хладона отводится необходимое кол-во теплоты. После выхода из конденсатора жидкий хладон проходит через регулирующий вентиль, в к-ром резко понижается давление холодильного агента. Кипение хладона при пониженном давлении происходит в испарителе, где к хладону подводится необходимое для кипения кол-во теплоты, отводимое от охлаждаемой среды. Благодаря физ. свойствам хладона кипение происходит при низкой темп-ре. Холодопроиз-сть машины определяется темп-рой испарения и конденсации. Для сравнения эффективности разл. Х.м. их произ-сть приводят к одинаковым условиям. Различают стандартные условия при темп-ре испарения -15 и темп-ре конденсации

30°C . Условия для кондиционирования воздуха соответствуют темп-ре испарения 5 и конденсации 15°C .

ХОЛОДИЛЬНЫЕ АППАРАТЫ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ — устройства для охлаждения воздуха в *системах кондиционирования воздуха*. Основаны на термоэлектрич. методе охлаждения, технич. реализация к-рого была предложена академиком А.Ф.Иоффе. При прохождении пост. тока через цепь разнородных материалов их спай имеют разную темп-ру. Конструктивно термоэлектрич. батареи выполняют в виде соединенных в цепь элементов, каждый из к-рых включает два полупроводника, образующих горячий и холодный спай. Проходящий через холодные спай воздух охлаждается, а выделившаяся на горячих спаих теплота отводится с вытяжным воздухом или оборотной водой.

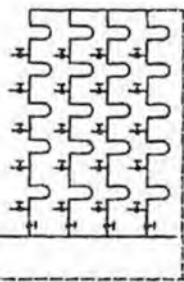
ХОЛОДИЛЬНЫЕ СТАНЦИИ — крупные установки, включающие неск. *холодильных машин*, предназнач. для холодоснабжения *систем кондиционирования воздуха*. Х.с. холодильной мощностью до $1,8 \text{ МВт}$ проектируют на основе двух-, трехпоршневых или винтовых пароконденс. холодильных машин одинаковой мощности. Х.с. большей мощности оборудуют турбокомпрессорными холодильными машинами произ-стью от $1,2 \text{ МВт}$. Для размещения Х.с. используют спец. помещения или отдельно стоящие здания. Х.с. с расчетной мощностью от 290 кВт оборудуют баками-аккумуляторами.

ХОЛОДИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ — комплекс холодильных машин, в к-рых используют разл. *холодильные агенты* для выработки искусств. холода для *установок кондиционирования воздуха*.

ХОЛОДИЛЬНЫЙ АГЕНТ, хлад-агент — рабочее в-во *холодильной машины*, отнимающее в испарителе *системы кондиционирования воздуха* теплоту охлаждаемой среды — *воздуха* или *воды* (рассола) и отдающее его в конденсаторе охлаждающей воде или охлаждающему воздуху; при этом происходит изменение агрегатного состояния Х.а. Используемые в качестве Х.а. в-ва должны обладать невысокой токсичностью, взрывоопасностью, инертностью по отношению к металлам, иметь благоприятные физ. свойства (прежде всего относительно низкую темп-ру кипения при давлении, близком к атм., значит. теплоту агрегатного превращения). К наиболее распространен. Х.а. относят аммиак и хладоны (фреоны). Последние используют в пароконденс. *холодильных установках*, предназнач. для кондиционирования воздуха. В зависимости от рабочего диапазона темп-ры охлаждаемой среды применяют хладон разл. марок.



ЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ СИСТЕМА ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ — совокупность трубопроводов и располож. в индивидуальных или центральных тепловых пунктах устройств для приготовления и распределения горячей воды на одно здание или группу. В последнем случае систему горячего водоснабжения наз. квартальной. По организации движения горячей воды в трубопроводах Ц.с.г.в. подразделяют на тупиковые и циркуляц. В первых между тепловым пунктом и водоразборными приборами прокладывается трубопровод, подающий горячую воду к месту ее потребления. При отсутствии водоразбора вода в подающем трубопроводе не движется и, следовательно, остывает. После перерыва в водоразборе потребители получают воду со сниж. темп-рой, что понижает качество горячего водоснабжения и приводит к необходимости слива теплой воды в канализацию. Тупиковые системы рекомендуются для объектов с пост. водоразбором — банно-прачечных комбинатов, технологич. установок. В циркуляц. системах кроме подающего прокладывают циркуляц. трубопровод, что позволяет поддерживать циркуляцию воды при небольшом водоразборе и при полном его отсутствии. При этом темп-ра воды, подходящей к водоразборным приборам, не падает ниже заданной величины (50°C) и не происходит слива из системы, приводящего к потерям воды и теплоты.

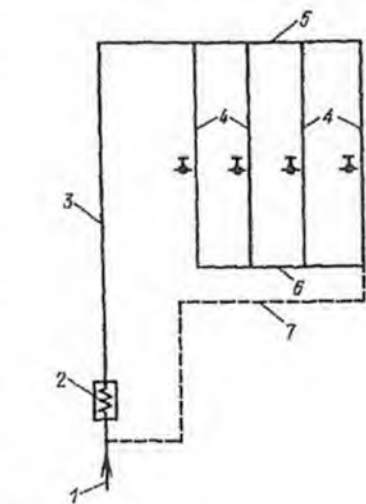


Водоразборно-циркуляционный узел

Чем больше воды циркулирует в системе, тем меньше остывает вода, но выше стоимость системы (циркуляц. трубопроводов и мощности циркуляц. насоса). При расчете циркуляц. линий принимают допустимое остывание воды в подающих трубопроводах 5—15°C. Традиц. схема Ц.с.г.в. предлагает прокладку в каждой квартире двух стояков: подающего и циркуляц. При этом полотенцесушитель, служащий для отопления ванной комнаты, присоединяется к циркуляц. стояку для уменьшения потерь теплоты в подающем стояке. Недостатком такого решения является значит. расход металла. Подобная схема внутридомовых систем применяется в небольших по протяженности системах горячего водоснабжения, обслуживающих одно здание или небольшую группу компактно располож. зданий.

В жилищном стр-ве широко распространена циркуляц. система горячего водоснабжения с секц. узлами. В ней неск. подающих стояков (обычно подающие стояки одной секции жилого дома) объединены кольцующей перемычкой и присоединены к одному циркуляц. стояку. Водоразборные приборы и полотенцесушители присоединены к подающим стоякам. Неск. подающих стояков, объединенных циркуляц. стяжком, образуют водоразборно-циркуляц. узел. В такой системе расход металла меньше, чем в предыдущей из-за меньшего кол-ва циркуляц. стояков. Кроме того, объединение стояков в секционные узлы позволяет значит. уменьшить число циркуляц. колец в системе, что облегчает наладку системы.

Существуют квартальные системы горячего водоснабжения, в к-рых распределит. сеть выполнена однотрубной тупиковой, а внутридомовая система циркуляционной. Горячая вода из теплового пункта подается во внутридомовые системы по подающему трубопроводу. Циркуляция воды во внутридомовой системе при отсутствии водоразбора происходит за счет разности плотностей горячей и остывшей воды. Догрев воды происходит в небольшом водоподогревателе, установл. на главном стояке.



Централизованная система горячего водоснабжения

1 — тупиковая подающая магистраль; 2 — теплообменник; 3 — главный стояк; 4 — водоразборные стояки; 5, 6 — верхняя и нижняя кольцующие перемычки; 7 — сборный циркуляционный трубопровод

В зданиях с числом этажей более 16 системы горячего водоснабжения выполняют двухзонными. Это обусловлено тем,

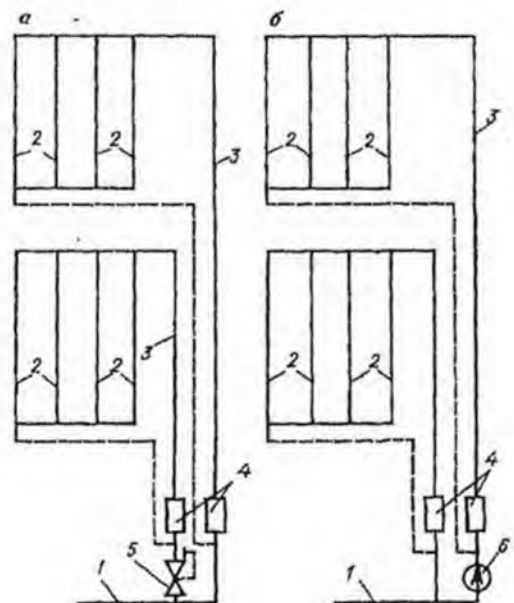
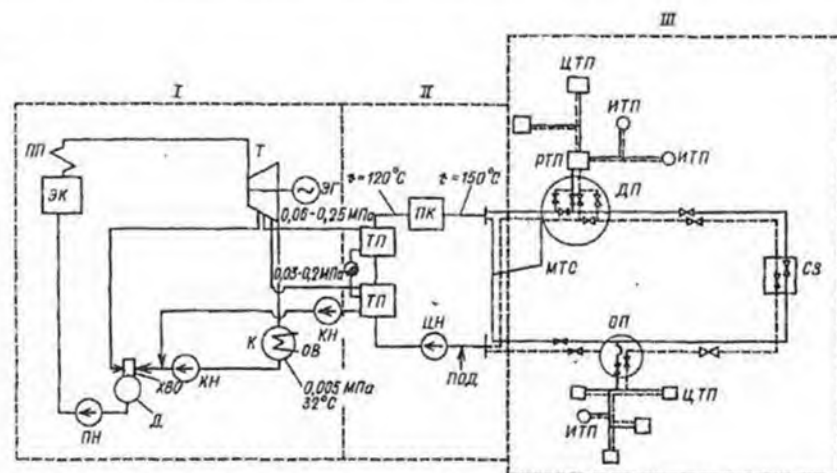


Схема двухзонной системы
а, б — при высоком и низком давлении в подающей линии; 1 — подающий трубопровод; 2 — водоразборные стояки; 3 — главные стояки зон; 4 — догревающий теплообменник; 5 — регулятор давления; 6 — повысительный насос

что при большой высоте здания статич. давление в нижних точках стояков превышает допустимые пределы (макс. рабочее давление для водоразборной арматуры составляет 0,6 МПа). Каждая зона представляет собой самостоят. систему со своими подогревателями и насосами. Возможны двухзонные системы с естеств. циркуляцией и догревающими водоподогревателями и насосами. Давление в магистрали поддерживается достаточным для обеспечения горячей водой одной из зон. Необходимое давление в др. зоне обеспечивается регулятором давления, устанавливаемым в нижней зоне, или повысит. насосом, если давление в магистрали соответствует давлению в нижней зоне.

ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ — системы теплоснабжения больших жилых массивов, городов, поселков и пром. предприятий. Источниками теплоты у них служат *теплоэлектроцентрали* или крупные *котельные*, имеющие высокие кпд, транспортирующие и распределяющие *теплоноситель* по *тепловым сетям* протяженностью 10—15 км, с макс. диаметром труб 1000—1400 мм, обеспечивающим подачу потребителям теплоносителя в требуемых кол-вах и с требуемыми параметрами. Мощность ТЭЦ составляет 1000—3000 МВт, котельных 100—500 МВт. Крупные Ц.с.т. имеют неск. источников теплоты, связ. резервными тепломагистралями, обеспечивающими маневренность и надежность их функционирования. В Ц.с.т. входят и *системы теплоснабжения* зданий, связанные с ней единым гидравлич. и тепловым режимами и общей системой управления. Однако ввиду многообразия технич. решений теплоснабжения зданий их выделяют в самостоят. технич. систему, наз. *системой отопления*. Поэтому Ц.с.т. начинается источником теплоты и заканчивается *абонентским вводом* в здание.

Ц.с.т. бывают водяные и паровые. Осн. преимущество воды как теплоносителя в значительно меньшем расходе энергии на транспортирование единицы теплоты в виде горячей воды, чем в виде пара, что обуславливается большей плотностью воды. Снижение расхода энергии дает возможность транспортировать воду на большие расстояния без существ. потерь энергетич. потенциала. В крупных системах темп-ра воды понижается примерно на 1° на пути в 1 км, тогда как давление пара (его энергетич. потенциал) на том же расстоянии примерно на 0,1—0,15 МПа, что соответствует 5—10 $^{\circ}$ С. Поэтому давление пара в отборах турбины у водяных систем ниже, чем у паровых, что приводит к сокращению расхода топлива на ТЭЦ. К др. достоинствам водяных систем относятся возможность центрального регулирова-



ния подачи теплоты потребителям путем изменения темп-ры теплоносителя и более простая эксплуатация системы (отсутствие конденсатоотводчиков, конденсаторов, конденсатных насосов). К достоинствам пара следует отнести возможность удовлетворения и отопит. и технологич. нагрузок, а также малое гидростатич. давление. Учитывая достоинства и недостатки теплоносителей, водяные системы используют для теплоснабжения жилых массивов, обществ. и коммун. зданий, предприятий, использующих горячую воду, а паровые — для пром. потребителей, к-рым необходим водяной пар. Водяные Ц.с.т. — осн. системы, обеспечивающие теплоснабжение городов. Централизация теплоснабжения городов составляет 70—80%. В крупных городах с преимущественно соврем. застройкой уровень использования ТЭЦ в качестве источников теплоты для жилищно-коммун. сектора достигает 50—60%.

В теплофикац. системах пар высоких параметров (давление 13, 24 МПа, темп-ра 565 $^{\circ}$ С), вырабатываемый в энергетич. котлах, подается в турбины, где, проходя через лопатки, отдает часть своей энергии для получения электроэнергии. Ост. часть пара проходит через отборы и поступает в теплофикац. теплообменники, в к-рых он нагревает теплоноситель системы теплоснабжения. Т.о. на ТЭЦ теплота высокого потенциала используется для выработки электроэнергии, а теплота низкого потенциала — для теплоснабжения. Комбиниров. выработка теплоты и электроэнергии обеспечивает высокую эффективность использования топлива, позволяет сократить его расход.

В большинстве Ц.с.т. макс. темп-ра горячей воды принимается 150 $^{\circ}$ С. Темп-ра пара в теплофикац. отборах турбины не превышает 127 $^{\circ}$ С. Следовательно, при низких темп-рах наружного воздуха в теплофикац. теплообменных аппаратах подо-

Принципиальная схема централизованной системы теплоснабжения

I — основной контур ТЭЦ; II — теплоприготовительная установка; III — система тепловых сетей; ПП — пароперегреватель; ЭК — энергетический котел; Т — паровая турбина; ЭГ — электрогенератор; ТП — теплофикационный подогреватель; КН — конденсационный насос; ОВ — охлаждающая вода; К — конденсатор; ХВО — химводоочистка; Д — деаэрактор; ПН — питательный насос; ПК — пиковый котел; ЦН — циркуляционный насос; ПОД — подпиточная вода; ЦТП — центральный тепловой пункт; РТП — районный тепловой пункт; ИТП — индивидуальный тепловой пункт; ДП — дублированное присоединение; МТС — местная тепловая сеть; СЗ — секционированная задвижка; ОП — ординарное присоединение

греть воду до требуемого уровня нельзя. Для этого используют пиковые котлы, к-рые работают только при низких наружных темп-рах, т.е. снимают пиковую нагрузку. Т.к. отопит. нагрузка меняется с изменением наружной темп-ры, меняется и кол-во пара, отбираемого из турбины для теплоснабжения. Неотработанный пар проходит через цилиндры низкого давления турбины, отдает свою энергию и поступает в конденсатор, где поддерживается вакуум (давление 0,004—0,006 МПа), к-рому соответствуют низкие темп-ры конденсации 30—35 $^{\circ}$ С, а охлаждающая вода имеет еще более низкую темп-ру, поэтому не используется для теплоснабжения. Т.о., для теплоснабжения используется только часть пара, проходящая через отборы турбины, что снижает экономич. эффект теплофикации. Однако расход топлива на выработку электроэнергии и теплоты для теплоснабжения в среднем за год сокращается примерно на 1/4—1/3. Экономич. эффект дает и использование в качестве источников теплоты крупных речных *котельных установок* (тепловых станций), имеющих высокий кпд.

Теплоноситель от источников теплоты транспортируется и распределяется между потребителями по развитым тепловым сетям. В результате тепловые сети ох-

ватывают все гор. территории, а их сооружение вызывает наибольшие градостроит. и эксплуат. трудности. В процессе эксплуатации они подвергаются *коррозии* и разрушениям. Аварийные повреждения приводят к отходам теплоснабжения, социальному и экономич. ущербу. В результате тепловые сети, являясь основным элементом крупных систем теплоснабжения, становятся и наиболее слабой составляющей их частью, что снижает экономич. эффект от централизации теплоснабжения, ограничивает макс. мощность систем. В зависимости от способа приготовления горячей воды Ц.с.т. разделяют на закрытые и открытые. В закрытой системе циркулирующая в ней вода используется только как теплоноситель. Вода нагревается на источнике теплоты, несет свою энтальпию к потребителям и отдает ее на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Вода для горячего водоснабжения берется из гор. водопровода и подогревается в поверхностных *теплообменных аппаратах* циркулирующим теплоносителем до требуемой темп-ры. Система закрыта по отношению к атм. воздуху. В открытых системах горячая вода, к-рую использует потребитель, отбирается из тепловой сети. Следовательно, горячая вода в системе используется не только как теплоноситель, но и непосредственно как в-во. Поэтому система теплоснабжения является частично циркуляц., а частично прямоточной. Вода горячего водоснабжения готовится на источнике теплоты, прямооточно движется к потребителю и изливается через водоразборные краны в атмосферу.

Для крупных городов централизация теплоснабжения — перспективное направление. Централизов. системы, особенно теплофикац., расходуют меньше топлива. Сокращение и укрупнение источников теплоты улучшают условия для градостр-ва и экологии крупных городов. Меньшее кол-во источников теплоты позволяет резко сократить число *дымовых труб*, через к-рые в окружающую среду выбрасываются продукты сгорания. Исключается необходимость создания множества мелких топливных складов для хранения *твердого топлива*, откуда при *децентрализованных системах теплоснабжения* приходится развозить топливо, а из разброс. по всему городу небольших котельных увозить золу и шлаки. Кроме того, при централизации источников теплоты легче очищать дымовые газы от токсичных компонентов.

Ц.с.т. рационально строить по иерархич. принципу (см. *Системы теплоснабжения*). На схеме показан принцип. схема централизов. *закрытой системы теплоснабжения*, источником теплоты у к-рой является ТЭЦ (первый иерархич. уровень). Для повышения надежности

теплоснабжения ТЭЦ состоит из неск. энергетич. котлов и паровых турбин: Осн. элементы ТЭЦ имеют резервы. Водяной пар из котлов через *напорный подогреватель* поступает в турбины, где отдает часть своей тепловой энергии, к-рая превращается в механ. и далее, в электрогенераторе, в электрич. Пар из отборов турбины поступает в теплофикац. подогреватели, в к-рых нагревает циркулирующей в системе теплоноситель до 120°C. Неотработанный пар поступает в *конденсатор*, где поддерживаются параметры: 0,005 МПа и 32°C, при к-рых он конденсируется и отдает свою теплоту охлаждающей воде. Конденсат из конденсатора с помощью конденсатного насоса поступает в *деаэрактор*. На пути к нему он проходит регенеративные подогреватели (на схеме не показаны). В деаэракторе поступают подпиточная вода из химводоочистки и пар из отбора турбины для поддержания требуемой темп-ры. В деаэракторе из воды выделяются кислород и углекислый газ, к-рые вызывают *коррозию металлов*. *Питательная вода* из деаэрактора *питательными насосами* подается в паровые энергетич. котлы (парогенераторы). На пути вода подогревается в регенеративных подогревателях высокого давления (на схеме не показаны). Этот подогрев повышает термич. кид цикла. Теплофикац. вода, циркулирующая в системе, нагревается в теплофикац. подогревателях в теплоприготовит. установке ТЭЦ. Нагрев осуществляется паром, к-рый отбирается из турбины и конденсируется в подогревателях. В нижний подогреватель пар поступает более низкого давления (до 0,2 МПа), чем в верхний (до 0,25 МПа). Конденсат из верхнего подогревателя через конденсатоотводчик поступает в нижний подогреватель и далее конденсатным насосом направляется в питат. линию. В теплофикац. подогревателях вода может нагреться примерно до 120°C (при 0,25 МПа темп-ра насыщения 127°C). При низких темп-рах наружного воздуха догрев воды до 150°C осуществляется в пиковых котлах. Циркуляция воды обеспечивается циркуляц. насосы, перед к-рыми в трубопровод поступает подпиточная вода.

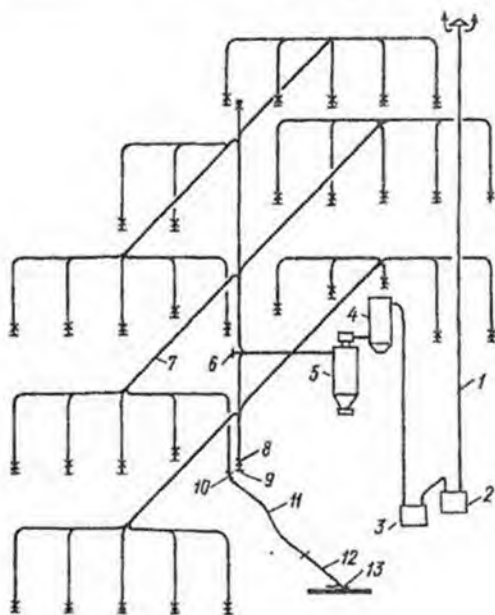
Тепловые сети проектируют в виде двух уровней: магистр. теплопроводы — второй иерархич. уровень и разводящие сети микрорайонов и кварталов — третий иерархич. уровень. Магистр. тепловые сети резервируют.

При больших диаметрах тепломагистралей ответвления от них присоединяют дублированным способом с двух сторон секционированной задвижки. При отказе участка справа от задвижки теплоноситель движется по ответвлению слева и наоборот. Такое присоединение исключает влияние отказов магистр. теплопроводов на надежность теплоснабжения. Вблизи узла присоединения ответвления к магистр. тепло-

проводу целесообразно устанавливать р-нный тепловой пункт — осн. сооружение системы теплоснабжения микрорайона, к-рое обеспечивает автоматич. управление эксплуат. и аварийными гидравлич. и тепловыми режимами. Управление осуществляется из диспетчерского пункта с помощью телесистемы (см. *Телеконтроль и телеуправление теплоснабжением*). К тепловым сетям микрорайонов и кварталов здания присоединяют через *индивидуальные тепловые пункты*, группы зданий — через *центральные тепловые пункты*. Эти сети не резервируют и выполняют тупиковыми, поэтому их диаметры ограничивают величиной в 300—350 мм. В индивид. тепловых пунктах устанавливают теплообменники горячего водоснабжения и узел присоединения системы отопления и вентиляции, в центр. также устанавливают подогреватели горячего водоснабжения, но узлы присоединения систем отопления и вентиляции располагают в зданиях. Поэтому от ЦТП к зданиям идет четырехтрубная система: две трубы с расчетными темп-рами 150—70°C на отопление и вентиляцию, одна с темп-рой 60°C и циркуляц. для горячего водоснабжения.

Надежность функционирования системы тепловых сетей проверяют расчетом. Нормативы надежности в конечном счете определяют долю нерезервиров. сетей, степень секционирования и дублирования отд. элементов системы.

ЦЕНТРАЛЬНАЯ ПЫЛЕУБОРОЧНАЯ УСТАНОВКА — система устройств для уборки *пыли* в помещениях. Самые совершенные из них — стационарные Ц.п.у., к-рые используют в обществ. и пром. зданиях. В производств. условиях их можно применять при любой интенсивности выделений и осажений пыли на поверхностях, они отличаются большой пропускной способностью по воздуху, очищаемой площади и убираемой пыли. По сравнению с *местными пылеуборочными установками* Ц.п.у. дают более высокий гигиенич. эффект, надежны в работе, удобны в эксплуатации и требуют меньшего штата обслуживающего персонала. По принципу действия Ц.п.у. аналогичны установкам *пневматического транспорта*, применяемым для транспортирования разл. измельч. материалов. В осн. используют всасывающие и комбиниров. (всасывающе-нагнетат.) системы. В отличие от всасывающих комбиниров. имеет два побудителя — эжектор (основной) и вентилятор высокого давления (дополнит.). Последний просасывает воздух через открытую одну из прочисток на магистр. трубопроводах, благодаря чему в ответвлениях сети создается разрежение. Сжатый воздух, поступающий в эжектор, выбрасывает воздух из помещений через насадок, что обеспечивает большой расход воздуха, обуславливающий значит. про-



Всасывающая центральная пылеборочная установка

1 — воздухопровод; 2 — водосборник (если побудительно-кольцевой насос); 3 — побудитель тяги; 4 — пылеулавливатель второй ступени; 5 — то же, первой ступени; 6 — прочистка; 7 — сеть трубопроводов; 8 — штуцеры; 9 — заглушки для нерабочих штуцеров; 10 — наконечники для присоединения пылесосных насадок к рукояткам; 11 — гибкие рукава; 12 — рукоятки; 13 — пылесосные насадки

из-сть пылеборки. Если кол-во одновременно действующих насадок во всасывающих Ц.п.у. определяется произ-стью побудителя тяги (оно, как правило, невелико), то в комбиниров. установках практически могут работать одновременно все насадки. Недостатки этих систем — значит. расходы сжатого воздуха и электроэнергии.

При работе Ц.п.у. протекают след. процессы: всасывание потоком воздуха в насадке осадка пыли с поверхности; транспортирование пыли в аэрозольном состоянии по сети трубопроводов; очистка запыл. воздуха в пылеуловителях; удаление очищ. воздуха в атмосферу. Рабочие процессы Ц.п.у. определяют ее сан.-гигиенич. и технико-экономич. показатели. Они тем выше, чем меньше расходы воздуха и потери давления, и исключено засорение коммуникаций и элементов установки. Оптим. параметры рабочих процессов Ц.п.у. зависят от совершенства конструк-

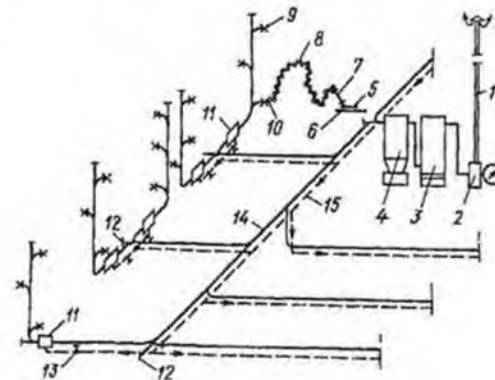
ций установки и от свойств убираемой пыли и очищаемых поверхностей.

Пылеборочный инструмент Ц.п.у. состоит из набора пылесосных насадок, рукоятки, соединяющей насадки со шлангом, и легкого гибкого армиров. шланга, присоединяемого к сети трубопроводов штуцерами — клапанами. Пылесосный насадок должен обеспечивать полную очистку наибольшей площади в единицу времени, быть экономичным по расходу воздуха и энергии на преодоление аэродинамич. сопротивлений, легким, небольшого размера, удобным в работе, простым по устройству, надежным и долговечным. Щеточные насадки, широко применяемые для уборки пыли в жилых и обществ. зданиях, засоряются пылью, быстро изнашиваются, работают при больших расходах воздуха. Произ-сть и эффективность уборки значит. повышается, если внутри насадок установлены вращающиеся щетки и др. приспособления для увеличения ин-

тенсивности уноса пыли с поверхности. Однако такие насадки труднее изготовить, они ненадежны в работе, требуют частого ремонта, их значит. масса быстро утомляет уборщика. Кроме того, они работают при повыш. расходах воздуха и имеют большое аэродинамич. сопротивление. Смысловсасывающие, сдувовсасывающие и вибрац. насадки увеличивают произ-сть и эффективность пылеборки при небольших расходах воздуха, но они требуют дополнит. устройства для подвода сжатого воздуха, воды или электроэнергии. Вибрационные насадки включают в себя вибраторы. Все это усложняет конструкцию, утяжеляет насадки и снижает надежность их работы. Указ. выше требованиям удовлетворяют в осн. обычные щелевые (коллекторные) насадки и насадки с полками. Размеры и конструкция насадка зависят от характера увлечения пыли потоком воздуха, ее физ.-хим. свойств, вида, характера и месторасположения очищаемой поверхности.

Места соединения насадка с рукояткой и рукоятки с гибким шлангом должны исключать возможность подсоса воздуха. К трубопроводам насадки с рукояткой присоединяют гибкими шлангами, к-рые должны быть герметичными, изгибаться без остаточных деформаций в петле радиусом, равным своему наружному диаметру, не сжиматься при вакууме до 30 000 Па и нагрузке сжатия до 800 Н. Масса 1 м шланга диаметром 50 мм не должна превышать 0,5 кг. Его внутр. поверхность должна быть гладкой, наружная и внутр. обладать повыш. стойкостью к истиранию. Пром-сть выпускает пригодные для Ц.п.у. гибкие резинотканевые и пластмассовые шланги с внутр. диаметром 38; 45 и 50 мм. Шланги диаметром больше 50 мм применять не рекомендуется. Уменьшение диаметра значит. облегчает шланг и делает его достаточно прочным. Аэродинамич. сопротивление при одном и том же расходе воздуха возрастает обычно пропорционально отношению диаметров шлангов в пятой степени, поэтому они должны быть оптим. Чаще всего используют шланги диаметром 50 мм. Длина шлангов зависит от радиуса уборки пыли и удобства пользования, обычно составляет не более 15 м. Для предотвращения истирания наружной поверхности шлангов на них через каждые 400—500 мм надевают металлич. кольца.

Трубопроводы Ц.п.у. — стационарная сеть. Конструкция присоединит. штуцеров должна обеспечивать полную ее герметичность при отключении шланга. Штуцеры располагают вблизи стен и колонн, в нишах и др. местах, удобных для присоединения пылеборочного инструмента, не портящих эстетич. вида помещения, допускающих очистку поверхности пылесосными насадками при длине шланга не более 15 м. Применяемые в штуцерах



Комбинированная центральная пылеборочная установка

1 — вытяжная шахта; 2 — побудитель тяги (вентилятор высокого давления); 3 — пылеулавливатель второй ступени; 4 — то же, первой ступени; 5 — пылесосный насадок; 6 — очищаемая поверхность; 7 — рукоятка; 8 — наконечник для присоединения шланга к штуцеру; 9 — жакетор; 10 — прочистка или отверстие для всасывания воздуха из помещения; 11 — вентилятор для регулирования подачи сжатого воздуха; 12 — сеть трубопроводов; 13 — сеть трубопроводов сжатого воздуха

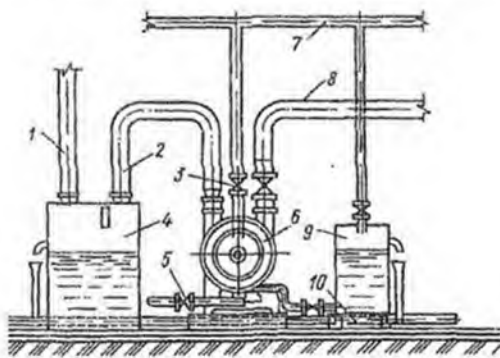


Схема прямооточной работы вакуум-насоса ВВН-50

1 — воздухопровод; 2 — выхлопной патрубок; 3 — вентилятор; 4 — бак гидрозатвора; 5 — пробковый кран; 6 — вакуум-насос; 7 — водопровод; 8 — трубопровод центральной пылесборной установки; 9 — бак пылеуловителя; 10 — дренажная система

клапаны могут быть в виде резиновых пробок или сложной, затягиваемой спец. ключом конструкции. Более удобны в эксплуатации самозакрывающиеся штуцеры-клапаны, безотказная работа к-рых обеспечивается при их расположении под углом к полу не более 50° вверх крышкой, чтобы после удаления шланга клапан мог возвратиться в исходное положение под действием собственного веса. При наличии пружины клапан срабатывает в любом положении штуцера. Просты и надежны в эксплуатации штуцеры с самозакрывающимися полыми конусными заглушками. Даже при сравнительно небольшом для пылесосных систем разрежении (300—500 Па) клапан плотно закрывает торец трубопровода и исключает подсос воздуха через штуцер.

Трубопроводы Ц.п.у. предназначены для переноса к месту сбора отсасываемой вместе с воздухом пыли. Используют стальные или пластмассовые трубы, при соединении к-рых должна быть обеспечена высокая герметичность, устранены шероховатости внутри труб и крутые повороты, т.к. это способствует засорению их пылью и увеличению аэродинамич. сопротивления. Чтобы избежать засорения трубопроводов, на участках, через к-рые проходит запыл. воздух, нельзя устанавливать запорные или регулировочные устройства, необходимо также предусматривать возможность прочистки трубопроводов. Трубопровод следует заземлить, поскольку в результате трения пыли о стенки могут возникнуть значит. электростатич. заряды.

Трубопроводы бывают разветвленными и простыми. Предпочтительна вертикал. прокладка трубопроводов. При значит. радиусе обслуживания или наличии неск. стояков воздухоотсасывающую машину надо располагать посередине паралл. присоединяемых ответвлений, а не в конце трубопровода.

Ц.п.у. в зависимости от произ-сти, числа одновременно действующих насадков ($n_{нас} = 3...10$) и радиуса действия (50—200 м) могут обслуживать разл. воз-

духовсасывающие машины произ-стью 500—2500 м³/ч при давлении 10—20 кПа (давление, затрачиваемое на всасывание, наз. разрежением, вакуумом). Объемные машины могут обеспечить значит. большие давления, чем лопаточные, но обладают меньшей произ-стью и сложны по конструкции. Регулировать их можно только самым невыгодным способом — сбросом воздуха.

Конструктивно лопаточные машины значит. проще объемных, имеют высокий энергетич. кпд и легко регулируются изменением противодавления. Могут работать при пропускании через них сильно загрязн. твердыми частицами воздуха.

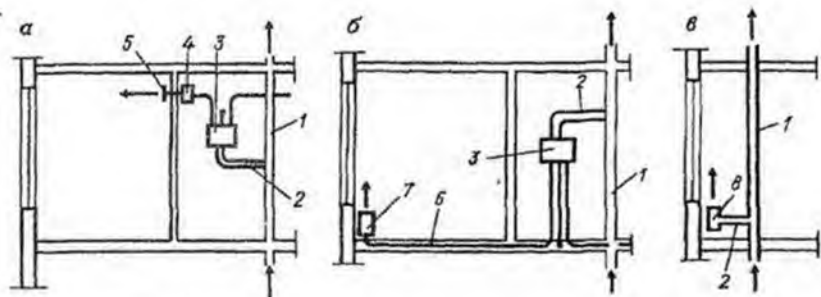
Выбор типа пылеуловителя зависит от специфики объекта, где устраиваются Ц.п.у., при этом для условий эксплуатации их в сравнит. запыл. цехах степень пыли должна быть 99,5%, что обеспечить довольно сложно, т.к. в Ц.п.у. поступает сравнит. тонкодисперсная пыль.

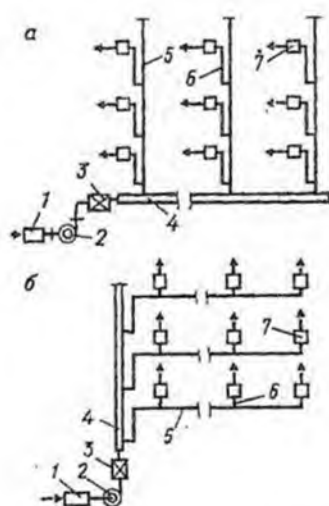
ЦЕНТРАЛЬНОЕ ВОЗДУШНОЕ ОТОПЛЕНИЕ — обогревание помещений или всего здания подогретым воздухом с общим центром приготовления воздуха. Отсутствие *отопительных приборов* в помещениях, совмещение с вентиляционными ф-циями, повыш. сан.-гигиенич. качества и улучшение воздушно-теплового режима помещений способствуют широкому распространению Ц.в.о. в пром., коммунал., с.-х. и обществ. зданиях. Система Ц.в.о.

состоит из конструктивных элементов приточной системы *вентиляции*: приточной камеры, магистра, и распределит. каналов (*воздуховодов*), *воздухораспределителей* и пр. Безвентиляторная система (гравитационная) ограничивается радиусом действия 10—15 м, считая по горизонтали от calorифера до наиболее удал. вертикал. канала. Установка вентилятора предусматривается в более протяженной системе, при расположении отд. помещений ниже приточной камеры, а также при наличии *фильтров воздушных* и шумоглушителей. В нерабочее время система Ц.в.о. обычно используется в режиме *дежурного отопления* по схеме с полной рециркуляцией воздуха, в рабочее — режим функционирования системы подчиняется требованиям частичной или полной вентиляции помещений. Места подачи нагретого воздуха и типы воздухораспределителей выбираются в зависимости от назначения и формы помещения. В высоких помещениях производств. зданий нагретый воздух подается в среднюю по высоте помещения зону наклонными или горизонт. струями, в низких помещениях гражд. зданий — настильными струями вдоль ограждений (потолка, стен, световых проемов). Развитие настильной струи вдоль поверхности обеспечивает наиболее полное омывание помещения обратным потоком с сопутствующим повышением температуры ограничивающих поверхностей. Недостатки Ц.в.о. (увелич. размеры и масса воздуховодов, заметное понижение температуры воздуха по их длине, повыш. расход теплоизоляц. материалов, недостаточная эксплуат. надежность разветвл. систем) ограничивают его применение в многоэтажном стр-ве. Повышение аэродинамич. устойчивости вентиляторных систем

Центральное воздушное отопление с местным дополнительным нагреванием воздуха

а — в групповом нагревателе для выпуска воздуха под потолком помещения; б — то же, для выпуска воздуха под окнами помещения; в — в индивидуальном нагревателе-доводчике под окном каждого помещения; 1 — распределительный воздуховод; 2 — ответвление; 3 — групповой нагреватель; 4 — шумоглушитель; 5 и 7 — регуляторы подачи воздуха; 6 — воздуховод; 8 — индивидуальный нагреватель-доводчик





Схемы высокоскоростных систем центрального воздушного отопления

а — вертикальной с горизонтальной камерой статического давления; б — горизонтальной с вертикальной распределительной шахтой; 1 — центральный агрегат для очистки, увлажнения и подогревания воздуха; 2 — вентилятор; 3 — головной шумоглушитель; 4 — магистральный воздуховод; 5 — распределительные воздуховоды; 6 — ответвления; 7 — индивидуальные доводчики

может быть достигнуто за счет повышения давления вентилятора в сочетании с соответствующим увеличением сопротивления концевых ответвлений (уменьшения их сечения, установки диафрагм и распределит. клапанов повыш. сопротивления), снижения действующего естеств. давления циркуляционного (транспортирование воздуха с темп-рой помещений и его подогревание в местных групповых или индивид. доводчиках, а также путем комбинации этих факторов (высокоскоростные системы). Магистр. воздуховод высокоскоростных систем выполняется в виде горизонт. камеры статич. давления или вертикал. шахты. В качестве индивид. доводчиков темп-ры используются водяные или электрич. нагреватели, размещенные под окнами помещений и выполняющие ф-ции конвекторов в нерабочее время. Для снижения уровня звукового давления система оборудуется головным (после вентилятора) и дополнит. шумоглушителями на входе в каждое помещение.

ЦЕНТРАЛЬНОЕ ОТОПЛЕНИЕ — обогревание здания или сооружения, осуществляемое из общего центра (тепловой точки). Тепло, генерируемая в тепловом пункте, переносится теплоносителем по теплопроводам в каждое помещение. Теплоноситель, отдав теплоту, возвращается в тепловой пункт для последующего восприятия генерируемой теплоты. Примером Ц.о. служит *водяное отопление*

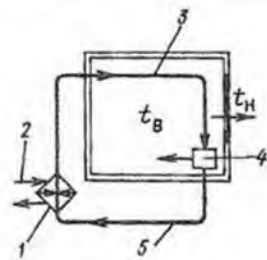


Схема центрального отопления

1 — теплообменник (генератор теплоты); 2 — подведение первичного теплоносителя (топлива); 3 — подающий теплопровод; 4 — отопительный прибор; 5 — обратный теплопровод

ление многоквартирного здания с собствен. котельной. Ц.о. наз. районным, когда отапливается группа зданий или сооружений из отд. стоящей тепловой станции, а генерируемая теплота переносится теплоносителем как по наружным (вне зданий), так и по внутр. (внутри зданий) теплопроводам. При этом в наружных теплопроводах может перемещаться один вид теплоносителя (нагретая до высокой темп-ры вода, пар при высоком давлении, газ), во внутр. — др. (нагретые до более низкой темп-ры вода или воздух, пар при пониженном давлении). Такое районное Ц.о., строго говоря, следовало бы именовать водо-водяным, водовоздушным, пароводяным, паровоздушным, газовоздушным и т.п. Однако принято по виду вторичного (внутри зданий) теплоносителя наз. Ц.о. системой водяного, парового или воздушного отопления.

Технич. установка Ц.о. состоит из теплового пункта (источника теплоты), в к-ром находится теплогенераторы (котлы) или теплообменные аппараты (см. *Централизованные системы теплоснабжения*), в помещениях — отопительные приборы. Разобщиено располож. источник теплоты и отопит. приборы связываются теплопроводами, по к-рым перемещается теплоноситель.

В Ц.о. по сравнению с местным отоплением устраняются отопит. уста-

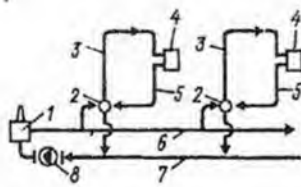


Схема районной системы центрального отопления

1 — приготовление первичного теплоносителя (тепловая станция); 2 — местный тепловой пункт; 3, 5 — внутренние подающие и обратные теплопроводы; 4 — отопительные приборы; 6, 7 — наружные подающий и обратный теплопроводы; 8 — циркуляционный насос

новки в каждом помещении, понижаются капит. вложения, централизуется обслуживание, но усложняется поддержание независимого теплового режима в отд. обогреваемых помещениях.

См. также *Центральное воздушное отопление*, *Центральное панельно-лучистое отопление*.

ЦЕНТРАЛЬНОЕ ПАНЕЛЬНО-ЛУЧИСТОЕ ОТОПЛЕНИЕ — обогревание полного объема здания при помощи бетонных или металлич. *отопительных панелей с теплоносителем: нагретой водой, паром водяным, нагретым воздухом, продуктами сгорания газа* от общего источника теплоты, а также с использованием электрич. энергии. Теплоноситель (при темп-ре до 105° для систем отопления с бетонными отопит. панелями и до 150° — с металлич.) вырабатывается в *тепловом пункте*, находящемся в спец. помещении. В производств. зданиях он иногда располагается в обогреваемом цехе. При обогревании отд. помещений системой напольного отопления может использоваться вода из обратной магистрали осн. системы при темп-ре от 35 до 70°. При стеновом и потолочном отоплении применяются двух- и однотрубные системы со скрытой прокладкой стояков системы отопления и подводок к отопительным приборам. Систему напольного *водяного отопления* устраивают преимущественно двухтрубной ступиковым или попутным движением воды в магистралях. В таких системах отопит. магистрали прокладываются в подпольных каналах, по стенам или укладываются в бетонный слой пола. Напольные системы имеют центр. и местное *регулирование теплоотдачи отопительных приборов*. Для удаления воды из горизонт. улож. в бетоне труб требуется сжатый воздух. Воздушная система *панельно-лучистого отопления* выполняется как с рециркуляцией воздуха, так и без рециркуляции, причём подогретый воздух из каналов отопит. панелей выпускается в помещении, в места наиболее интенсивной инфильтрации воздуха через ограждения.

ЦЕНТРАЛЬНО-МЕСТНАЯ СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА — предназначена для круглогодичного кондиционирования зданий, имеющих большое число помещений с разл. тепловлажностным режимом. Включает в состав центр. *кондиционер*, в к-ром осуществляется первичная обработка наружного воздуха в объеме, соответствующем сан. нормам. Параметры приточного воздуха в центр. кондиционере общие для всех обслуживаемых помещений. Доводка воздуха до параметров, требуемых для данного помещения, происходит в кондиционере-доводчике, к-рый устанавлива-

ют в помещениях. Такие системы, обладающие высокой энергетич. эффективностью, бывают двух-, трех- и четырехтрубными в зависимости от числа трубопроводов теплохолодоснабжения конденсатора доводчика.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ТЕПЛОВЫЙ ПУНКТ (ЦТП) — тепловой пункт, на котором нагревается вода для систем горячего водоснабжения групп зданий. Размещается в отд. зданиях внутри кварталов или жилых микрор-нов. Осн. оборудование: центр. водонагреватель, установка и циркуляционные насосы горячего водоснабжения, повышающие насосы холодного водоснабжения, средства автоматизации и телеуправления, контрольно-измерит. приборы: самопишущие и показывающие манометры и термометры, расходомеры и водомеры. На входе в ЦТП в жилом микрор-не на подающей и обратной линиях установлены задвижки с электроприводом, кроме того, на подающей линии — грязевик, диафрагма к ограничителю макс. расхода воды, регулятор отопления, регулирующий по темп-ре наружного воздуха темп-ру поступающего в систему отопления теплоносителя и ограничивающий его макс. расход, на обратной линии — грязевик после системы отопления, измерит. диафрагма к расходомеру, регулятор подпора ("до себя") и счетчик расхода воды. Подогреватели горячей воды включены по смеш. схеме. Каждый из них (I и II ступеней) состоит из двух паралл. включ. групп секций (на схеме показано по одной). Группа секций рассчитана на 50% произ-сти подогревателя. Темп-ра горячей воды поддерживается пост. регулятором темп-ры. Расход горячей воды измеряется счетчиком. Между водонагревателями включена циркуляц. линия горячего водоснабжения. Корректирующие насосы совместно с регулятором расхода обеспечивают пост. циркуляцию в системе отопления. Из ЦТП

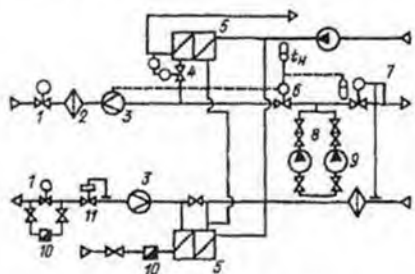


Схема центрального теплового пункта

1 — задвижка с электроприводом; 2 — грязевик; 3 — измерительные диафрагмы к расходомеру; 4 — регулятор температуры; 5 — водонагреватель горячей воды; 6 — регулятор расхода теплоты на отопление; 7 — регулятор расхода; 8 — обратные клапаны; 9 — корректирующие насосы; 10 — счетчик воды; 11 — регулятор давления "до себя"

выходят четыре трубы: подающая и обратная к системам отопления зданий, подающая и циркуляц. в системы горячего водоснабжения. В теплопроводах для отопления зданий поддерживается отопит. график темп-р (150—70°C), поэтому на абонентских вводах устанавливаются смесит. устройства или поверхностные теплообменники, понижающие темп-ру теплоносителя. Четырехтрубные квартальные тепловые сети повышают стоимость системы и ее эксплуатации. Отсутствие на ЦТП обработки водопроводной воды приводит к коррозии труб и необходимости замены поврежд. участков. Вместе с тем увеличение присоединяемых к ЦТП водоразборных точек уменьшает коэфф. неравномерности потребления теплоты, в результате чего сокращается поверхность нагрева водонагревателей, уменьшается кол-во насосных установок, автоматич. регуляторов и обслуживающего персонала.

В зависимости от соотношения расхода теплоты на горячее водоснабжение и отопление зданий могут применяться различные схемы присоединения водонагревателей системы горячего водоснабжения (см. *Тепловые пункты*).

ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЕ ОСАДКОВ — обезвоживание осадков сточных вод путем выделения из них твердой фазы под действием центробежных сил. Для обезвоживания применяют непрерывно действующие осадит. горизонт. центрифуги со шнековой выгрузкой осадка. Шнек и ротор вращаются с различной частотой, вследствие чего осаждаемая твердая фаза выгружается из ротора. Обезвоживаемый осадок подается в трубу полого шнека, откуда через отверстие попадает в приемную камеру ротора. Под действием центробежной силы наиболее тяжелые частицы твердой фазы осадка отжимаются к внутр. поверхности ротора, перемещаются шнеком к выгрузочным окнам и трубе бункера. Фугат вытекает через сливные отверстия и сливную трубу. Для повышения устойчивости к абразивному воздействию частиц осадков поверхность шнеков покрывают твердым сплавом. Ц.о. осуществляется, как правило, с предварит. обработкой осадка флоккулянтами. Центрифугирование без флоккулянтов позволяет получать кек влажностью 50—85%, но при этом вынос взвеш. в-в с фугатом может достигать 90%. При технологич. схеме Ц.о. с флоккулянтами существ. значение имеет выбор типа и дозы флоккулянта. Флоккулянт дозируют пропорционально расходу осадка, для чего используют регулируемые одновитковые мононасосы для подачи флоккулянта и осадка на центрифуги. Обработка осадков городских сточных вод флоккулянтами катионного типа дозами 1,5—11 кг/т сухого в-ва позволяет задерживать до 90—99% сухого в-ва, но при

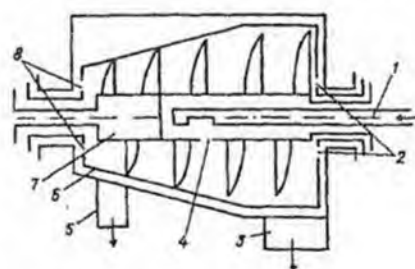


Схема центрифуги

1 — труба полого шнека; 2 — сливное отверстие; 3 — сливная труба; 4 — отверстие для подачи обезвоженного осадка в приемную камеру ротора; 5 — труба бункера; 6 — приемная камера ротора; 7 — шнек; 8 — выгрузочные окна

этом влажность кек повышается до 78—86%. Ц.о. с обработкой их флоккулянтами является перспективным и получает все большее применение в нашей стране.

ЦИКЛОН (от греч. *Kyklōn* — кружащийся, вращающийся) — аппарат для очистки пылевоздушной смеси от взвешенных в ней твердых частиц топлива под действием центробежной силы. Пылевоздушная смесь вводится со значит. скоростью в верхнюю часть корпуса Ц. через патрубок, располож. по касат. или по спирали к окружности цилиндрич. поверхности Ц.; в результате смесь приобретает вращат. движение и движется по спирали вниз, образуя внутр. вихрь. При этом под действием центробежной силы инерции взвешенные частицы топливной пыли отбрасываются к стенкам Ц., опускаются вместе с воздухом в нижнюю часть его корпуса и затем выносятся через пылеотводящий патрубок. Очищенный от пыли воз-

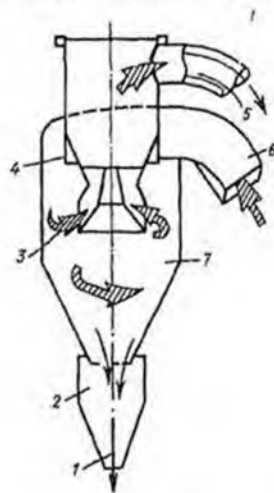


Схема пылевого циклона для антрацита

1 — выход пыли; 2 — бункер для пыли; 3 — лопатки; 4 — внутренний цилиндр; 5, 6 — выходной и входной патрубки; 7 — наружный цилиндр

дух поднимается вверх через выходную трубу, образуя внутр. вихрь, и выходит наружу. Степень очистки смеси от пыли в Ц. зависит от геометрии, размеров и формы аппарата, свойств пыли, скорости пылевоздушной смеси и т.д. Улавливание частиц в Ц. улучшается с повышением скорости потока, а также с уменьшением его диаметра. Ц. выпускают восьми типовых размеров для котлов паропроиз-в-ства от 6,5 до 20 т/ч со степенью улавливания золы 85—90%. В Ц. наиболее соверш. конструкций можно достаточно полно улавливать частицы размером 5 мкм и более. Достоинства Ц. — невысокая стоимость, простота конструкции; недостатки — относит. высокое гидравлич. сопротивление по газу (до 10 кПа) и большие габариты.

ЦИКЛОННАЯ ТОПКА — см. *Вихревая топка*.

ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ ЛИНИИ — трубопроводы *центральной системы горячего водоснабжения*, служащие для отвода остывшей воды из подающих трубопроводов при миним. водоразборе или при полном его отсутствии. Ц.л. состоят из стояков и сборных горизонт. магистралей. Стояки прокладывают в кухнях, ванных комнатах, на лестничных клетках, горизонт. магистрали — в технич. подпольях зданий, в непроходных и проходных каналах. В шахтах *санитарно-технических кабин* прокладка циркуляц. стояков не предусмотрена, т.к. в *системах горячего водоснабжения* один циркуляц. стояк присоединяется к группе подающих. Циркуляция воды в системе горячего водоснабжения позволяет поддерживать пост. темп-ру воды в водоразборных точках в любое время суток и избежать слива воды в *канализационную сеть*. Остывание горячей воды при малом водоразборе происходит в основном в неизолир. части подающих стояков (в *полотенцесушителях*). Однако тепловые потери подающих стояков служат для отопления ванных комнат, поэтому снижение темп-ры горячей воды принимается существенным, равным 5—15°C. Циркуляц. расход воды $G_{ц}$, проходящей по циркуляц. стояку при отсутствии водоразбора, зависит от тепловых потерь подающим стояком (или группой стояков) $Q_{тп}$ и величины остывания воды в нем, т.е. $G_{ц} = Q_{тп} / (\Delta t c)$.

Принципы, заложен. в гидравлич. расчет циркуляц. трубопроводов, определяются конструктивными решениями системы горячего водоснабжения. Существуют два варианта таких решений. Первый — система горячего водоснабжения смонтирована из стандартных сан.-техн. кабин. Специфика ее конструктивного решения в том, что диаметры всех циркуляц. стояков многосекц. жилого дома одинаковы. Все секц. узлы, состоящие из группы стандартных подающих стояков и одного циркуляц., имеют одинаковое гидравлич. сопротивление. Два секц. узла образуют замкнутый гидравлич. контур, для к-рого справедлив 2-й закон Кирхгофа. При равенстве гидравлич. сопротивлений узлов расходы воды, проходящие через них в режиме циркуляции, одинаковы. Если через узел I проходит циркуляц. расход $G_{ц}$, то через узел II — больший расход, т.к. разность давлений в точках присоединения узла II больше разности давлений для узла I на величину потери давления на участках, соединяющих узлы. Это явление перетекания большего циркуляц. расхода воды через узлы, располож. ближе к насосу, наз. *разрегулировкой циркуляции*, к-рая нежелательна, т.к. вызывает увеличение циркуляц. расхода воды в системе горячего водоснабжения и, следовательно, перерасход электроэнергии на привод циркуляц. насоса. Для сведения к миним. разрегулировки практика проектирования систем горячего водоснабжения рекомендует принимать след. соотношение потерь давления в узлах и в циркуляц. магистрали: потери давления в последней не должны превышать потери его в секц. узле, но и не быть меньше половины ее. Потери давления в секц. узле принимаются значит., равными 0,04—0,06 МПа. По участкам циркуляц. магистрали проходит расход воды, складывающийся из расходов через отд. секц. узлы. Но т.к. они увеличиваются по мере приближения к циркуляц. насосу, фактич. циркуляц. расход воды превышает теоретически необходимый для данной системы. Если это превышение более 30%, следует увеличить гидравлич. сопротивление системы, увеличив гидравлич. сопротивление узлов (но не циркуляц. магистрали). Увеличение сопротивления узлов (т.е. уменьшение диаметров циркуляц. стояков) приведет к уменьшению подачи циркуляционного на-

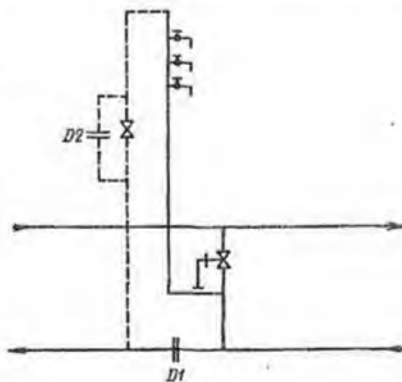
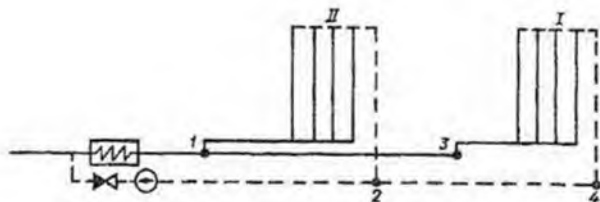


Схема открытого квартального горячего водоснабжения

соса и более равномерному распределению циркуляц. расходов между ними. При этом неск. увеличится необходимая разность давлений, создаваемая циркуляц. насосом. Возможен и второй вариант, когда система горячего водоснабжения смонтирована из стояков разл. диаметров. Такие системы сооружаются в городах и населенных пунктах, где отсутствует база индустр. домостроения. В этом случае подающие и циркуляц. стояки монтируют из труб тех диаметров, к-рые определяются гидравлич. расчетом каждого из них. Для каждого циркуляц. стояка вычисляют требуемый циркуляц. расход воды. Диаметр наиболее удаленного из них определяют по расходу воды $G_{ц}$ и макс. скорости, равной 3 м/с (с учетом зарастания труб накипью). Руководствуясь значением допустимой скорости, определяют и диаметры участков циркуляц. магистрали. Диаметры всех близко располож. к насосу стояков устанавливают по требуемому циркуляц. расходу $G_{ц}$ и фактич. разности давлений. При одинаковых значениях $G_{ц}$ для циркуляц. стояков диаметр будет тем меньше, чем ближе расположен стояк к насосу, что препятствует перетеканию через ближние стояки излишних циркуляц. расходов воды, т.е. разрегулировке циркуляции. Как и в первом варианте, в замкнутых гидравлич. контурах, образуемых секц. узлами и соединяющими их магистралями, должен быть соблюден 2-й закон Кирхгофа. Но если в первом варианте увязка потерь давления достигается путем распределения потоков воды через узлы, то во втором — подбором сопротивлений (диаметров) циркуляц. стояков. В обоих случаях решается одна и та же задача — равномерное распределение в замкнутых гидравлич. сетях. Отсутствие разрегулировки циркуляции позволяет избежать перерасхода электроэнергии на привод циркуляц. насоса, что является несомненным достоинством системы. Однако монтаж такой системы горя-



Система горячего водоснабжения, смонтированная из стандартных санитарно-технических кабин; 1, 2, 3, 4 — точки присоединения узлов I и II к распределительной магистрали

чего водоснабжения сложен, что увеличивает сроки стр-ва.

В закрытых квартальных системах горячего водоснабжения с приготовлением горячей воды в *центральных тепловых пунктах*, где располагаются циркуляц. насосы, возможны две схемы включения их в систему: понижающая и повышающая. Первая предполагает установку насоса на циркуляц. трубопроводе перед водонагревателем. В этом случае давление в системе горячего водоснабжения ниже давления в холодном *водопроводе*, отсюда и назв. схемы. Объем подачи циркуляц. насосом равен фактич. расходу воды, циркулирующей в системе. При повышающей схеме циркуляц. насос устанавливается на подающем трубопроводе между I и II ступенями подогрева. В этом случае насос выполняет функцию циркуляц. и повышающего для увеличения давления в системе горячего водоснабжения по сравнению с холодным водопроводом. При этом подача циркуляционно-повышающего насоса складывается из фактич. циркуляц. расхода воды в системе и части макс. водозабора.

При понижающей схеме подача насоса в течение суток меняется в зависимости от водоразбора от макс. при его отсутствии до миним. при его увеличении. В результате часть времени насос работает не в номин. режиме, что приводит к перерасходу электроэнергии. При повысит. схеме подача насоса меняется в меньшей степени, следовательно, расход электроэнергии меньше. Выбор разности давлений, создаваемой циркуляц. насосом, задача технически неоднозначная. При чистой циркуляции (т.е. при полном отсутствии водоразбора) даже небольшой водоразбор в неск. квартирах повлечет уменьшение циркуляции во всех секц. узлах и, следовательно, большее, чем допустимо, остывание горячей воды. Если установить насос, создающий большую разность давлений, то при значит. водоразборе в системе горячего водоснабжения будет сохраняться остаточная циркуляция, потери давления на головных от центр. теплового пункта участках подающего трубопровода будут значит., что приведет к заметному снижению давления в конце подающей трубы и может вызвать перерывы в подаче горячей воды в водоразборные приборы верхних этажей зданий, удал. от центр. теплового пункта. Практика проектирования квартальных систем горячего водоснабжения рекомендует принимать долю от макс. водозабора, при к-рой должен сохраняться требуемый циркуляц. расход в удаленных узлах $x = 0,15$ при их горизонт. протяженности до 60 м, $x = 0,2-0,3$ при протяженности 100—150 м, $x = 0,5-0,7$ при большей протяженности.

В открытых квартальных системах горячего водоснабжения параметры циркуляц. насоса определяются так же, как для закрытых квартальных систем. В открытых системах одного здания циркуляция происходит за счет разности давлений между подающим и обратным трубопроводами тепловой сети (при водоразборе из подающего трубопровода). Если разность давлений превышает значение, необходимое для циркуляции, то на обводной линии циркуляц. трубы устанавливают диафрагму D_2 (летнюю). При водоразборе из обратного трубопровода циркуляция происходит за счет диафрагмы D_1 (зимняя), устанавлив. на обратном трубопроводе между точками присоединения подающего и циркуляц. трубопроводов.

ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ ОКСИЛИТЕЛЬНЫЕ КАНАЛЫ — сооружения биологич. очистки сточных вод в аэрац. сооружениях с *активным илом* в виде канала замкнутой в плане формы (обычно O-образной) с плавными закруглениями на поворотах. Активный ил по длине Ц.о.к. поддерживается во взвеш. состоянии за счет движения (циркуляции) иловой смеси, сообщаемой *аэраторами* на горизонт. валу. Аэраторы одновременно насыщают иловую смесь кислородом воздуха. Ц.о.к. применяют в р-нах с расчетной зимней темп-рой наиболее холодного периода не ниже -25°C . Ц.о.к. обычно имеют трапециевидную форму поперечного сечения с углом наклона боковых стен, близким к углу естеств. откоса грунта, в к-ром их устраивают. Повышение крутизны стенок Ц.о.к. обеспечивают укладкой небольшого слоя бетонной смеси на откосы. Средняя скорость течения воды в Ц.о.к. должна составлять не менее 0,4 м/с. Гидравлич. глубину принимают около 1 м, превышение стенки над уровнем воды — 0,4 м. Параметры Ц.о.к. (требуемый объем, расход кислорода, кол-во избыточного активного ила и т.п.) равны или близки соответствующим параметрам аэрац. ус-

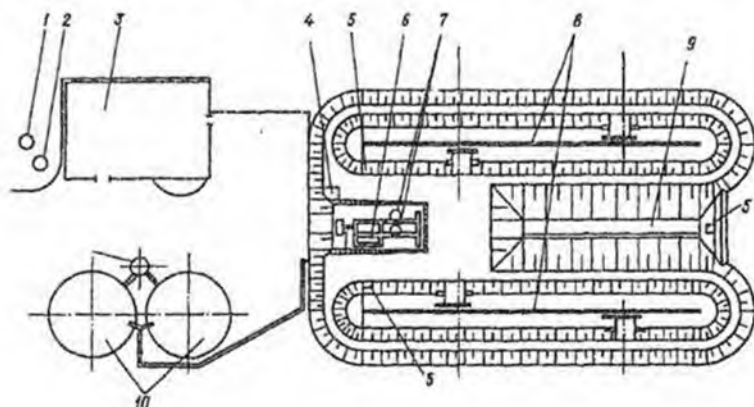
тановок на полное окисление. Дозу ила в Ц.о.к. принимают равной 3—4 г/л, среднюю скорость окисления по БПК_{полн} на 1 г беззольного в-ва ила — 6 мг/л, кол-во избыточного активного ила — 0,4 кг на 1 кг снятой БПК_{полн}, уд. расход кислорода — 1,25 мг на 1 мг снятой БПК_{полн}.

Механич. аэраторы устанавливают в начале прямых участков Ц.о.к., их длина должна быть не менее ширины канала по дну и не более ширины поверхности. Параметры работы аэраторов принимают по паспортным данным. Иловая смесь из Ц.о.к. в отстойник может выпускаться непрерывно или периодически. Впуск сточных вод в Ц.о.к. осуществляется перед аэратором, выпуск — через регулируемое подовыпускное устройство, выполненное в виде водослива с острой кромкой.

Ц.о.к. малой пропускной способности (до 100 м³/сут) может работать в периодическом режиме: днем в режиме накопления сточных вод, ночью подача сточных вод и работа аэраторов прекращаются, иловая смесь отстаивается, а осветленная вода сливается. Ц.о.к. большей пропускной способности эксплуатируется в непрерывном режиме, иловая смесь из него разделяется во вторичном отстойнике, циркуляц. ил возвращается с помощью насоса. Регулирование погружения стационарного аэратора при изменении уровня иловой смеси в Ц.о.к. осуществляется за счет перемещения кромки водослива выпускного устройства. При использовании плавающих аэраторов с этой целью устанавливают груз на понтон. Преимущества Ц.о.к. — низкая стоимость, простота стр-ва и эксплуатации, недостатки — большая площадь сооружения, ограничение обла-

Генеральный план очистных сооружений с циркуляционным окислит. каналом

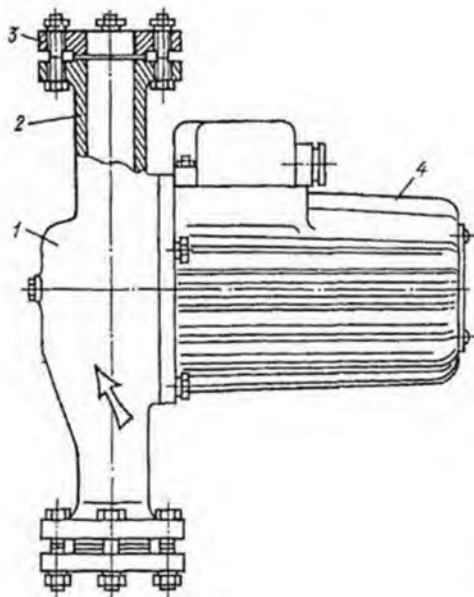
1 — резервуар темнич. воды; 2 — резервуар циркуляц. активного ила; 3 — производственно-вспомогат. здание; 4 — приемная камера; 5 — камера подовыпуска; 6 — решетки-дробилки; 7 — песколовки; 8 — циркуляционный окислит. канал; 9 — контактная емкость; 10 — вторичные отстойники



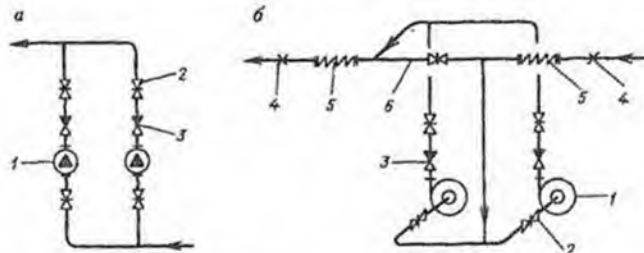
сти применения по климатич. условиям, необходимости изготовления громоздких агрегатов.

ЦИРКУЛЯЦИОННЫЙ НАСОС — насос, применяемый в замкнутых кольцах системы *водяного отопления* для искусств. побуждения циркуляции *воды*. Перемещая относительно большое кол-во воды, развивает сравнительно небольшое *давление циркуляционное*. Спец. Ц.н., например типа ЦВЦ, — маломощный горизонт. лопастной насос центробежного типа, соединен. в единый блок с электродвигателем, закрепляемый непосредственно на трубе (без фундамента). Включается, как правило, в общую обратную *магистраль системы отопления* для увеличения срока службы деталей, взаимодействующих с горячей водой (вообще же для создания циркуляции воды в замкнутых кольцах системы отопления месторасположение Ц.н. безразлично). Его мощность определяется кол-вом воды, перемещаемой за данный промежуток времени (подачей насоса, m^3/c), и создаваемым повышением давления в потоке воды (давлением циркуляционным, H/m^2 , или Па). В технике отопления объемную подачу Ц.н. нагретой воды заменяют массовым расходом (кг/с), не зависящим от темп-ры воды и принимаемым равным общему расходу воды в системе отопления. Давление циркуляционного насоса определяется потерями давления при циркуляции воды за вычетом естеств. давления циркуляц., возникающего в вертик. системе отопления, причем потери давления выявляются в результате ее *гидравлич. расчета*. Ц.н. выбирается т.о., чтобы при необходимых для системы отоп-

ления расходе воды и давлении циркуляц. он действовал с макс. кпд. Вместо спец. бесфундаментных Ц.н. в системе водяного отопления могут применяться сравнительно высоконапорные центробежные насосы общепромышл. назначения (напр., типа К). Однако их необходимо устанавливать на фундамент, они создают излишний шум, вызывают вибрацию труб и строит. конструкций здания, при их применении возрастает расход электр. энергии, требуется обводная труба для сохранения циркуляции при остановке. В обратную магистраль системы водяного отопления принято включать два одинаковых Ц.н., действующих попеременно (при работе одного второй находится в резерве). Присоединение труб к Ц.н. различно для бесфундаментных и общепромышл. насосов. Для последних на схеме показаны обводная труба с задвижкой, нормально закрытой, виброизолирующие вставки в трубы, неподвижные опоры. Фундаменты этих насосов снабжаются также виброизолирующими прокладками и опорами. Легко монтируемые бесфундаментные Ц.н. иногда устанавливаются в системе отопления по одному, при этом резервный насос

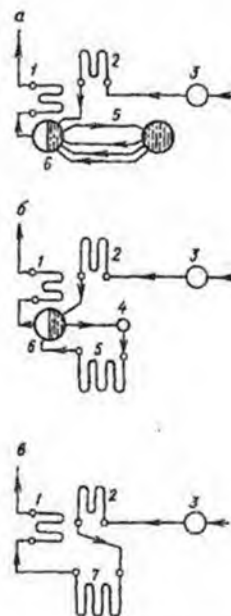


Центробежный циркуляционный насос типа ЦВЦ
1 — корпус; 2 — нагнетательный патрубок; 3 — контрфланец для присоединения трубы; 4 — электродвигатель



Схемы присоединения труб к циркуляционным насосам

а — бесфундаментным; б — общепромышл. насосам;
1 — насос; 2 — задвижка; 3 — обратный клапан; 4 — неподвижные опоры; 5 — виброизолирующие вставки; 6 — обводная труба с задвижкой (нормально закрытой)



Схемы циркуляции воды, пароводяной смеси и пара в котле

а — с естеств. циркуляцией; б — с многократной принудит.; в — прямоточной; 1 — пароперегреватель; 2 — водяной экономизер; 3, 4 — питат. и циркуляц. насосы; 5 — циркуляц. контур; 6 — барабан; 7 — испарит. поверхность нагрева

хранится на складе близ *теплового пункта*, а система оборудуется сигнализацией о состоянии в ней циркуляции воды.

ЦИРКУЛЯЦИЯ ВОДЫ В КОТЛЕ — движение по трубам *парового котла* воды и пароводяной смеси. Ц.в. может быть естеств., многократной и однократной принудит. Принудит. Ц.в. создается посредством насосов. Естеств. Ц.в. возможна лишь в *барабанных котлах*, работающих при давлении ниже критич., и обусловлена разностью плотностей *воды* в опускных *трубах* и пароводяной смеси в подъемных *кипят.* и экранных *трубах*.

Ч

ЧАСТНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ ВЛАЖНОСТИ — хар-ки состояния влаги в материале, определяющие влагоперенос, к-рый, как считается, может происходить только при наличии градиентов этих потенциалов. Каждому Ч.п.в. соответствует поток влаги, плотность к-рого q_i , кг/(м²с), выражается ур-нием

$$q_i = -k_i \text{grad} \theta_i,$$

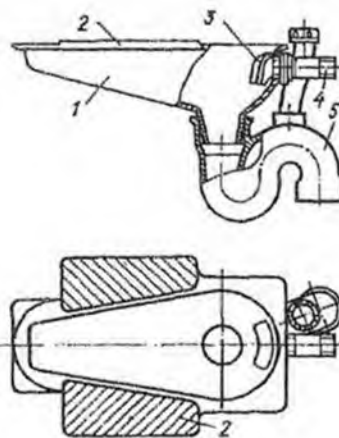
где θ_i — Ч.п.в., °М; k_i — коэфф. влагопереноса, соответствующий Ч.п.в. θ_i , кг/(м²с).

Здесь принята условная единица *потенциала влажности* °М. Конкретные Ч.п.в. имеют конкретные единицы измерения. Общий поток влаги получают суммированием частных потоков:

$$q_0 = - \sum_{i=1}^n k_i \text{grad} \theta_i.$$

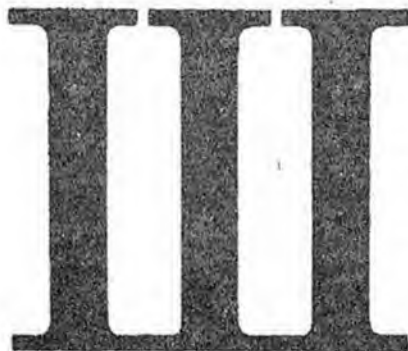
В качестве конкретных Ч.п.в. используют *упругость водяного пара*, *влажность материала*, в нек-рых моделях — темп-ру, общее давление. В качестве коэфф. влагопереноса используют соответственно коэфф. *паропроницаемости* (или диффузии), *влагопроводности*, *термоградиентный* и *фильтрации* (или воздухопроницаемости). Упругость водяного пара может быть представлена как функция влажности и темп-ры материала, потому что при описании влагопереноса можно обойтись без использования этого Ч.п.в. Каждый коэфф. влагопереноса зависит от частных потенциалов влагопереноса.

ЧАША ТУАЛЕТНАЯ — сан.-технич. прибор, устанавливаемый в обществ. туалетах для приема выделений человека и отвода их вместе с промывной водой в *канализационную сеть*. Ч.т. обычно имеет воронкообразную форму и выполняется из керамики, эмалиров. чугуна или нержавеющей стали. Она комплектуется входным и выпускным патрубками, подступами для ног, встроенным или приставным водораспределителем, а также чугунным, керамич. или пластмассовым сифоном. Ч.т. изготавливают напольные или встраиваемые заподлицо с уровнем пола. Входной патрубок присоединяют с помощью смывной трубы к бачку или *крану смывным*, а вы-



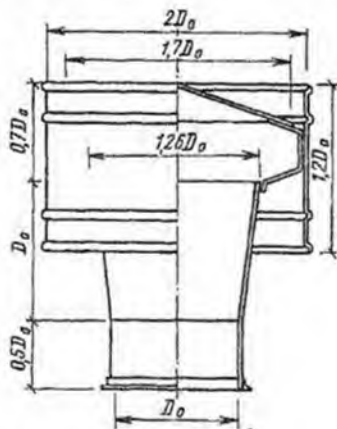
Чаша туалетная чугунная эмалированная
1 — чаша; 2 — уступы для ног; 3 — водораспределитель; 4 — входной патрубок; 5 — сифон

пускной — к сифону, соединенному с канализацион. сетью. Промывка Ч.т. осуществляется поступающей из бачка или крана в выпускной патрубок водой, к-рая с помощью водораспределителя омыкает чашу и затем через сифон отводится в канализацию. Расход воды, необходимой для промывки, равен 1,6—1,8 л/с, объем воды на одну промывку — 6—8 л. Ч.т. имеет следующие размеры, мм: длина 550—740, ширина 410—620 и высота 185—230.



ШАПЦЫ — сквозные каналы под поддувалом, установл. на полу (без фундамента) отопительной печи, устраняющие перегревание пола благодаря циркуляции через них воздуха помещения.

ШАХТА ВЫТЯЖНАЯ — часть вытяжной вентиляционной системы, через к-рую загрязн. вентиляц. воздух выбрасывают в атмосферу. Представляет собой вертикал. канал или воздуховод, поднимающийся выше плоскости кровли (покрытия). В системах с естеств. побуждением движения воздуха Ш.в. должны быть утепл. Для предотвращения попадания дождевых капель в шахту над выходным отверстием устанавливают зонт. В системе с естеств. побуждением движения воздуха на выходе из шахты целесообразно устанавливать дефлектор. При ветре он создает в устье шахты разрежение, усиливает тягу, но гл. обр., препятствует "опрокидыванию" потока воздуха в шахте. При расчете разрежение, создаваемое ветром, обычно не учитывают. Для общеобменных и местных систем с искусств. побуждением движения воздуха, удаляющих вредные в-ва 1- и 2-го классов опасности или неприятно пахнущие в-ва, вы-



Дефлектор ШАГИ
D₀ — диаметр подводящего патрубка

брос воздуха предусматривают через шахты без зонтов и дефлекторов. Это т.н. факельный выброс, с помощью к-рого загрязн. воздух забрасывают на значит. высоту. Ш.в., как правило, снабжены клапанами, управление к-рыми доступно для персонала. При размещении Ш.в. на кровле здания учитывают миним. допустимое расстояние до места расположения воздухозабора приточной системы, к-рое по горизонтали составляет 10, а по вертикали — 6 м. Высота устья обычной шахты над кровлей — 1 м, а устья шахты с факельным выбросом — не менее 2 м над высшей точкой кровли. Ш.в. для аварийных вытяжных систем поднимают не менее 3 м от уровня земли.

ШАХТНО-МЕЛЬНИЧНАЯ ТОПКА — камерная топка с молотковой мельницей и шахтным (гравитац.) сепаратором. Используют для сжигания фрезерного торфа, бурых углей и горючих сланцев во взвеш. состоянии без применения сложных пылеприготовит. систем и горелочных устройств. Топливо, измельченное в мельнице, устapял. в нижней части вертикал. шахты, транспортируется в топочную камеру подсушивающим горячим воздухом. Топливо подсушивается в процессе размола в мельнице горячим воздухом, к-рый подается дутьевым вентилятором из воздуходоогревателя. Готовая пыль из шахты или сепаратора выносятся в топку через амбразуру, а крупные недомолотые частицы возвращаются в мельницу. Достоинства Ш.-м.т. — компактность, простота, меньше по сравнению с др. пылеприготовит. системами стоимость оборудования и расход электроэнергии на пылеприготовление.

ШИБЕР — устройство для регулирования расхода воздуха в воздуховоде вентиляц. сети, выполн. в виде передвижной заслонки, изменяющей площадь живого сечения воздуховода вплоть до полного его перекрытия.

ШЛАК ТОПЛИВНЫЙ (от нем. Schlacke) — очаговые остатки, образующиеся при сжигании твердого топлива в топках котлов; частицы золы, спекшиеся или слитая. в куски. Ш.т. находит широкое применение в стр-ве: гранулиров. Ш.т. используют для получения шлакопортландцемента, из шлаковых расплавов вырабатывают минер. вату, шлаковую пензу, шлаковое литье и шлакоситаллы; Ш.т. применяют в качестве заполнителя для бетонов в дорожном стр-ве; из Ш.т. можно получать аглопорит.

ШЛАКОВАНИЕ ТОПОК — образование шлаковой пленки или шлаковых наростов (прилипание размягч. частиц золы) на обмуровке топочных стен, экран-

ных трубах и конвективных поверхностях нагрева, располож. в выходном сечении топки (см. Топка, Камерная топка); за плавление шлаком колосниковых решеток в слоевых топках. Частицы золы могут прилипнуть к поверхностям, имеющим темп-ру выше темп-ры спекания золы, поэтому чаще всего Ш.т. начинается на участках обмуровки, не закрытых экранными трубами. Наиболее интенсивное шлакование труб наблюдается вблизи горелочных устройств и на экранных трубах при плохой аэродинамике топочной камеры. Существуют активные и профилактич. средства защиты от шлакования поверхностей нагрева. Активные предусматривают предотвращение или снижение механич. прочности отложений: применение присадок, добавляемых в топливо перед его сжиганием; спец. способов сжигания, а также спец. поверхностей нагрева. Профилактич. включают различные способы очистки поверхностей нагрева от наружных отложений: обдувку котла, обмывку перегретой водой, вибрационную очистку котла и др.

ШЛАКОУДАЛЕНИЕ — удаление из-топки котла очаговых остатков, образующихся при сжигании твердого топлива. Различают топки с жидким Ш., в к-рых шлак в расплавленном состоянии вытекает тонкими струями в ванну с водой, и топки с сухим Ш., в к-рых шлак в твердом состоянии выпадает в шлаковый бункер, откуда периодически удаляется через затвор. Дальнейшее его транспортирование осуществляется обычно совместно с летучей золой (см. Золоудаление), собираемой в газоочистных устройствах. На электростанциях шлак удаляют гидравлич. способом: он поступает в шлакосмывную шахту, затем попадает в дробилку, откуда через решетку и металлоуловитель подается в багерные насосы либо в эжекторные гидроаппараты (напр., гидроаппарат системы Москалькова), к-рые подают пульпу (смесь шлака и золы с водой) на золоотвал. Во мн. случаях применяют раздельное удаление: шлака гидравлич. способом, золы пневматич. В небольших котельных применяют вакуумное удаление золы и шлака.

ШЛАМ (нем. Schlamm, буквально — грязь) — 1) совокупность плохо растворимых соединений, выпадающих в осадок в процессе улучшения качества природной воды (осветление, умягчение и т.п.), а также при обработке котловой воды осадит. реагентами (антинакипинами), предотвращающими осаждение накипи на поверхностях нагрева. В составе Ш. обнаруживают гидраты окиси алюминия, железа и магния, гидрат закиси железа, карбонат кальция, глину и органич. в-ва. Состав Ш. зависит от каче-

ства обрабатываемой воды и вида применяемых реагентов; 2) осадок в виде мелких твердых частиц, выделяющихся при отстаивании или фильтровании жидкости.

ШТЫБ (от нем. Staub — пыль) — каменный уголь с частицами размером менее 6 мм.

ШУМОГЛУШИТЕЛЬ — устройство, предназнач. для снижения шума от работающих вентиляц. установок до допустимого уровня. Шум — нежелательный звук. Защиту помещений от него предусматривают разл. способами, один из них — установка Ш., являющегося элементом приточных и вытяжных вентиляц. установок. Ш. устанавливают между вентилятором и началом магистр. воздухопровода. Если транзитные воздухопроводы пересекают помещения с высоким уровнем шума, то Ш. монтируют на участках вентиляционной системы, располож. за этими помещениями. В нек-рых случаях целесообразно Ш. ставить непосредственно перед воздухораспределителями. Ш. используют и в вытяжных системах с механич. побуждением движения воздуха для защиты обслуживаемого помещения и снижения уровня шума, поступающего от установки наружу. В этом случае на каждой вентиляц. системе ставят 2 Ш. — до и после вентилятора. В системах естеств. вентиляции Ш. не устанавливают. Исключения представляют устройства для организац. естеств. притока в зданиях,

располож. в шумном р-не, т.е. когда необходимо защитить помещение от внешн. шума, проникающего через вентиляц. каналы и отверстия. Кроме установки Ш., поглощающих т.п. воздушный шум, в вентиляц. системах для борьбы со структурным шумом, передающимся по воздухопроводам и стронт. конструкциям, предусматривают звуко- и виброизоляцию.

Необходимость установки Ш. в вентиляц. системе подтверждается спец. акустич. расчетом ее. Расчет Ш. сводится к выявлению допустимого уровня звукового давления в помещении, ближайшем к вентиляц. установке (по схеме вентиляц. сети). Затем спец. расчетом, учитывающим акустич. помещения, устанавливают допустимый уровень звуковой мощности на выходе из воздухораспределителя (выход в вытяжное отверстие). Уровень звуковой мощности вентилятора определяется его типом, расчетными расходам и давлением. Уровень звуковой мощности при прохождении воздуха по воздухопроводам и каналам снижается. Поэтому при определении расчетного уровня звуковой мощности на выходе (выход) воздуха из помещения учитывают снижение шума в местных сопротивлениях и по длине отд. участков системы. Если расчетный уровень звуковой мощности выше допустимого на выходе (выход), то необходима установка Ш., поглощающего излишний уровень звуковой мощности. Учитывая зависимость акустических харк помещения, вентилягора, вентиляц. каналов и Ш. от частотной харки шума, акустич. расчет проводят для всех восьми октав (по среднеквадратич. частоте) в диапазоне частот, улавливаемых ухом человека.

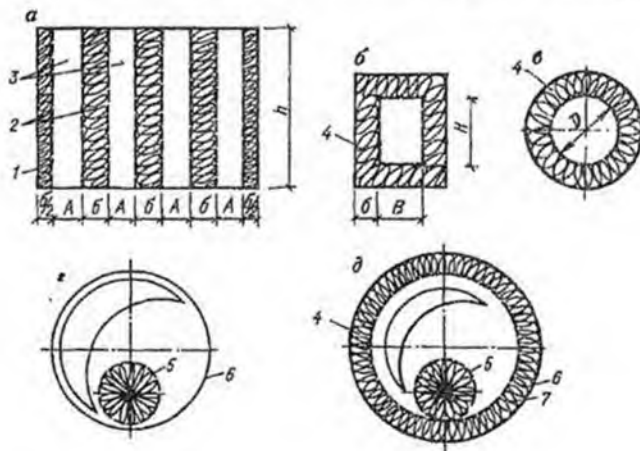
Конструктивное оформление Ш. разнообразно: камерные, пластинчатые, трубчатые, цилиндрич. в виде вкладышей, комбиниров. Гл. их особенность — наличие развитых поверхностей, облицов.

звукопоглощающим материалом (пористые волокнистые маты, мягкие плиты или засыпки). Для защиты от механич. повреждения слой звукопоглощающего материала закрывают экраном из перфориров. листов металла или пластмассы. Обычно толщина слоя звукопоглощающего материала 50—100 мм. Для предотвращения высывания волокнистых материалов через отверстия перфорации между экраном и звукопоглощающим материалом помещают слой тонкой акустически прозрачной стеклоткани. Выбор типа Ш. зависит от размеров воздухопровода, допускаемой скорости потока воздуха, места установки и требуемого снижения шума. Напр., трубчатые Ш. используют для воздухопроводов размером до 500x500 мм. При больших размерах целесообразнее пластинчатые или камерные Ш.

ШУМОПОГЛОЩЕНИЕ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ — мероприятия по защите обслуживаемых помещений от шума, создаваемого вентилятором. Воздействие на организм человека шума зависит от спектрального состава последнего. Значения предельно допустимых уровней звукового давления регламентируют госстандартами в октавных полосах частот со среднегеометрич. частотами 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц. Осн. источниками шума в системах являются вентиляторы, арматура (дроссель-клапаны, шиберы, задвижки и т.п.), фасонные элементы и распределит. устройства. При работе вентилятора различают: механич. шум в результате вращения отд. деталей и узлов с несуровнеш. массами; аэродинамич. шум, возникающий при больших скоростях движения газообразных сред. Для вентилятора характерно существование двух независимых путей распространения шума: по воздухопроводам на всасывании и нагнетании и через стенки корпуса в окружающее пространство. Уровень звуковой мощности, излучаемой вентилятором в воздухопровод всасывания или нагнетания, может быть выражен через полное давление P и расход воздуха L соотношением $L_p = \tau + 10 \lg P + 10 \lg L + \delta$, где δ — поправка на режим работы вентилятора, дБ, в зависимости от кпд вентилятора; τ — критерий шумности, дБ, зависящий от типа и конструкции вентилятора.

Для зданий и помещений, обслуживаемых вентиляц. системами, после выбора типа вентилятора и места его установки, определения схемы вентиляц. системы, ее расположения, оптим. скорости движения воздуха в воздухопроводах и размеров их поперечных сечений проводится акустич. расчет системы вентиляции, включающий определение

Схемы конструкций шумоглушителей
а — пластинчатый; б, в — трубчатые прямоуг. и круглого сечений; г — цилиндрический; д — комбинированный; е — кожух шумоглушителя; ж — звукопоглощающие пластины; з — каналы для прохода воздуха; 4 — слой звукопоглощающего материала; 5 — цилиндр из звукопоглощающего материала; 6 — стенка воздухопровода; 7 — внутр. облицовка воздухопровода звукопоглощающим материалом



уровней звукового давления в расчетных точках, требуемое его снижение до допустимых значений, выбор средств для достижения этого. Расчетные точки располагают на месте установки вентилятора, в помещениях или зонах, граничащих с ним, в помещениях, обслуживаемых системой, на ближайших к источникам шума рабочих местах или в зоне пост. пребывания людей (на высоте 1,2—1,5 м от пола), в помещениях, где воздуховоды проходят транзитом, на прилегающих территориях. Октавные уровни звукового давления, дБ, в расчетных точках помещения, в к-ром имеется один источник шума, находят по ф-ле $L = L_p + 10 \lg x \times (\Phi / 2 \pi r^2 + 4v / V)$, где r — расстояние от источника шума до расчетной точки, м; Φ — фактор направленности излучения шума источником — воздухоораспределителем или вытяжным устройством; v — коэфф., учитывающий форму помещения; V — постоянная помещения, м², к-рую следует определять по ф-ле $V = V_{1000} \mu$ (здесь V_{1000} — постоянная помещения м², на среднегеометрич. частоте 1000 Гц, определяемая в зависимости от объема W , м³, и типа помещения; μ — частотный множитель).

Уровни звукового давления в расчетной точке от неск. одновременно действующих источников определяют энергетич. суммированием по ф-ле $L_{\text{сум}} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i} \right)$, где n — число складываемых величин.

Требуемое снижение октавных уровней звукового давления $L_{\text{тр}}$ вычисляют отд. для каждого источника шума, если в расчетную точку поступает шум от неск. источников. Для единичного источника должно выполняться условие: $\Delta L_{\text{тр}} = L - L_{\text{доп}}$; для n источников $\Delta L_{\text{тр}} = L_1 - L_{\text{доп}} + 10 \lg n$, где L и L_1 — октавные уровни звукового давления, дБ, создаваемые соответственно одним или отд. взятым из неск. источников в расчетной точке; $L_{\text{доп}}$ — допустимый октавный уровень звукового давления, дБ.

Для снижения шума, распространяющегося от вентилятора в окружающее пространство, используют звукоизолирующий корпус, от вентилятора, расположенного в камере, — звукопоглощающую облицовку строг. ограждений: для защиты от шума пол камеры выполняют на упругом основании. Выбор типа и конструкции глушителя для снижения шума, распространяющегося по воздуховодам, определяется его частотным составом, требуемым снижением его уровня, размерами присоединит. воздуховода, допустимой скоростью воздушного потока и местом для установки глушителя, к-рый сам должен иметь незначит. сопротивление проходу воздуха. Применяют глушители след. типов: камерные со звукопоглощающим материалом (ЗПМ) по внутр. поверхностям (несоосные и соосные); камерные соосные без ЗПМ; активного типа (трубчатые и пластинчатые); экранные. Простейший вид глушителя — канал, облицов. звукопоглощающим материалом.

В общем случае трубчатые глушители целесообразно применять при размерах воздуховодов до 500х500 мм (диаметр 500 мм). При больших размерах целесообразнее пластинчатые или камерные глушители. Пластинчатые следует выполнять из звукопоглощающих пластин, устанавливаемых паралл. направлению потока на нек-ром расстоянии одна от др. в общем кожухе. Эффективность пластинчатых глушителей не зависит от числа и высоты пластин и схемы их компоновки. Длина глушителя не должна превышать 2 м. При расчетной длине более 3 м его необходимо разделить на две части, при этом длина воздуховода между ними не должна быть менее 800 мм. Необходимое свободное сечение глушителя определяют по ф-ле $F_{\text{св}} = L / v_{\text{доп}}$, где L — объемный расход воздуха через глушитель, м³; $v_{\text{доп}}$ — допустимая скорость воздуха в глушителе, м/с, зависящая от потерь давления, конструкции защитного покрытия звукопоглотителя, уровня звуковой мощности собств. шумообразования в глушителе. Допустимый уровень звука U_2 зависит от допустимой скорости воздуха $v_{\text{доп}}$:

U_2 , дБ	30	40	50	55	80
$v_{\text{доп}}$, м/с	4	6	8	10	15

Необходимая акустич. эффективность обеспечивается установкой одного или неск. глушителей (эффективность глушителей активного типа не зависит от места установки). Аэродинамич. сопротивление глушителя рассчитывают по стандартной методике.



ЭЖЕКТОР (франц. *ejecteur* от *ejecter* — выбрасывать) — один из видов струйного нагнетателя, в котором процесс смешивания двух сред сопровождается передачей кинетич. энергии от одной среды, движущейся с большей скоростью, к др., увлекаемой в движение. Теорию эжекции и методы расчета струйных аппаратов для *вентиляционных систем и отопления* разрабатывали П.Н.Каменев (1891—1973), С.Е.Бутаков (1906—1968), Г.Н.Абрамович и др. Струйные нагнетатели в виде *инжектора* и гидроэлеватора предназначены для подъема и перемещения жидкости по трубам. Э. применяется для отсасывания и выброса в

атмосферу взрыво- и пожароопасных и агрессивных газов и паров (когда нельзя воспользоваться вентилятором). По всасываемому *воздуховоду* отсасываемый из укрытия или помещения воздух поднимается за счет разрежения, создаваемого струей эжектирующего воздуха. В горловине происходят перемешивание и передача кинетич. энергии к эжектируемому воздуху, в диффузоре — преобразование кинетич. энергии смеси в потенц. энергию, т.е. повышение статич. давления и снижение скорости воздуха (что необходимо для снижения потери давления при транспортировании смеси). Для Э. характерны низкие кпд.

Э. нашли применение в системах местной вытяжной вентиляции (при транспортировании агрессивных и взрывоопасных сред) — производств. здания; многоэтажные здания н.-и. ин-тов хим. профиля.

ЭЖЕКЦИОННАЯ ГОРЕЛКА — горелка полного предварит. смешения газа с воздухом, подача которого осуществляется за счет кинетич. энергии струи газа, истекающего из сопла, а подготовка однородной газозвушной смеси происходит в эжект. смесителях (эжекторах). Э.г. различают: по давлению — низкого (до 5 кПа) и среднего; по числу факелов — однофакельные и многофакельные (с распределит. коллектором); по числу сопел — односопловые и многосопловые; по расположению сопел — с центр. и периферийным расположением. Э.г. состоит из газового сопла, эжект.

смесителя, головки горелки (насадки) и регулятора воздуха (воздушная заслонка). Сопло — спец. профилирован. канал (сужающийся в направлении движения потока), к-рый применяется для увеличения скорости потока. Оно подает в горелку определ. кол-во газа и преобразует потенц. энергию газа в кинетич. энергию газовой струи, придает струе определ. форму и направление (при перепаде давления в сопле 1470 Па скорость истечения составляет ~50 м/с). Эжект. смеситель обеспечивает образование однородной газозвушной смеси, выравнивание концентрации и скорости смеси по сечению горелки, создает необходимое избыточное давление, достаточное для преодоления гидравлич. сопротивления головки горелки и противодавления в топке. Эжекторы просты по конструкции и надежны в эксплуатации, выполняются в виде системы, состоящей из камеры смешения, горловины и диффузора, или в виде цилиндрич. трубы. Газ выходит из сопла с большой скоростью и поступает в камеру смешения. Воздух засасывается (эжектируется) энергией газовой струи, при этом скорость подсосываемого воздуха соизмерима со скоростью газа. Из камеры сжигания газозвушной поток поступает в диффузор, где значение статич. давления возрастает до требуемого. От отношения диаметров горловины и сопла зависит коэфф. эжекции горелки, к-рый определяется как отношение объема воздуха, засасываемого *эжектором* за определ. время, к объему газа, истекающего через сопло в то же время. Головка горелки (насадка) служит для подачи газо-

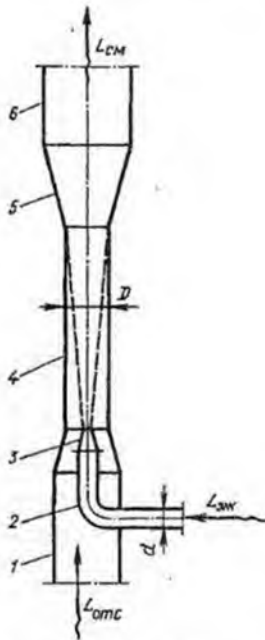
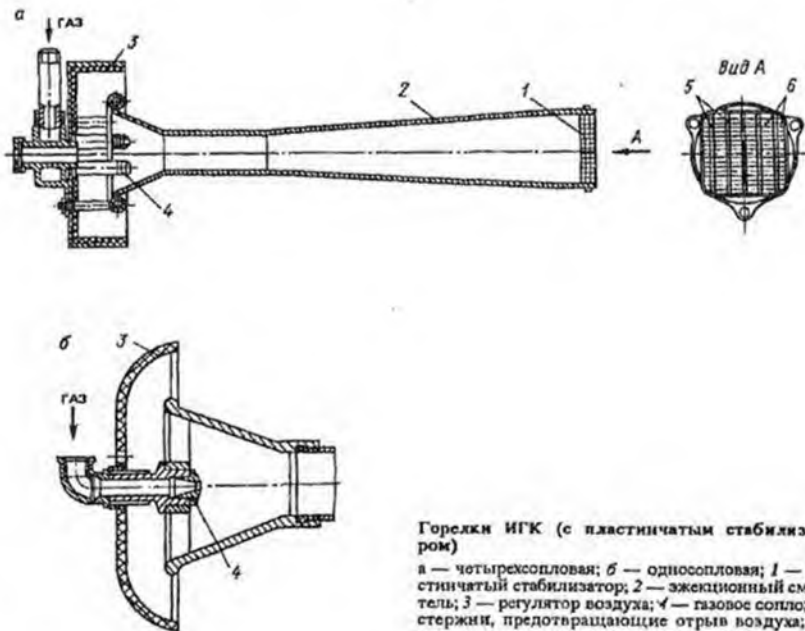
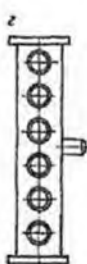
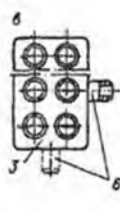
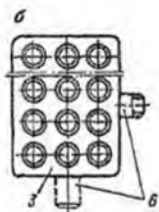
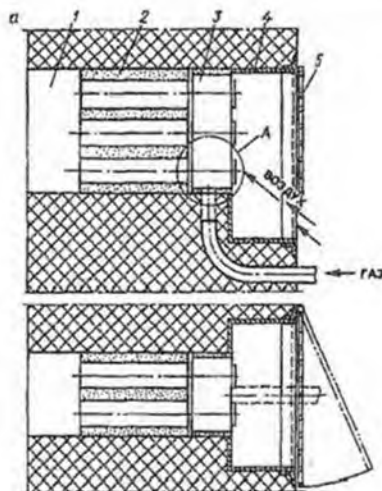


Схема воздухо-воздушного эжектора
1 — всасывающий воздуховод; 2 — воздуховод эжектирующего воздуха; 3 — сопло; 4 — смесит. труба (горловина эжектора); 5 — диффузор; 6 — воздуховод, транспортирующий смесь; $L_{эж}$, $L_{отс}$, $L_{см}$ — расходы воздуха соответственно эжектирующего, отсасываемого и смеси



Горелки ИГК (с пластинчатым стабилизатором)
а — четырехсопловая; б — односопловая; 1 — пластинчатый стабилизатор; 2 — эжекционный смеситель; 3 — регулятор воздуха; 4 — газовое сопло; 5 — стержни, предотвращающие отрыв воздуха; 6 — пластины, предохраняющие от проскока пламени



Горелки типа БИГ

а — схема установки в кладке котла; б, в, г — горелки соответственно трехрядная, двухрядная и однорядная; 1 — керамический стабилизирующий тоннель; 2 — набивка из огнеупорной массы между элементами-смесителями; 3 — горелка; 4 — шумопоглощающая прокладка; 5 — шторка из прозрачного материала; 6 — подводчик газопровод

воздушной смеси в зону горения. Она может иметь разл. форму и конструктивно совмещаться со стабилизатором (напр., пластинчатым или кольцевым). Регулятор воздуха служит для регулирования кол-ва воздуха, поступающего в смеситель. Обычно он изготавливается в виде воздухо-регулируемой шайбы или заслонки и может выполнять функции шумоглушителя.

Э.г. полного предварит. смешения газа с воздухом работают на среднем давлении $P_r = 10 \dots 90$ кПа с коэфф. избытка воздуха $\alpha = 1,05 \dots 1,1$. Достоинства Э.г.: использование энергии газа для подсоса воздуха; подготовка газозвушной смеси; простота эксплуатации и надежность в работе; недостатки: необходимость строгого размещения газового сопла по оси горелки (для односплошых горелок); значит. геометрич. размеры (длина) при больших тепловых мощностях; высокий уровень шума.

Э.г. с пластинчатым стабилизатором типа ИГК предназначены для сжигания природного газа в топках чугуных секц. котлов и др. теплогенераторов, работающих под разрежением $10 \dots 20$ Па. Разработано 7 типоразмеров Э.г. тепловой мощностью $78 \dots 2200$ кВт (произв-стю $8 \dots 230$ м³/ч) с номин. давлением газа $P_r = 70$ кПа и коэфф. избытка воздуха $\alpha = 1,02 \dots 1,1$. Э.г. тепловой мощностью до

820 кВт выполнены односплошными (с центр. подачей газа), большей мощностью — четырехсплошными, что позволило уменьшить размеры эжекц. смесителя. С целью расширения диапазона рабочего регулирования в этих горелках в конце диффузора установлен пластинчатый стабилизатор. Он представляет собой пакет, собранный из стальных пластин толщиной 0,5 мм с расстояниями между ними 1,5 мм (для природного газа), что исключает возможность проскока пламени внутрь горелки. Пластины в пакете насажены на стержни диаметром 3 мм, за к-рыми образуются обратные токи продуктов сгорания газа, предотвращающие отрыв пламени. Пластинчатые стабилизаторы имеют диапазон регулирования по давлению от 5 до 70 кПа, а коэфф. рабочего регулирования — от 3 (для ИГК-6) до 6,4 (для ИГК-4-150). Длина факела зависит от типоразмера горелки: для ИГК-6 — 116, ИГК-4-50 — 1500 мм. Недостатки Э.г. этого типа: возможность применения только для теплогенераторов, работающих под разрежением, т.к. наличие противодавления в топке приводит к снижению эжекц. способности горелки, что может привести к перегреву и разрушению пластин; опасность для отключ. горелок перегрева и деформации пластин в результате излучения кладки

или работающих горелок. Поэтому при отключении Э.г. регулятор воздуха оставляют открытым. Содержание оксидов азота у чугуных секц. котлов, оборудованных горелками ИГК, составляет 160 мг/м³.

Э.г. среднего давления с кольцевым стабилизатором предназначены для сжигания сжиж., природного и искусств. газов, а также их смесей с низкой теплотой сгорания $17 \dots 105$ МДж/м³ и применяются в топках небольших котлов и разл. нагреват. устройствах. Имеют такие же хар-ки, что и горелки ИГК. Кольцо стабилизатора выполняют из жаропрочного чугуна и надевают на диффузор эжекц. смесителя. Принцип работы кольцевого стабилизатора: газозвушная смесь в насадке разделяется на две части, большая из к-рых истекает из центр. отверстия в топку, меньшая через 40 отверстий малого диаметра попадает в кольцевой зазор по периферии центр. отверстия. Площадь поперечного сечения кольцевого зазора значит. больше суммарной площади отверстий, поэтому при малой скорости истечения газозвушной смеси из щели образуется кольцевое пламя, поджигающее осн. струю. Э.г. этого типа устойчиво работают (без отрыва пламени) при избыточном давлении газа до 147 кПа.

Э.г. блочные (тип БИГ) — горелки среднего давления с периферийной подачей газа, предназначенные для сжигания природного газа. Их устанавливают в топках котлов, работающих под разрежением $5 \dots 30$ Па. Эти горелки представляют собой скомпонованные в блоки цилиндрич. элементы — смесители диаметром 483,5 и длиной 290 мм, объединенные общим газовым коллектором. Их изготавливают однорядными с тепловой мощностью 100—2110 кВт (БИГ-1), двухрядными — 580—1535 кВт (БИГ-2) и трехрядными — 2010—2300 кВт (БИГ-3). Номин. давление газа — 80 кПа, коэфф. избытка воздуха $\alpha = 1,02$, номин. длина факела — 1500 мм. Газ в каждый смеситель подводит через 4 периферийных сопла диаметром 1,5 мм, выполненных в виде косых сверлений в стенках смесителя под углом 25° к их оси. Такая подача газа, а также отсутствие воздушно-регулирующей заслонки улучшают условия эжекции воздуха и обеспечивают более широкий диапазон регулирования тепловой мощности горелки, к-рый равен 3,5. Блок горелок футеруется огнеупорной массой, а на их выходе располагается тоннель — стабилизатор глубиной 100 мм. Горелки полностью размещаются в пределах обмуровки котла толщиной 510 мм. Работают без хим. неполноты сгорания. Содержание оксидов азота составляет $150 \dots 180$ мг/м³. Эти горелки создают шум более низкого уровня, чем грелки с центрально располо-

женным соплом. Требуется точное их изготовление, т.к. отклонения диаметров сопел, угла расположения их относительно оси горелки и размеров стабилизирующего тоннеля от расчетных ухудшают эжект. способность и устойчивость работы.

ЭКВИВАЛЕНТНЫЙ ДИАМЕТР ВОЗДУХОВОДА — диаметр круглого воздуховода, в к-ром потеря давления на трение при одинаковой длине равна его потере в прямоугольном воздуховоде. Необходимость введения Э.д.в. возникает при проведении аэродинамич. расчета систем с прямоуг. воздуховодами с помощью таблиц или номограмм, составл. для круглых воздуховодов. Известны 3 варианта методич. приемов по расчету Э.д.в.: по скорости d_v , по расходу d_L и по площади поперечного сечения d_f . Каждый из этих параметров определ. образом связан с размерами поперечного сечения воздуховода a и b , и для каждого существует свой способ пользования расчетными таблицами и номограммами. Конечный результат — потеря давления на трение, естественно, не зависит от выбора способа определения Э.д.в. Э.д.в. прямоуг. воздуховода по скорости d_v определяют из условия, что уд. потери в круглом $R_{кр}$ и прямоуг. $R_{пр}$ воздуховодах равны при равенстве скорости воздуха в них $v_{кр} = v_{пр}$. Если условие $R_{кр} = R_{пр}$ запишем, используя зависимость Дарси — Вейсбаха, то получим $d_v = 2ab/(a+b)$.

При определении уд. потери давления на трение по таблице или номограмме используют лишь d_v и v_0 , не принимая во внимание расход воздуха в круглом воздуховоде, к-рый в этом случае не совпадает с фактич. Способ расчета потери давления на трение по Э.д.в. по скорости наиболее прост и поэтому широко используется на практике во всем мире. Э.д.в. прямоуг. воздуховода по расходу d_L определяют из условия $R_{кр} = R_{пр}$ при равенстве расходов воздуха в круглом $L_{кр}$ и прямоуг. $L_{пр}$ воздуховодах. Выразив скорости воздуха через эти расходы и подставив их в ур-ние Дарси — Вейсбаха, получим $d_L = 1,265 \sqrt{(a^3b^3/a+b)}$.

Чтобы найти уд. потерю давления на трение в прямоуг. воздуховоде по таблице или номограмме, следует воспользоваться значениями d_L и $L_{пр}$, не принимая скорость во внимание, т.к. в этом случае $v_{кр} \neq v_{пр}$. Э.д.в. прямоуг. воздуховода по площади поперечного сечения d_f определяют из условия равенства площади сечений прямоуг. и круглого воздуховодов: $d_f = 2\sqrt{ab/\pi}$. Значение $R_{пр}$ при этом вычисляют по ф-ле $R_{пр} = R_{табл} \cdot m$, где $R_{табл}$ — табличное значение уд. потери давления на трение в круглом воздуховоде при d_f и $v_{пр}$ или $L_{пр}$, т.е. при фактич. ско-

рости и расходе воздуха; m — коэфф., учитывающий форму воздуховода и зависящий от соотношения a и b (обычно вычисляется или определяется по спец. номограмме). Для вычисления его пользуются отношением фактич. потери давления в прямоуг. воздуховоде к соответствующей его потере в круглом воздуховоде диаметром d_f . Применяв формулу Дарси — Вейсбаха, получим аналитич. выражение коэфф. $m = (a+b)/\sqrt{\pi ab}$.

Э.д.в. по скорости и площади поперечного сечения применяют для прямых задач аэродинамич. расчета (см. *Аэродинамика систем вентиляции*). Э.д.в. по расходу, предложенный П.Н.Каменевым, целесообразно использовать при решении обратной задачи.

ЭКВИВАЛЕНТНЫЙ ДИАМЕТР ТРАНСПОРТИРУЕМОЙ ЧАСТИЦЫ МАТЕРИАЛА — диаметр условной шарообразной частицы, скорость витания к-рой равна скорости витания действит. частицы, имеющей произвольную форму.

ЭКОНОМАЙЗЕР (англ. economizer) — элемент котла (см. *Водяной экономайзер*).

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ — соотношение результатов ее внедрения и затрат на нее. *Автоматизация систем теплоснабжения*, обеспечивающая повышение эффективности управления ими, требует определ. капит. и эксплуат. затрат. При их обосновании следует иметь в виду, что ряд технологич. процессов и оборудования систем теплоснабжения (подпитка тепловых сетей, транспортирование теплоносителя в тепловых сетях без его вскипания, заполненность систем отопления водой и др.) не могут быть реализованы и нормально функционировать без соответствующей автоматизации регулирования, защиты и управления. К ней относятся автоматизация защиты тепловых сетей, автоматич. регулирование гидравлич. режимов работы тепловых пунктов (см. *Автоматизация тепловых пунктов, Автоматизация насосных станций теплоснабжения*). Поэтому при расчете Э.э.а.т. рассматривают результаты внедрения средств автоматич. регулирования отпуска на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение в тепловых пунктах зданий, внедрения средств автоматизации управления работой агрегатов на источнике теплоты и сооружений тепловых сетей. Э.э.а.т. определяют расчетом. Необходимые для него значения экономии ресурсов принимают по данным, полученным из опыта эксплуатации автоматизиров. систем теплоснабжения. Автоматизация сооружений теп-

ловых сетей и тепловых пунктов, относящихся к ниж. оборудованию соврем. городов, позволяет получить: экономию теплоты на отопление зданий за счет устранения перегрева помещений в осенне-весенний период *отопительного сезона*, когда по условиям обеспечения нагрузки горячего водоснабжения темп-ра сетевой воды в источнике теплоты поддерживается пост. и превышающей потребную для систем отопления; экономию теплоты на отопление зданий с пофасадно-раздел. системой отопления за счет пофасадного регулирования отпуски теплоты с учетом влияния солнечной радиации, направления и скорости ветра, внутр. теплопоступлений; экономию теплоты на отопление зданий за счет снижения ее отпуски в ночное время и нерабочие дни (для обществ. и пром. зданий); снижение потерь теплоты в системе горячего водоснабжения за счет уменьшения темп-ры воды ночью; снижение расхода электроэнергии на перекачку сетевого теплоносителя за счет уменьшения расхода сетевой воды в связи с экономией теплоты на отопление и горячее водоснабжение, а также на привод сетевых насосов вследствие сокращения расхода воды и снижение затрат на ремонт тепловых сетей из-за уменьшения корроз. повреждений за счет отпуски теплоты из теплоисточника (р-ной котельной) по графику с пост. темп-рой в течение всего сезона.

ЭКСТАУСТЕР (англ. exhauster, от exhaust — высасывать, затягивать) — устарев. название вентилятора (как правило, центробежного), работающего на всасывание и предназнач. для удаления пыли, дымовых газов и др. вредных примесей из производств. помещений, а также используемого в системах пневмотранспорта для удаления отходов нек-рых отраслей пром-сти.

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ВЛАЖНОСТЬ — хар-ка материала ограждающей конструкции при определ. условиях ее эксплуатации, используемая в теплотехнич. расчетах ограждающих конструкций. Под Э.в. понимают среднюю влажность материала в конструкции, достигаемую при ее длит. эксплуатации. Эта влажность зависит от климатич. условий р-на стр-ва, темп-но-влажностного режима помещения и конструктивных особенностей ограждения. При определении расчетных значений Э.в. материала последней зависимость пренебрегают (в нормах). Климатич. условия на территории страны разделяют на 3 зоны — влажную, нормальную и сухую. Темп-но-влажностный режим помещения подразделяют на мокрый, влажный, нормальный и сухой. Предусмотренные нормами условия эксплуатации конструкций А или

Б принимают в зависимости от сочетания климатич. зоны влажности и темп-рно-влажностного режима помещения. Для этих двух условий эксплуатации определяют расчетные значения Э.в. материалов. В качестве первого приближения можно считать, что расчетная влажность материала при условиях эксплуатации Б равна макс. сорбц. влажности (при $\varphi = 97\%$), а при условиях эксплуатации А — десорбц. влажности (при $\varphi = 80-90\%$).

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГАЗОВЫХ СЕТЕЙ — комплекс организац.-технич. мероприятий, обеспечивающих поддержание газопроводов и сооружений на них в работоспособном состоянии и бесперебойное снабжение потребителей газом на срок полной амортизации газопроводов. Амортизац. срок начинается с момента приемки газопровода, к-рая производится в соответствии с действующими нормами и правилами. К технич. мероприятиям Э.г.с. относятся: технич. обслуживание; плановые и аварийно-восстановит. ремонты. Технич. обслуживание включает след. виды работ: наблюдение за состоянием газопроводов и средств электрозащиты, устранение мелких неисправностей, возникающих в процессе Э.г.с.; периодич. обследование газопроводов; изменение давления газа в сети и электротензионалов на подземных газопроводах. К плановым ремонтам относятся текущий и капит. ремонты. Аварийно-восстановит. работы являются внеплановыми, и необходимость в них возникает вследствие механич. повреждений газопроводов при производстве земляных и др. строит. работ; коррозии газопроводов; разрывов сварных швов, а также при неудовлетворит. Э.г.с.

Наблюдение за состоянием наружных газопроводов и сооружений на них осуществляется путем систематич. обхода *трасс газопровода*. Наружным осмотром трассы проверяют загазованность колодцев и контрольных труб, а также наличие газа в колодцах др. подземных сооружений, располож. на расстоянии до 15 м от оси газопровода. При осмотре проверяют действие арматуры и производят мелкий ремонт оборудования. Для контроля состояния подземных газопроводов применяют приборный метод их обследования, к-рый проводят не реже 1 раза в 5 лет. Он включает в себя проверку состояния изоляц. покрытия и его герметичности (плотности). Контроль состояния изоляц. покрытия газопровода осуществляют с помощью аппаратуры без вскрытия грунта и дорожного покрытия.

Плановый ремонт газопроводов — осн. мероприятие для поддержания или восстановления первонач. эксплуатац. качеств газопроводов. Все работы по текуще-

му ремонту можно разделить на две группы: 1) профилактич. ремонт, целесообразность к-рого выявляют в процессе обслуживания, планируемый заранее по объему и времени его выполнения (ремонт разрывов стыков сваркой катушек, отмест поврежденной изоляции, усиление сварных стыков; устранение провиса газопроводов; снежно-ледяных, кристаллогидратных закупорок с удалением *конденсата*); 2) непредвиденный ремонт, выполняемый в срочном порядке и заключающийся в быстром исправлении повреждений, к-рые не могли быть заранее обнаружены и устранены при профилактич. ремонте или возникли после его выполнения, а задержка с устранением этих повреждений может привести к серьезным авариям. При неудовлетворит. состоянии газопровода, сильной коррозии, повреждениях большого числа соединений и засорении труб производят капит. ремонт, к-рый включает замену изнош. конструкций, узлов и деталей, ремонт повреждений изоляции с восстановлением стенки трубы. Ремонт гор. газопроводов с давлением до 0,3 и межпоселковых с давлением до 0,6 МПа производят протяжкой внутри них полиэтиленовых труб. При ремонте принимается, что кольцевой зазор между стальной и полиэтиленовой трубами должен быть не менее 20 мм. После протаскивания полиэтиленовый газопровод испытывают на прочность и плотность в соответствии с действующими нормами.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГАЗОИСПОЛЬЗУЮЩИХ АГРЕГАТОВ — пуск, наладка, оптимизация режима работы, обслуживание и ремонт агрегатов с целью обеспечения их оптим. и безаварийной работы. Эксплуатация газопроводов, газового оборудования и горелок включает след. виды работ: пусковая наладка; технич. обслуживание; плановые текущие, капит. и аварийно-восстановит. ремонты. К моменту пуска газоиспользующего агрегата необходимо произвести наружный осмотр и проверку состояния топки и обмуровки агрегата, *экономайзера*, газопроводов, *горелок газовых*, тягодутьевых машин, газоходов и воздухопроводов, предохранит. и взрывных клапанов, средств измерений и автоматики. При пуске газоиспользующего агрегата производится наладка газогорелочных устройств и автоматики. В объем наладочных работ входят продувка газопроводов газом до вытеснения всего воздуха, настройка оборудования *газорегуляторных пунктов (ГРП) и газорегуляторных установок (ГРУ)*, регулирование работы горелок, а при первичном пуске — сушка агрегата. Первым этапом работы являются пуск местной ГРУ и продувка газопроводов до горелок. В процессе пуска ГРУ на-

страивают регулятор давления газа и предохранит. (запорный и сбросный) клапаны. При работе горелок на низком давлении нижний предел (миним. давление) настройки предохранит. запорного клапана принимается на 200...300 Па больше того давления, при к-ром может прекратиться горение, а верхний предел (макс.) — превышающий на 25% макс. допустимое рабочее давление. После окончания продувки газопроводов (если содержание кислорода в анализируемой пробе, отобранной в конце продуваемого газопровода, не превышает 1%) и проверки герметичности соединений приступают к розжигу (включению) газовых горелок.

Порядок включения горелок и последовательность действий оператора зависят от конкретных условий (конструктивных особенностей; схемы обвязочных газопроводов и расположения горелок на агрегате; наличия автоматики), но следует выполнять общие требования: до включения горелок закрывают все запорные устройства, кроме кранов трубопровода безопасности; осуществляется продувка газом газопроводов агрегата при постепенном открытии главного запорного устройства. Производится вентилирование топки и газоходов газоиспользующих агрегатов, к-рое проверяется анализом проб воздуха, взятых из верхней части топки. При зажигании газа с помощью переносного запальника отверстие для него должно находиться над горелкой или сбоку от нее, но не ниже горизонт. оси горелки. Работающий запальник вводят на необходимую глубину в запальное отверстие. При включении горелок следует стоять сбоку от запальных отверстий или гляделок, чтобы не пострадать при аварийном выбросе пламени из топки. После включения всех горелок кран на запальнике закрывают. Затем под рабочим давлением газа проверяют плотность в местах присоединений горелок к газопроводам (с использованием мыльной эмульсии). Длительность растопки зависит от конструкции газоиспользующих агрегатов. Для обеспечения постепенного и равномерного нагрева керамич. стабилизаторов и *футеровки* топки горелки должны работать с миним. тепловой нагрузкой не менее 30—40 мин.

Регулирование работы горелок. Во время работы газоиспользующих агрегатов необходимо контролировать давление газа и воздуха (при наличии вентилятора) перед горелками и разрежение в топке. О процессе горения получают информацию по анализу отходящих газов: содержанию кислорода, оксида углерода. Регулировать работу агрегатов можно двумя способами: изменением тепловой мощности всех установл. горелок или отключением нек-рых из них. Изменение тепловой мощности допустимо

в том случае, если она не выходит за пределы устойчивой работы газовой горелки. Если на агрегате установлено больше 2 горелок, то часть из них можно отключить. Недостатком этого способа регулирования является неравномерное распределение тепловых потоков при отключении части горелок, что может привести к недопустимым темп-рым напряжениям из условия прочности в кладке агрегата. Регулировать тепловую мощность отд. горелок следует в 2—3 приема, медленно и постепенно изменяя расход воздуха и газа и разрежение в топке. При уменьшении тепловой мощности горелки сначала регулируют ее работу, уменьшая подачу воздуха, а потом газа, затем уменьшают разрежение в топке. При необходимости повышения тепловой мощности горелок в газоиспользующем агрегате с разрежением в топке предварительно увеличивают разрежение в ней, а потом последовательно увеличивают подачу газа и воздуха.

Обслуживание и наладка газовых горелок. Наладка газовых горелок производится для выявления оптим. режима, при к-ром они обеспечивают номин. произ-сть газоиспользующего агрегата с лучшими теплотехнич. показателями. При наладке добиваются работы горелок с оптим. избытками воздуха и миним. хим. неполнотой сгорания. На основании результатов наладки рекомендуются режимы и параметры работы агрегата в виде режимной карты, к-рая является осн. оперативным документом, в соответствии с к-рым регулируется работа агрегата при изменении его теплопроиз-сти. Обслуживание газогорелочных устройств включает: проверку плотности прилегания горелки и пропорционизатора воздуха к обмуровке газоиспользующего агрегата, прочности и устойчивости опор горелок, смазку подшипниковых узлов. В горелках проверяют состояние металла ее устья, чистоту газовых отверстий, состояние лопаток завихрителей, работоспособность вентиляторов блочных горелок, у горелок форкамерных и подовых — состояние газового коллектора, моноблока с каналами и форкамеры. Текущие ремонты выполняют по мере необходимости, но не реже одного раза в год. Ремонту подлежат: туннели, огневые насадки, стабилизаторы горения, защитная обмуровка топочных экранов. После установки отремонтированных горелки на место нужно проверить соответствие ее работы режимной карте при разной тепловой мощности агрегата.

Выключение горелок. Для выключения горелок с ручным управлением уменьшают их тепловую мощность до миним. величины. Если горелка дутьевая, последовательно закрывают рабочую и контрольную задвижки (краны) (см. *Обязочные газопроводы на котлах и*

печах), открывают кран трубопровода безопасности, закрывают шибер на воздуховоде перед горелкой и отключают вентилятор. Для выключения горелок эжекционных после снижения их тепловой мощности до миним. закрывают воздухо-регулирующую заслонку (кроме горелок ИГК), а затем действуют в указ. последовательности. После выключения горелок закрывают общее запорное устройство на газоиспользующем агрегате и обеспечивают работу дымососа в течение 15—20 мин.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ — комплекс работ по поддержанию в исправном состоянии и использованию по назначению *системы теплоснабжения*. В крупных городах и пром. р-нах создаются спец. предприятия по эксплуатации *тепловых сетей* от ТЭЦ, котельных и тепловых сетей от них. Организац. структура эксплуатац. предприятий теплоснабжения зависит от их мощности, характера потребителей и источников теплоты. Непосредственно связаны с эксплуатацией такие структурные подразделения, как сетевые р-ны, инж. службы и производственно-технич. отделы. Осн. производственно-технич. подразделением является сетевой р-н, к-рый осуществляет всю эксплуатацию сетей и их сооружений, проводит тепловой надзор за потребителями, распределяет и учитывает теплоту. Сетевые р-ны располагают штатом обходчиков сетей и *тепловых пунктов*, ремонтным персоналом и наладчиками. Оперативную деятельность р-нов по взаимоотношению с потребителями выполняет дежурный персонал, работающий круглосуточно. Сетевым р-ном оказывают содействие след. инж. службы: ремонта тепловых сетей, *аварийно-восстановительная служба системы теплоснабжения*, электрохозяйства, присоединений, диспетчерская, тепловая инспекция, производств. лаборатория, контрольно-измерит. приборов и автоматики, отдел АСУ.

Диспетчерская служба и отдел АСУ создаются для *диспетчерского управления теплоснабжением* и функционирования *автоматизированной системы диспетчерского управления централизованным теплоснабжением и автоматизированной системы управления технологическими процессами централизованного теплоснабжения*. Для обслуживания теплоэнергетич. объединений создаются ремонтно-производств. базы, к-рые обеспечивают: средний и капит. ремонт оборудования, восстановит. ремонт строит. конструкций тепловых сетей; аварийно-восстановит. работы с помощью выездных бригад; наладку и испытания оборудования котельных, насосных станций, тепловых пунктов; изго-

товление запасных деталей и изделий; хранение приборов, материалов, аппаратуры. При Э.с.т. большое значение имеют систематически проводимые гидравлич. и темп-рные испытания. Цель гидравлич. испытаний — выявление участков теплотопроводов, подвергшихся наружной или внутр. коррозии. Ежегодно в летний период все теплотопроводы испытывают на герметичность и прочность с помощью стационарных опрессовочных пунктов и передвижных насосов-прессов. Цель темп-рных испытаний — проверка прочности оборудования тепловых сетей в условиях темп-рных деформаций и определение фактич. компенсирующей способности сетевых компенсаторов. Во время испытаний темп-ра воды в подающих трубопроводах поддерживается равной расчетной, в обратных трубопроводах — не выше 90°C.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ — комплекс мероприятий, включающий подготовку и использование средств автоматизации по назначению, их технич. обслуживание, хранение и транспортирование. Подготовку приборов, средств и систем автоматизации к использованию следует начинать одновременно с монтажными работами по их установке на объекте. Основное в подготовке приборов — пусконаладочные работы по доведению их до состояния, при к-ром они могут быть использованы для эксплуатации. Для систем автоматизации, в т.ч. систем блокировок и защиты, отказы к-рых могут быть опасны, при наладке должна быть предусмотрена программа испытаний в режимах, имитирующих аварийные. Для регулирующих систем наладка состоит в статич. и динамич. настройке регуляторов. Первая заключается в задании регулятору параметров настройки для обеспечения оптим. переходного процесса в реальных условиях эксплуатации. Осн. условиями надежности Э.с.а., обеспечивающей их эффективность и долговечность, являются: строгое выполнение обслуживающим персоналом правил технич. эксплуатации и техники безопасности; своевремен. и квалифицирован. выполнение технич. обслуживания и плано-предупредит. ремонтов приборов и регуляторов. Технич. обслуживание состоит: в периодич. наблюдении за работой регуляторов, в частности в контроле темп-ры воды в системе отопления (горячего водоснабжения),

сравнении ее с расчетной по заданному графику при данных значениях темп-ры наружного воздуха (или с заданной для горячего водоснабжения) и в периодич. проверке работы регулирующих клапанов в ручном режиме управления; в ежемесячном осмотре крепления приборов и их электрич. соединений; в ежегодной ревизии, состоящей в проверке технич. состояния всего комплекта регулятора или системы контроля и управления по сопроводит. документации, по к-рой устраняются все выявленные неисправности.

ЭКСФИЛЬТРАЦИЯ ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ ОГРАЖДЕНИЯ — фильтрация внутр. воздуха через наружное ограждение наружу. Наблюдается в верхних этажах здания или на заветр. фасадах зданий; приводит к излишнему увлажнению наружных ограждений, прониканию в них агрессивных паров и газов, снижает долговечность ограждений.

ЭЛЕВАТОР — (лат. elevator, буквально — поднимающий, от *elevo* — поднимаю) — используемый в системах теплоснабжения струйный аппарат, у к-рого активным и пассивным потоками служит вода. В стальном Э. горячая вода из подающей линии *тепловой сети* поступает под давлением к соплу и истекает из него с большой скоростью в камеру смешения. В приемной камере такое же давление, как в обратной линии. В результате турбулентной диффузии струя присоединяет (эжектирует) массу воды, движущейся из приемной камеры, обеспечивая тем самым расход подмешиваемого *теплоносителя* G_2 из обратной линии. Соотношение $u = G_1/G_2$ наз. коэфф. подмешивания (коэфф. эжекции). Его определяют исходя из темп-ры воды в подающей и обратной линиях тепловой сети и требуемой темп-ры воды, подаваемой в систему отопления. Сущест. хар-кой Э. является его свойство сохранять коэфф. подмешивания пост. при изменении располагаемого напора (разности напоров в подающей и обратной трубах) перед ним. Эта разность и сбрасывается при истечении

воды из сопла. Т.о., первая функция, к-рую выполняет Э., — функция смесит. теплообменного аппарата, обеспечивающего смешение горячей воды из подающей теплопровода с охладж. из обратной линии в пропорции, обеспечивающей требуемую в системе отопления темп-ру (95 или 105°C). После приемной камеры активный и пассивный потоки поступают в камеру смешения, где завершается процесс смешения, стабилизируется поле скоростей, в результате чего часть кинетич. энергии потока трансформируется в потенц. энергию давления. Следовательно, в камере смешения статич. давление растет. Рост давления завершается в диффузоре, степень расширения к-рого определяется соотношением диаметров d_d/d_k . Чем больше расширение площади его поперечного сечения, тем больше растет гидростатич. давление. Из диффузора выходит поток с расходом $G_3 = G_1 + G_2$ и избыточным напором, используемым для циркуляции воды в системе *водяного отопления*. Функция нагнетателя-насоса — вторая функция, выполняемая Э. Достоинства Э., обеспечившие его широкое применение: совмещение в аппарате простейшей конструкции двух осн. ф-ций, необходимых для работы системы отопления, надежность работы, малые расходы при эксплуатации и бесшумность. Недостатки — значит. энергозатраты, обусловленные малым кпд (0,25—0,3), из-за чего перед Э. необходим значит. располагаемый напор в 12—15 м. Однако значит. перепад давлений на местной системе повышает гидравлич. устойчивость тепловой сети, что имеет большое значение для малоавтоматизир. систем. Др. недостаток — прекращение циркуляции воды в системе отопления при отказах на тепловых сетях, что ускоряет охлаждение отапливаемых помещений и замерзание воды в системе.

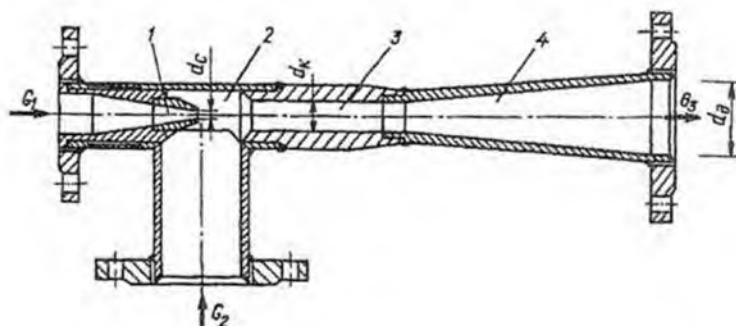
Э. может иметь повыш. кпд. Этого достигают, конструируя проточную часть

такой аэродинамич. формы, при к-рой пассивный поток приобретает скорость до процесса диффуз. перемешивания с активным потоком. В этом случае сокращаются потери на удар, составляющие у струйных аппаратов осн. долю общих потерь. Создание большой скорости связано с дополнит. потерями на трение, поэтому высокий кпд достигается тщат. обработкой внутр. поверхности проточной части. В зависимости от конкретных значений коэфф. потерь можно получить разл. значения оптим. кпд Э. Для средних значений коэфф. потерь и оптим. соотношений конструктивных параметров можно подобрать размеры Э. по след. ф-лам. Диаметр цилиндрич. камеры смешения d_k , м, определяют по выражению $d_k = 0,16(G_3^{0,5} / \Delta P_{от}^{0,25})$, где $G_3^{0,5}$ — расход воды в системе отопления, кг/с; $\Delta P_{от}^{0,25}$ — потери давления в системе отопления, Па. Диаметр сопла d_c , м, рассчитывают по ф-ле $d_c = d_k / \sqrt{1,3(1+u)^2 - 0,9u^2}$, где $u = G_2/G_1$ — коэфф. подмешивания. Необходимую разность давлений, Па, подающей и обратной линий перед Э. определяет выражение $\Delta P_{тс} = 0,92 \cdot 10^{-3} (G_1^2/d_c^2)$, где G_1 — расход сетевой воды через сопло Э., кг/с.

При качеств. регулировании подачи теплоты потребителям путем изменения темп-ры теплоносителя на источнике теплоты и удовлетворении нагрузок отопит. и горячего водоснабжения возникает зона, внутри к-рой темп-ра подающей воды поддерживается пост., равной 70°C. При повышении темп-ры наружного воздуха темп-ру воды для отопления надо снижать. У обычных Э. коэфф. смешения постояен и изменять темп-ру воды, поступающей в систему водяного отопления, нельзя. Это можно сделать, используя Э. с регулируемым соплом. У него по оси располагается игла. Если ее ввести в сопло, его сечение уменьшится, соотношение d_k/d_c увеличится, коэфф. смешения возрастет, темп-ра воды после Э. снизится. Такие Э. снабжены автоматикой и обеспечивают необходимый темп-рный режим для систем отопления.

Элеватор

1 — сопло; 2 — приемная камера; 3 — камера смешения; 4 — диффузор



ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ГАЗОПРОВОДОВ ОТ КОРРОЗИИ

— организ. отвод от металла трубы попавших на нее блуждающих токов или перевод защищаемого участка трубы в катодную зону. Э.з.г.к. относится к активным методам и представляет собой электрич. дренаж, катодную или протекторную защиту. В результате утечек из рельсов электрифициров. транспорта в грунт попадают электрич. токи, к-рые наз. блуждающими. Стекая с рельсов в грунт, ток движется к отрицат. полюсу подстанции. Через места с поврежд. изоляцией токи попадают на газопровод.

Вблизи тяговой подстанции токи выходят из газопровода в грунт в виде положит. ионов металла. Возникает электролиз металла. Участки выхода тока из газопровода являются анодными зонами, где протекает активный процесс коррозии. Коррозия, возникающая под действием блуждающих токов, наз. электрич. Зоны входа пост. тока в газопровод наз. катодными. Для гор. сети электрич. коррозия блуждающими токами наиболее опасна. Она является местной *коррозией*, приводящей к сквозному повреждению стенки трубы. Осн. метод защиты газопроводов от блуждающих токов — электрич. дренаж, к-рый отводит попавшие на газопровод токи обратно к источнику. Отвод осуществляется по изолиров. проводнику, присоедин. к газопроводу и рельсу электрифициров. транспорта или к минусовой шине тяговой подстанции. При отводе тока по электрич. проводнику прекращается выход ионов металла в грунт, т.е. прекращается электрич. коррозия.

Коррозия металла в грунте имеет преимущественно электрохим. природу. В результате взаимодействия металла с агрессивными р-ми грунта возникают плавящиеся пары. Физ.-хим. неоднородные участки металла играют роль электродов, а грунт служит электролитом. Участки металла, обладающие большей упругостью растворения, т.е. более отрицат. потенциалом, становятся анодными зонами. В них металл выходит в грунт и подвергается коррозии. При электрич. коррозии на газопроводе возникают местные язвы, превращающиеся со временем в сквозные отверстия в стенке трубы. Для защиты газопроводов от почвенной гальванокоррозии применяют катодную и протекторную (анодную) защиты. При катодной на газопровод накладывают отрицат. потенциал, переводя тем самым весь защищаемый участок в катодную зону. В качестве анодов применяют отходы черного металла, зарываемые в грунт вблизи газопровода. Отрицат. полюс источника тока соединяют с газопроводом, а положит. — с анодом. В результате возникает замкнутый контур электрич. тока, проходящий через грунт. Материал анода растворяется в грунте, а газопровод оказывается защищ. от коррозии. При протекторной защите участок газопровода переводят в катодную зону без источника тока. В качестве анода используют металл с более отрицат. потенциалом, чем железо: цинк, магний, алюминий и их сплавы. Между газопроводом и анодом с помощью металлич. изолиров. проводника создают электрич. контакт. Возникает гальванич. пара, в к-рой растворяется протектор (анод), а газопровод защищается от коррозии.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОТОПЛЕНИЕ — система отопления с использованием электрич. энергии, состоящая из

электронагреват. приборов, установл. непосредственно в обогреваемых помещениях или в *тепловом пункте* здания, и электрич. сети. По способу получения *теплоты* Э.о. может быть с прямым преобразованием электрич. энергии в теплоту и с трансформацией электричества в теплоту в *тепловом насосе*. По степени использования электроэнергии Э.о. различается: с полным покрытием отопит. нагрузки и частичным (см. *Комбинированное отопление*). Э.о. может действовать по свободному и вынужденному (напр., только ночью) графикам, с аккумуляцией и без аккумуляции теплоты. Достоинства Э.о. по сравнению с распростран. *водяным отоплением* — меньшие капит. вложения, простота и короткие сроки монтажа электросетей и *отопительных приборов*, малая тепловая инерция и высокий кпд приборов, управляемость в широких пределах с автоматизацией регулирования *теплотдачи*. Возможность быстрого реагирования и гибкого управления процессом получения теплоты отвечает потребностям помещений с изменяющейся *тепловой нагрузкой*. Высокая транспортабельность электроэнергии делает ее конкурентоспособной при выборе источников теплоты для отопления зданий и сооружений в отдал. р-нах страны, а отсутствие продуктов сгорания топлива — в экологических чистых зонах. К недостаткам Э.о. относятся: высокая темп-ра греющих элементов; повыш. пожарная опасность при применении приборов с проводами накопления открытого типа; неэкономичное использование топлива при выработке электроэнергии на тепловых станциях (кпд 28%); высокая отпускная цена вследствие значит. капит. вложений в электростанции и линии электропередачи, потерь электрич. энергии при ее транспортировании. Использование электроэнергии для *отопления* зданий допускается при технико-экономич. обосновании. Поэтому Э.о. применяется в первую очередь в р-нах с избытком электрич. энергии, в местах, где отсутствуют др. источники теплоты. На полное Э.о. зданий расходуется значит. кол-во электроэнергии. Напр., годовой расход электроэнергии для отопления 100 м² площади гражд. здания составляет от 10 МВт·ч на юге страны до 35 МВт·ч на севере. Для уменьшения расхода электроэнергии и, следоват., топлива применяется *электро-теплонасосное отопление*. Э.о. с использованием теплового насоса. Если принять расход топлива на ТЭЦ мощностью 150 МВт за единицу, то при полном Э.о. с прямым преобразованием энергии в теплоту его затрачивается примерно в 2 раза больше (1,6—2,3), а при Эл. с тепловым насосом перерасход топлива практически отсутствует (1,08). Системы Э.о. подраз-

деляются: с местными электроотопит. приборами и системы *электропроводяного* и *электровоздушного отопления*, когда первичный теплоноситель (электроэнергия) нагревает (догревает) вторичный (воду, воздух) централизованно или непосредственно в обогреваемых помещениях. Э.о. отдается предпочтение в случаях кратковрем. использования помещений (напр., в садовых домиках), при локальном обогревании рабочих мест в неотапливаемых помещениях. Применение Э.о. не допускается в зданиях 3—5-й степеней огнестойкости или категории В при темп-ре теплоотдающей поверхности более 110°С, категорий А, Б, Г и Д с выделением горючих пылей и аэрозолей, со значит. влаговыведениями. Запрещено, кроме того, Э.о. детских дошкольных учреждений, лечебных стационаров, бань, прачечных, душевых павильонов. Использование эффекта непосредств. трансформации электроэнергии в теплоту считается перспективным направлением для отопления зданий и сооружений.

ЭЛЕКТРОАККУМУЛЯЦИОННОЕ ОТОПЛЕНИЕ — электрическое отопление с аккумуляцией *теплоты*, работающее по вынужд. графику, потребляющее электроэнергию в периоды уменьшения электрич. нагрузок в течение суток. Общий суточный цикл при этом включает периоды "зарядки" (обычно только ночной), в течение к-рых спец. *электро-теплоаккумулятирующая печь* подключается к электрич. сети, и периоды "разрядки", когда эта печь от сети отключается и передает в помещение теплоту, накопл. в периоды "зарядки".

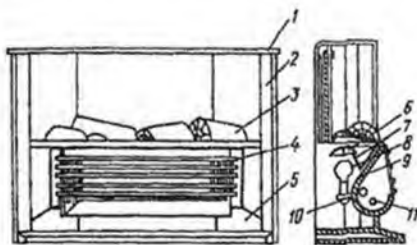
ЭЛЕКТРОВОДЯНОЕ ОТОПЛЕНИЕ — *комбинированное отопление*, при к-ром *теплоноситель* в системе отопления — вода централизованно нагревается в *водогреющем электрокотле* либо в дополнение к обычному централизован. *водяному отоплению* применяются догревающие местные *электроприборы отопительные*.

ЭЛЕКТРОВОЗДУШНОЕ ОТОПЛЕНИЕ — *комбинированное отопление*, при к-ром *теплоноситель* в системе отопления — воздух централизованно нагревается в *электрокалорифере*, либо в дополнение к обычному (но пониж. мощности) *центральному воздушному отоплению* применяются догревающие местные *электроприборы отопительные*.

ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕР — *воздухонагреватель*, работа к-рого основана на прямом нагревании воздуха электрич. током. Э. представляет собой кожух, внутри к-рого располагаются в 3 ряда

оробренные трубчатые электронагреватели, что позволяет использовать Э. с тремя ступенями мощности. Э. применяется для централизованного нагрева *теплоносителя* в системе *электровоздушного отопления*. Отличается небольшой массой и простотой эксплуатации. Изготавливается мощностью 25—250 кВт для работы на переменном электрич. токе низкого напряжения.

ЭЛЕКТРОКАМИН — переносной высокотемп-рный прибор *электрического отопления* радиац. типа. По способу установки Э. изготавливаются двух видов: с сосредоточ. нагреват. элементом и поворачивающимся сферич. отражателем; с



Декоративно-функциональный электрокамины
1 — деревянный корпус; 2 — металлический корпус; 3 — панель имитации дерева; 4 — декоративно-защитная решетка; 5 — полупрозрачный экран; 6 — вертушка; 7 — кронштейн с иглой; 8 — красная лампа; 9 — отражатель; 10 — патрон; 11 — нагревательные элементы

линейным нагревателем и декоративными элементами, имитирующими горение топлива. Темп-ра поверхности нагреват. элементов — 750—800°C. Э. первого вида используются для врем. или дополнит. *отопления* помещений, второго — для той же цели, а также для создания уюта в обогреваемом помещении.

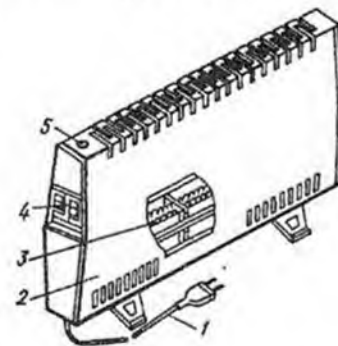
ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИЯ — образование агрегатов частиц дисперсной фазы под воздействием внешн. электрич. поля. В водоподготовке Э. наз. также *электромеханической коагуляцией*, при этом имеют в виду получение коагулирующего эффекта за счет процесса анодного растворения металла под действием пост. тока. Перешедшие в р-р катионы Al^{3+} и Fe^{3+} гидролизуются и выступают в роли *коагулянтов*. Нек-рую дополнит. роль играют сопутствующие эффекты: наложение на коагулирующую систему электрич. поля и связанная с ним деформация (поляризация) двойного электрич. слоя вблизи поверхности частиц дисперсной фазы. Заметное влияние могут оказывать окислит.-восстановит. процессы, протекающие на электродах. Теоретически при расходе электроэнергии 26,8 А·ч в раствор переходит око-

ло 9 г металлич. алюминия или 28 г железа. В действительности, кол-во железа, растворяющегося в ед. времени, приближается к теоретич., но выход алюминия может превышать расчетное значение из-за дополнит. растворения алюминиевого катода вследствие высоких концентраций щелочи в прикатодном слое. В отличие от обычной *коагуляции* кислотными коагулянтами при Э. происходит нек-рое повышение pH воды, и она не обогащается анионами SO_4^{2-} , Cl^- и др. Однако в результате электролиза выделяются значит. кол-ва газов, пузырьки к-рых могут вызвать флотацию хлопьев.

Э. целесообразно применять в труднодоступных районах, куда доставка коагулянтов затруднена. Благодаря компактности и простоте устройства электрокоагуляторы особенно эффективны при локальной очистке небольших кол-в питьевых и сточных вод, напр. на судах морского и речного флота, на космич. кораблях. Основной элемент электрокоагулятора — сменный набор стальных или алюминиевых (дюралюминиевых) электродов чередующейся полярности, в зазорах между к-рыми (шириной 5—20 мм) протекает обрабатываемая вода со скоростью не менее 0,5 м/с. Для борьбы с пассивацией металлов (с целью снижения энергетич. затрат), а также для равномерного износа электродных пластин периодически производят смену их полярности. Подключение пластин к источнику тока может быть паралл. или последоват. В первом случае все электроды действуют как монополярные, во втором — промежуточные пластины работают биполярно. Последоват. подключение позволяет работать при меньшем токе. В электрокоагуляторах с таким подключением возникают паразитные токи (токи утечки), не участвующие в полезной работе. Рекомендуемая плотность тока — до 10 А/м². Помимо электрокоагуляторов с пластинчатыми электродами существуют электрокоагуляторы с т.н. засыпным анодом, набранным из металлич. стружки. Для борьбы с пассивацией стальной стружки и стальных пластин применяют поваренную соль. 1 г растворенного алюминия эквивалентен 6,35 г безводного серно-кислого алюминия, 1 г железа — 2,9 г безводного хлорного железа. Для определения потребности в электролитически приготовленных коагулянтах и оптимальной их дозы требуется пробное *коагулирование*. Преимущество Э. по сравнению с коагуляцией солями алюминия и железа особенно очевидно при обработке природных и сточных вод, содержащих большие кол-ва органич. в-в. В процессе очистки воды методом Э. необходимо учитывать влияние солевого состава воды, т.к. от него зависит выход металла по току и сорбционные свойства гидроксидов. Э. рекомендуется применять

при обработке воды, содержащей не менее 20% хлористых солей (от общего соледержания) и не более 75% гидрокарбонатов и сульфатов, вызывающих пассивацию электродов. При наличии в воде больших количеств Ca^{2+} и Mg^{2+} и невозможности добавления к ней хлоридов в качестве катодного материала следует использовать нержавеющую сталь и не производить смену полярности. Метод Э. можно применять для осветления, обесцвечивания и обескислороживания воды, удаления из нее железа, кремния, ионов тяжелых металлов, СПАВ и радиоактивных в-в, а также для очистки воды от биологич. загрязнений.

ЭЛЕКТРОКОНВЕКТОР — переносной высокотемп-рный прибор *электрического отопления* конвективного типа (90% теплового потока). Состоит, как и *конвектор* систем *водяного отопления*, из корпуса с воздуховыпускной решеткой сверху и нагревателя в нижней



Электроконвектор

1 — шнур питания; 2 — стальной корпус; 3 — нагревательный прибор; 4 — выключатель; 5 — индикаторная лампа

его части. *Воздух* нагревается теплотой от спирали из жароупорного сплава или ТЭНа мощностью 0,8—1,25 кВт. Темп-ра открытой спирали — 600—900, ТЭНа — 450—500°C. Темп-ра воздуха, выходящего из конвектора, превышает темп-ру окружающего воздуха не более чем на 35°C. Прибор предназначен для дополнит. *отопления* помещений в присутствии людей.

ЭЛЕКТРОКОТЕЛ — водогрейный электродный котел, в к-ром *вода* нагревается электрич. током, протекающим между пластинчатыми (или цилиндрич.) электродами через движущуюся воду, представляющую собой активное сопротивление. Мощность Э. регулируется путем ввода диэлектрич. пластин (или цилиндров) в зазоры между электродами. Э. предназнач. для централизован. нагрева *теплоносителя* в системе *элек-*

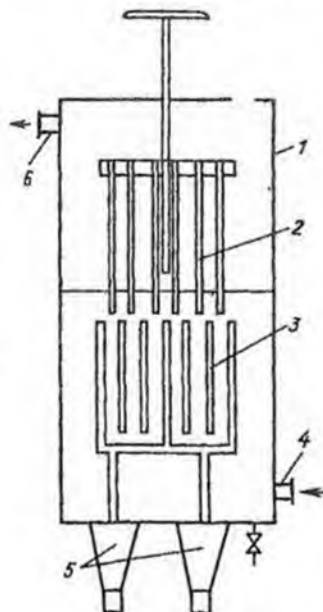
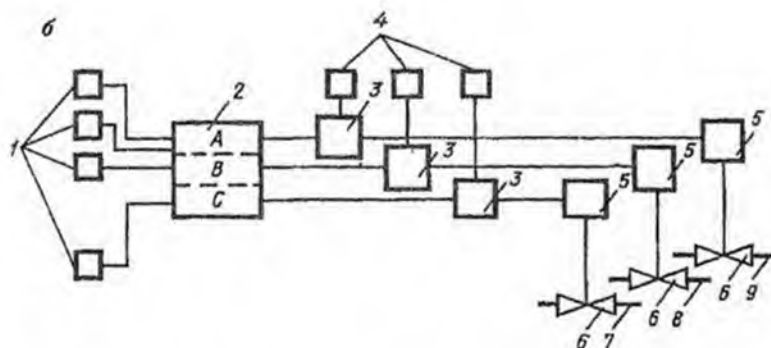
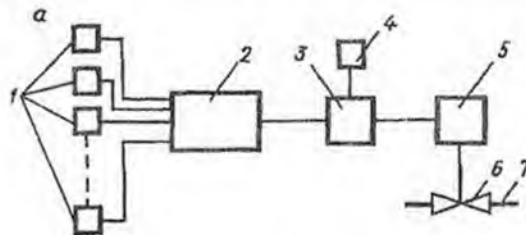


Схема электрокотла для водяного отопления здания
1 — корпус; 2 — пакет диэлектрических пластин; 3 — пакет электродов; 4 — вход воды; 5 — вводы электроснабжения; 6 — выход нагретой воды

проводяного отопления. Отличается уменьш. массой и простотой эксплуатации. Номин. мощность — 9 кВт — 1 МВт (низкого напряжения) и 1—10 МВт (высокого напряжения).

ЭЛЕКТРОННЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ — регуляторы электрич. косвенного (непрямого) действия, требующие для своей работы вспомогат. энергии (электрич.). Электронными регуляторами наз. потому, что регулирующий прибор, входящий в состав регулятора, — электронного типа. Э.а.р. по своему назначению могут быть регуляторами темп-ры, давления, расхода и уровня. Независимо от назначения Э.а.р. состоят из трех осн. электрически связ. между собой элементов (схема а) — датчиков 1 (одного или неск.), регулирующего (командного) прибора 2 (одно- или многоканального) и исполнит. устройства, включающего регулирующий орган б, напр., регулирующий клапан с электрич. исполнительным механизмом 5. Регулирующий прибор 2 управляет электрич. исполнит. механизмом 5 с помощью усилителя или магнитного пускателя 3, через к-рый кнопкой 4 может осуществляться ручное управление клапаном по месту. Датчики параметров (темп-ры, давления, расхода, уровня) в зависимости от назначения Э.а.р. устанавливаются на трубопроводе в тепловом пункте здания, баке-аккумуляторе, в



помещениях, на наружной стене зданий. Значения параметров сигналов от датчиков пропорциональны измеренным ими параметрам регулируемых сред (воды, воздуха). В регулирующем приборе сигналы от датчиков суммируются, усредняются и преобразуются в удобный для дальнейшей обработки сигнал, к-рый сравнивается с выработываемым прибором сигналом сравнения. Последний определяется заданными регулятору законами изменения регулируемого параметра (статич. и динамич.). В качестве статич. закона, напр., может быть зависимость темп-ры воды, подаваемой в систему отопления, от темп-ры наружного воздуха для регулятора отпуска теплоты на отопление зданий. Динамич. законом является задаваемая оптим. зависимость во времени отклонения регулирующего воздействия на выходе регулятора от отклонения регулируемого параметра (входной величины). Требуемые статич. и динамич. законы задаются регулирующему прибору в процессе наладки регулятора с помощью настроечных органов. Разность сравниваемых сигналов в регулирующем приборе 2 усиливается, и в зависимости от знака разности вырабатывается командный сигнал, к-рый через исполнит. механизм 5 открывает или закрывает клапан б, увеличивая или уменьшая подачу регулирующей среды по трубопроводу 7 к объекту регулирования. При этом регулируемый параметр восстанавливается до заданного значения или устанавливается на новом значении согласно статич. закону.

Схема электронного автоматического регулятора
а — одноканальный; б — многоканальный; 1 — датчик; 2 — регулирующий прибор; 3 — магнитный пускатель; 4 — кнопка управления; 5 — исполнительный механизм; б — клапан; 7, 8, 9 — трубопроводы

Многоканальный регулятор (схема б) отличается тем, что регулирующий прибор 2 конструктивно содержит в одном корпусе неск. самостоятельно функционирующих регулирующих приборов А, В, С, управляющих клапанами 5 на разных трубопроводах 7, 8, 9. Например, при автоматизации центрального теплового пункта прибор А осуществляет регулирование темп-ры воды на отопление зданий, прибор В — регулирование расхода воды на отопление, прибор С — регулирование темп-ры воды для горячего водоснабжения. Такая конструкция снижает массу и габариты приборов и позволяет легко осуществить разл. связи между отд. регуляторами А, В, С. Типы и марки указанных выше датчиков и регулирующих клапанов см. Контрольно-измерительные приборы, Регулирующий клапан. Наиболее распространенными типами электронных регулирующих приборов, применяемыми в системах теплоснабжения, являются трехканальные микропроцессорные приборы Теплар-110, Теплар-111, одно- и двухканальные аналоговые Т48М, одноканальные аналоговые РС-29, ЭРТ-1, "Электроника Р-7". Электронные регулирующие приборы устанавливаются на щитах или в шкафах. Силовые и измерит. электрич. цепи

при монтаже прокладывают отдельно одна от др.

ЭЛЕКТРООБЕСПЫЛИВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ — способ очистки от пыли технологич. осаждением ее заряженных в поле коронного разряда частиц на стенах укрытий, лентах конвейеров и др. осадит. поверхностях. Э.о. повышает эффективность аспирации и вытяжных

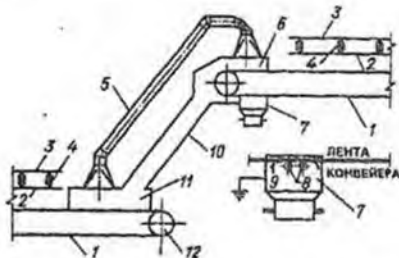


Схема электрообеспыливания оборудования узлов перегрузки в цехе по переработке титановой губки

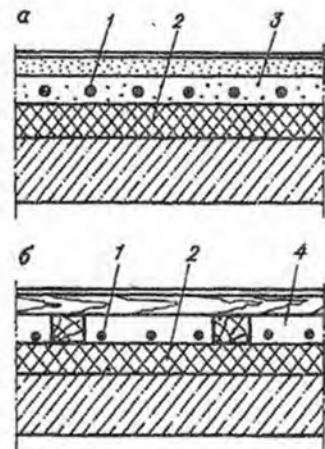
1 — конвейеры; 2 — коронирующие электроды; 3 — крепления электродов; 4 — изоляторы; 5 — байпасы; 6 — вернее укрытие узла перегрузки; 7 — бункеры для сборки пыли; 8 — полимерные цилиндры; 9 — скрепок; 10 — желоба; 11 — нижнее укрытие узла перегрузки; 12 — барабаны

систем вентиляции местной. Применяется в виде отд. установок Э.о., к-рые могут объединяться в системы Э.о. Установка, включающая в себя коронирующий электрод (провода разл. профилей, пластины с иголками и др.), источник высокого напряжения, устройства для крепления электрода, средства автоматизации и защиты, монтируется в укрытиях оборудования, узлов перегрузки и над открытыми ленточными конвейерами. В последнем случае на процесс осаждения частиц пыли и эффективность установки влияет распределение приточного вентиляц. воздуха в помещении. Система Э.о. работает в сочетании с системами аспирации или без них (напр., на открытых ленточных конвейерах), уменьшает расход аспирируемого воздуха и концентрацию пыли в нем, сберегает перерабатываемый материал и энергию.

ЭЛЕКТРООБОИ — тонкие низкотемп-рные панельные приборы электрического отопления, укрепляемые в осн. на стенах в виде обоев. Используются также в качестве греющих ковриков. Относятся к отопительным приборам радиационно-конвект. типа. Э. изготовляются в виде резиновых или пластмассовых листов с нагреват. элементами, замонич. в теплопроводную массу и покрытыми электроизоляц. слоями. Листы греющей резины состоят из электродов (медная сетка), залож. в термопроводную резину и покрытых защитным слоем обывков.

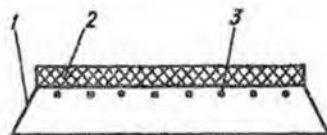
резины толщиной 1,5—2 мм. Листы греющей пластмассы (напр., элементы "Слотерм") представляют собой слоистый пластик с внутр. токопроводящим слоем (карбоволокнистая бумага с заделанным электрич. сопротивлением). Э. применяются для локального обогрева рабочих мест в холодных производств. помещениях. Темп-ра поверхности таких греющих панелей не превышает 45°C.

ЭЛЕКТРОПАНЕЛЬ С ГРЕЮЩИМ КАБЕЛЕМ — горизонт. или вертикальный прибор электрического отопления двух типов — совещ. и подвесного. Панель совещ. (со строит. конструкцией помещения) типа по способу теплоотдачи является радиационно-конвективным, панель подвесного типа — радиац. прибором. Нагреват. элементы низкотемп-рной Э.г.к. в обществ. зданиях замоничиваются в междуэтажное перекрытие. Тепловая изоляция при этом помещается под ними для передачи осн. кол-ва теплоты в помещение через поверхность пола. В жилых зданиях и детских учреждениях греющий кабель помещается в воздушную прослойку междуэтажного перекрытия для понижения и выравнивания темп-ры поверхности пола. Расчетная темп-ра токопроводящих жил кабелей для пожарной безопасности не должна превышать 70, а при применении проводов с полихлоридной изоляцией — 60°C. В высокотемп-рную подвесную Э.г.к. помещаются изолиров. или неизол. электрич. греющие кабели. Панель сверху покрывается тепловой изоляцией для увеличения теплопередачи в рабочую зону помещения. При изолиров. кабеле плотность теплового потока панели составляет 465, при неизол. — до



Электропанель с греющим кабелем, замониченная в перекрытии здания (а) и в воздушной прослойке (б)

1 — греющий кабель; 2 — тепловая изоляция; 3 — замониченный слой; 4 — воздушная прослойка толщиной 50 мм



Электропанель с греющим кабелем

1 — стальной кожура; 2 — тепловая изоляция из пенопласта; 3 — греющий кабель

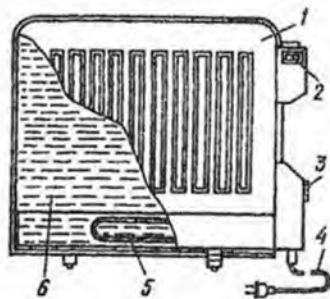
840 Вт/м². Подвесные Э.г.к. применяют гл. обр. для отопления производств. помещений большого объема; совещ. Э.г.к. — для обогрева пола помещений над холодным подпольем. Теплоотдача Э.г.к. регулируется двухпозиционно по отклонению темп-ры воздуха в помещении от заданного значения.

ЭЛЕКТРОПЕЧЬ (ПЭТ) — переносный безынерц. прибор электрического отопления радиационно-конвективного типа. В Э. под перфорир. стальным кожухом помещаются ТЭНы мощностью 0,5—1 кВт. Расчетная темп-ра их поверхности принимается на 130—150°C выше темп-ры окружающего воздуха. Э. может устанавливаться как в горизонт., так и вертикал. (с электропитанием снизу) положении с присоединением заземляющего провода к спец. болту на кожухе. Предназнач. для врем. или дополнит. отопления помещений с учетом допустимости макс. темп-ры ее теплоотдающей поверхности.

ЭЛЕКТРОПРИБОР ОТОПИТЕЛЬНЫЙ — отопительный прибор с прямым преобразованием электрич. энергии в теплоту (по Джоуля—Ленца закону), размещаемый непосредственно в обогреваемом помещении. Существуют разл. виды Э.о., отличающихся способом теплоотдачи, назначением, темп-рой поверхности, принципом действия и способом установки. По преобладающему способу теплоотдачи в помещении Э.о. могут быть радиац., конвективными и радиац.-конвективными. По функцион. назначению они подразделяются на инфракрасные электрообогреватели, электрокамины, электрорадиаторы, электроконвекторы. Бывают также комбиниров. Э.о. (напр., электрокамин-конвекторы). По темп-ре греющей поверхности Э.о. могут быть низкотемп-рными (при темп-ре ниже 70°C), среднетемп-рными и высокотемп-рными (выше 100°C). К низкотемп-рным приборам относятся: электропанель с греющим кабелем совещенного типа, электрообои; к высокотемп-рным — электропанель подвесная, электропечь, электрокамин, электроконвектор. Среднетемп-рным прибором является электрорадиатор. Э.о. с теплоотдачей при принудит. конвекции воздуха наз. электротепловетиллятором.

Нагреват. элементы Э.о. делаются открытого (с открытыми проводами накаливания) и закрытого типа. Элементы открытого типа свободно передают тепло в рабочее пространство Э.о., закрытого — через экран, изоляцию или среду, циркулирующую в приборе (напр., масло). Элементы открытого типа, выполненные из жароупорного сплава высокого сопротивления (напр., из нихрома, фехрала), навиваются обычно в спирали, размещаемые на керамич. основаниях. Элементы закрытого типа закладываются в прибор в виде провода или кабеля с изоляцией. Провод делается из оцинков. стальной проволоки, кабель с тонкопроводящими жилами — из нержавеющей стали, никеля, нихрома. Изоляция проводов и кабелей выполняется с сопротивлениями: электрич. $1-60 \text{ ТОмм}$, термич. $0,6-2^\circ\text{См}^2/\text{Вт}$. По принципу действия Э.о. делаются безынерц. и с аккумуляцией теплоты; нерегулируемыми и со ступенчатым, бесступенчатым и автоматич. регулированием теплоотдачи. Среди приборов с аккумуляцией теплоты распространены *электротеплоаккумулирующие печи*. По способу установки Э.о. выполняются стационарными и переносными (напольными, настенными, универсальными).

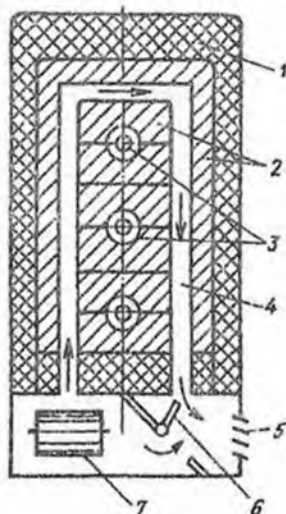
ЭЛЕКТРОРАДИАТОР — переносный среднетемп-рный прибор *электрического отопления* радиационно- (50% теплового потока) конвект. типа, выполнимый двух видов: "сухим" и с промежуточным *теплоносителем* — минер. маслом. Масло, заполняющее герметичный корпус Э., нагревается снизу *ТЭНом* мощностью $0,5-1,25 \text{ кВт}$. При циркуляции масла корпус Э. нагревается в среднем до $85-95^\circ\text{С}$. В "сухом" панельном Э. корпус заполняется изоляц. материалом, в к-ром равномерно располагаются греющие элементы. Э. имеет термостатич., отключающий прибор при достижении предельной темп-ры корпуса или регулирующий его работу для поддержания заданной



Электрорадиатор
1 — герметичный стальной корпус; 2 — сигнальная лампа; 3 — регулятор температуры; 4 — шнур питания; 5 — ТЭН; 6 — минеральное масло

темп-ры воздуха в обогреваемом помещении. Предназначен для доп. отопления помещений в присутствии людей.

ЭЛЕКТРОТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩАЯ ПЕЧЬ — переносный прибор *электроаккумуляционного отопления*, предназнач. для периодич. накопления теплоты. В Э.п. вокруг нагреват. элемен-



Электротеплоаккумулирующая печь
1 — теплоизоляционный слой; 2 — теплоаккумулирующий слой; 3 — нагревательные элементы; 4 — воздушный канал; 5 — решетка; 6 — клапан; 7 — вентилятор

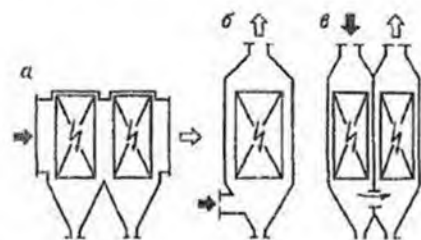
тов помещается сердечник из теплоемкого, теплопроводного, взрывобезопасного материала без запаха (обычно из магнетита с уд. теплоемкостью $1,13 \text{ кДж/(кг}^\circ\text{С)}$). Для понижения темп-ры поверхности Э.п. сердечник покрывается тепловой изоляцией. Э.п. существуют трех типов: радиационно-конвект. нерегулируемого; естественно конвект. с регулирующим клапаном; вынужденно конвективного с встроенным вентилятором и смесит. клапаном. Э.п. последнего, наиболее соверш. типа обеспечивает понижение темп-ры выходящего воздуха до $40-50^\circ\text{С}$. Тепловая мощность Э.п. делается больше мощности пост. работающего *электроприбора отопительного* во столько раз, во сколько период "зарядки" меньше продолжительности суток.

ЭЛЕКТРОТЕПЛОВЕНТИЛЯТОР — переносный низкотемп-рный прибор *электрического отопления* принудит. типа, предназнач. для ускор. прогрева помещений с помощью встроенного двухскоростного вентилятора. По принципу действия он может быть *вентилятором осевым, диаметрально-*

радиальным. Уровень его звуковой мощности — до 53 дБ(А). Э. снабжается ступенчатым регулятором мощности и термоограничителем для защиты нагреват. элементов от перегрева. Выпускается мощностью 1 и 1,25 кВт.

ЭЛЕКТРОТЕПЛОНАСОСНОЕ ОТОПЛЕНИЕ — *электрическое отопление*, включающее *тепловой насос*, т.е. термодинамич. установку, передающую в систему отопления для экономии топлива теплоту от источника с низкой темп-рой. Для целей *отопления* в осн. используются тепловые насосы пароконпресс. и термоэлектрич. типов.

ЭЛЕКТРОФИЛЬТР — устройство, в к-ром очистка газов от аэрозольных, твердых или жидких частиц происходит под действием электрич. сил. В результате действия электрич. поля заряд. частицы выводятся из очищаемого газового потока и осаждаются на электродах. Зарядка частиц происходит в поле коронного разряда. Э. представляет собой корпус цилиндрич. формы, внутри к-рого смонтированы осадит. и коронирующие электроды разл. конструкции (в зависимости от назначения и области применения Э., а также от специфики улавливаемых частиц). Коронирующие электроды подключены к высоковольтному источнику питания выпрямл. током напряжением $50-60 \text{ кВ}$. Э., в к-рых улавливаемые твердые частицы



Схемы горизонтальных и вертикальных электрофильтров
а — многополюсный горизонт; б — однополюсный вертикал; в — двухполюсный вертикал



Классификационная схема электрофильтров

удаляются с электродов встряхиванием, наз. сухими, а те, в к-рых осаж. частицы смываются с электродов жидкостью или улавливаются жидкие частицы (туман, брызги), — мокрыми.

По числу электр. полей, через к-рые очищ. газ последоват. проходит, Э. подразделяют на однополюсные и многополюсные. Иногда Э. разбивают на паралл. по ходу газа камеры — секции. По этому признаку они могут быть одно- и много-секционными. Очищаемый в Э. газ проходит активную зону в вертик. или горизонт. направлениях, поэтому Э. бывают вертик. или горизонт. По типу осадит. электродов Э. делят на пластинчатые и трубчатые. Осн. конструкт. типы Э. — горизонт. пластинчатый и вертик. трубчатый. Э. названных типов может использоваться как мокрый или сухой улавливатель аэрозольных частиц.

Э. предназначены для высокоэффект. очистки газов от твердых и туманообразных примесей, выделяющихся при технологич. процессах (сушка, обжиг, агломерация, сжигание топлива и т.д.). Э. находят все более широкое применение для очистки воздуха в *системах аспирации*. Э. очищают газы от пыли с частицами размером 0,01—100 мкм при $t_c < 400\text{--}450^\circ\text{C}$. Сопротивление их достигает 150 Па. Затраты электроэнергии составляют 0,36—1,8 МДж на 1000 м³ газа. Эффективность работы Э. зависит от свойств частиц и газа, скорости и равномерности распределения очищаемого потока в сечении фильтров и т.д. Чем выше напряженность поля и меньше скорость газа, тем лучше улавливаются частицы.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД — очистка, осуществляемая посредством анодных и катодных реакций окисления и восстановления раствор. в воде в-в; реакций между ионами металлов, переходящих в воду в результате электролитич. растворения металлич. анода, и ионами раствор. в воде в-в; сорбции раствор. в-в гидроксидами металлов, образующимися при электролизе; коагуляции высокодисперсных в-в; флотации взвеш. и плавающих частиц газами, выделяющимися на катодах и т.д. Комбиниров. действие этих процессов приводит к удалению из сточных вод раствор. и диспергиров. в-в. Э.о.п.с.в. в ряде случаев имеет преимущества перед обработкой сточных вод хим. реагентами и др. физ.-хим. способами, т.к. позволяет извлечь из воды ценные хим. продукты и металлы, значительно упростить технологич. схему очистки, уменьшить производств. площади, необходимые для размещения очистных сооружений. Эффект очистки производств. сточных вод зависит от их исходного хим. состава (рН,

общее содержание минер. солей), применяемых электродов и расстояния между ними, плотности тока, уд. расхода электричества, интенсивности перемешивания в процессе электролиза, темп-ры. Эффект очистки возрастает в случае разделения анодного и катодного пространств полупроницаемыми диафрагмами из различных материалов. Применение Э.о.п.с.в. наиболее целесообразно при относительно высокой их электропроводности, обусловленной наличием в сточных водах минер. к-т, щелочей или солей (при значениях рН сточных вод, лежащих в нейтр. области, их общее солесодержание должно составлять не менее 0,3 г/л).

Электрохим. способы очистки сточных вод, основан. на анодном окислении или катодном восстановлении содержащихся в них органич. и неорганич. в-в, могут применяться на локальных установках при относительно небольших расходах воды. В нашей стране электрохим. способы применяют для очистки сточных вод от цианидов на предприятиях машиностроит. и металлообработ. профиля, для удаления красителей и поверхностно-активных в-в из сточных вод предприятий легкой пром-сти и предприятий по производству товаров бытовой химии, а также для электрохим. извлечения меди и др. цветных, а также драгоц. металлов из высоко- и малоконцентриров. сточных вод. В последнем случае для извлечения драгоц. и цветных металлов применяют объемно-пористые катодные материалы в виде углеродитовых волокон. Известны электрохим. методы очистки сточных вод предприятий разл. отраслей пром-сти от фенолов, цианидов, роданидов, нитросоединений, этиленгликоля, 2,4-Д-к-ты, перекисных органич. соединений, активных азокрасителей, симазина, цианурхлорида, серосодержащих и нек-рых др. органич. соединений, основан. на их анодном окислении и катодном восстановлении.

Электродиализная обработка сточных вод и их электролиз с применением ионообменных мембран могут применяться для обработки как высоко-, так и мало-концентриров. сточных вод. В этом случае возможна регенерация ценных продуктов из высококонцентриров. сточных вод. Относительно высокий уд. расход электроэнергии компенсируется стоимостью регенериров. продуктов (особенно при регенерации едкой щелочи, дорогостоящих минер. кислот).

Существуют методы регенерации серной к-ты и металлич. железа, азотной и плавиковой к-т из отработ. р-ров, образующихся при травлении углеродистых и легир. сталей, хромовой, фосфорной и серной к-т из отработ. р-ров процессов хромирования, анодирования и электрополирования, едкой щелочи и кри-

сталлич. гидроксида алюминия из отработ. р-ров щелочного травления изделий из алюминийевых сплавов.

Использование электролиза для обработки малоконцентриров. сточных вод основано на их деминерализации (обессоливании) с повторным использованием очищ. вод в произ-ве и попутном извлечении из сточных вод нек-рых ценных продуктов. Применение этого способа оправданно при высоких требованиях к качеству сточных вод, сбрасываемых в водоемы. Деминерализация сточных вод методом электролиза возможна при достаточно высоком их расходе (порядка неск. сот кубометров в сутки). Осн. недостатками способа являются относительно высокий уд. расход электроэнергии и необходимость удаления концентриров. р-ров минер. солей при невозможности их технич. использования. Электродиализное обессоливание воды находит применение при создании замкнутых систем водоиспользования на предприятиях.

Электрокоагуляц. методы очистки сточных вод получили наибольшее распространение по сравнению с др. электрохим. методами. При электролизе сточных вод с применением анодов из листовой стали или алюминия вода обогащается соответствующими ионами, образующими затем гидроксиды этих металлов. Под их действием происходит процесс *коагуляции* содержащихся в воде высокодисперсных в-в, аналогичный процессу обработки воды соответствующими солями алюминия или железа. Однако в отличие от применения солевых *коагулянтов* при *электрокоагуляции* вода не обогащается сульфат- или хлорид-ионами, содержание к-рых в очищ. воде лимитируется как при сбросе ее в водоемы, так и при повторном использовании в системах производств. водоснабжения.

При электролизе сточных вод одновременно протекают др. физ.-хим. процессы: электрофорез; катодное восстановление раствор. органич. и неорганич. в-в и их хим. восстановление ионами Fe^{2+} , а также образование катодных осадков металлов; хим. реакции между ионами Fe^{2+} и Al^{3+} , выделяющимися при электролитич. растворении металлич. анодов, и нек-рыми содержащимися в воде ионами (S^{2-} , PO_4^{3-} и др.), в результате чего образуются нерастворимые в воде соли, выпадающие в осадок; флотация твердых и плавающих частиц пузырьками газообразного водорода, выделяющимся на катоде (этот процесс обычно наз. *электрофлотацией*). Кроме того, происходит сорбция ионов и молекул раствор. в-в, а также эмульгиров. в-в на поверхности хлопьев гидроксидов железа и алюминия, к-рые обладают значит. адсорбц. способностью, особенно в момент образования.

В отд. случаях только совместное протекание электрофореза и электрокоагуляции обеспечивает успешную очистку сточных вод, напр. содержащих эмульгиrow. в-ва. Осн. область применения электрокоагуляции в сочетании с электрофлотацией или без нее — удаление из сточных вод нерастворенных высокодисперсных в-в, образующих в воде различ. коллоидные системы. Значительно уже область применения электрокоагуляции для удаления из воды истинно растворенных примесей. В осн. это примеси, образующие с ионами Fe^{2+} и Al^{3+} нерастворимые в воде хим. соединения, выпадающие в осадок, а также хромат-ионы и др. примеси.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ВЕЩЕСТВ — кол-во энергии, выделяющейся из единицы его массы; параметр, позволяющий оценить принцип. возможность и целесообразность их использования как источников энергии. Выражается в единицах энергии: джоулях (Дж), или киловатт-часах (кВт·ч). При расчетах энергетич. балансов используются единицей "тонна усл. топлива" (т.у.т.); 1 т.у.т. = 29,308 ГДж. При больших объемах первичной энергии используют единицы: 1 ГДж = $1 \cdot 10^9$ Дж; 1 ПДж = $1 \cdot 10^{15}$ Дж; ЭДж = $1 \cdot 10^{18}$ Дж.

ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА НИЗКОСОРТНОГО ТОПЛИВА — хим. и термохим. переработка с целью получения высококачеств. твердого, жидкого котельного или газообразного топлива. Э.п.т. позволяет получить из твердого топлива искусств. жидкое моторное со свойствами бензина и дизельного топлива, энергетич. газообразное, а также твердое с высокой теплотой сгорания. Осн. сырьем для переработки твердого топлива являются высоковлажные бурые угли с открытой добычей, имеющие выход летучих в-в 35—70%, высокозольные сланцы с выходом летучих в-в 50—90% и дешевые каменные угли с открытой добычей и выходом летучих в-в 40—45% и более. Методы энерготехнологич. переработки твердого топлива классифицируют: по характеру среды, в к-рой топливо подвергается деструкции (разложению), — с нейтр. или восстановит. средой (пиролиз), с окислит. средой (газификация), со средой водорода (гидроенизация); по тепловым условиям, при к-рых протекает деструкция, — низкотемп-ный (до 400°C), среднетемп-ный (400—700°C) и высокотемп-ный (900°C и выше) процессы. Пиролиз твердого топлива происходит без доступа кислорода. В зависимости от темп-ры процесс пиролиза подразделяют на: бертинирование (до 300°C), полукоксование (400—600°C) и коксование (900°C

и выше). При бертинировании из твердого топлива (угли, торф) выделяются пары и сорбиrow. его поверхностные газы (CO_2 , CH_4 и др.); твердое в-во топлива разлагается незначительно, но его поверхность становится более активной к процессам окисления, теплота сгорания повышается пропорционально уменьшению влаги и сорбиrow. газов. При темп-рах св. 300°C начинается деструкция твердой массы топлива, в результате распада молекул из него выделяются летучие в-ва — жидкие углеводородные соединения и горючие газы. При полукоксовании из топлива выделяются первичная смола (по свойствам сходная с нефтью), первичные газы, содержащие, %: H_2 — 10—30, CH_4 — 33—40, CO_2 — 5—15, CO — 5—8 с теплотой сгорания 23—30 МДж/м³ и твердый углеродный остаток (полукокк) с выходом летучих в-в 8—12%. При коксовании происходит более глубокая деструкция не только исходного топлива, но и перичных продуктов его разложения. Выход жидких углеводородов (смолы) сокращается с 10—12 до 2,5—5,5%, но увеличивается до 15% выход газообразных углеводородов с теплотой сгорания 17—19 МДж/м³. Процесс полукоксования пригоден для произ-ва энергетич. топлива. Основанный на нем метод высокоскоростного пиролиза позволяет при нагреве низкосортного бурого угля с теплотой сгорания 15,5 МДж/кг до 590°C получить высококачеств. полукокк с теплотой сгорания 27—28 МДж/кг, смолу — сырье для моторного топлива с теплотой сгорания 36—38 МДж/кг и газ с теплотой сгорания 14,5—17 МДж/м³. Пиролиз угля при меньших темп-рах позволяет получить энергетич. топливо — облагорож. уголь с высокой теплотой сгорания. Процесс произ-ва т.н. термоугля заключается в высокоскоростном нагреве угля в вихревых камерах до 450—470°C, во время к-рого из него выделяются вся влага и 5—8% летучих в-в, используемых для обеспечения необход. тепловых условий протекания процесса. Получ. термоуголь имеет теплоту сгорания 26,5—27 МДж/кг вместо 12,5—13,8 МДж/кг в исходном угле и является высококачеств. энергетич. топливом.

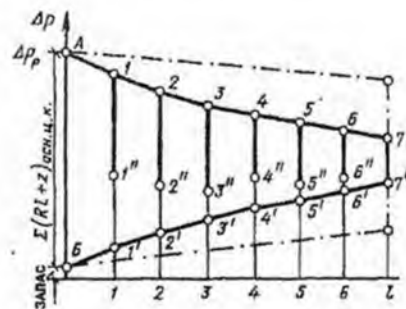
Энерготехнологич. переработку твердого топлива в окислит. среде (воздухе, кислороде, водяном паре) наз. газификацией топлива. Газификация угля — термохимич. процесс превращения угля в горючие газы. Обычно этот процесс ведут в среде воздуха и водяного пара, кислорода и воздуха и в среде только водяного пара, требующей подвода теплоты для обеспечения необход. для хим. реакции тепловых условий. Газификацию угля проводят при атм. и повыш. давлениях. Чем выше давление, тем больше в получившемся газе водорода и меньше

оксида углерода. С повышением давления растет произ-сть газогенераторов. Технологически газификация угля осуществляется в плотном или кипящем слое, потоке. Газификация в плотном слое ведется, как правило, при темп-рах 1000—1200 с твердым и св. 1400°C с жидким шлакоудалением; в кипящем слое — при темп-рах до 1000 с твердым, а в потоке при темп-рах св. 1500°C с жидким шлакоудалением. Получила распространение газификация не только сухого угля, но и водоугольных суспензий (высококонцентриrow. смеси мелких частиц угля с водой). При газификации угля в паровоздушной среде получают газ с теплотой сгорания 5—6,5, на парокислородном дутье при атм. давлении — до 12,5, а под давлением 1—2 МПа — до 16,5—17 МДж/м³. Получ. газ обычно используют в качестве топлива в пром-сти.

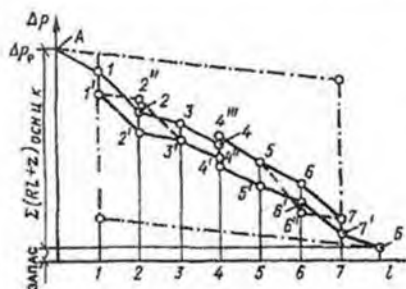
ЭНТАЛЬПИЯ ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА (от греч. entalpo — согреваю) — уд. теплосодержание влажного воздуха, отнесенное к 1 кг массы его сухой части (см. Воздух). Измеряется в кДж/кг.

ЭПЮРА ЦИРКУЛЯЦИОННОГО ДАВЛЕНИЯ — график, изображающий изменение давления циркуляционного по длине магистралей системы водяного отопления. Э.ц.д. строится в процессе гидравлического расчета системы отопления по способу уд. линейных потерь давления после расчета осн. (при тупиковом движении воды в магистралах) или двухтрех циркуляц. колец (при попутном движении воды в магистралах). При построении Э.ц.д. падение давления по длине каждого участка магистралей условно считается равномерным.

На схеме приведена Э.ц.д. для вертикал. однотрубной системы водяного отопления с тупиковым движением воды в магистралах. По горизонтали нанесены длины участков магистралей и отмечены номера стояков системы отопления (1—



Эпюра циркуляционного давления в системе отопления с тупиковым движением воды в магистралах
1—7 — номера стояков



Эпюра циркуляционного давления в двухтрубной системе отопления с попутным движением воды в магистральных
1—7 — номера стояков

7). По вертикали откладываются потери давления на участках подающих (на схеме сверху) и обратных (на схеме снизу) магистралей и потери давления на всех участках стояка, входящего в осн. циркуляц. кольцо (стояк 7). Общие потери давления в стояке, выражаются вертик. отрезком 7—7'. По Э.ц.д. выявляются располагаемые разности давлений в точках присоединения к магистральям промежут. стояков, входящих в еще не рассчит. второстеп. циркуляц. кольца системы (напр., разность давлений между точками 3 и 3' для стояка 3). Результаты гидравлич. расчета промежут. стояков также наносятся на Э.ц.д., чтобы установить степень увязки располагаемых и потерянных давлений (допуст. невязка при расчете 15%). На схеме показаны, напр., точка 3", связ. с потерями давления в стояке 3, и невязка давлений, выраженная отрезком 3"—3'. Показано также, что потери давления в циркуляц. кольцах разл. длины, как правило, при расчете способом уд. линейных потерь неодинаковы. Штрихпунктирными линиями изображена "идеальная" Э.ц.д., необходимая для равномерного и устойчивого распределения *теплоносителя* между отд. стояками. Для получения такой эпюры следует значительно увеличить потери давления в стояках

(рекомендуется до величины не менее 70% общих потерь давления в циркуляц. кольцах без учета потерь давления на общих участках магистралей) и уменьшить потери в магистральях.

На схеме приведена Э.ц.д., характерная для вертик. *двухтрубной системы отопления* с попутным движением воды в магистральях. Э.ц.д. для такой системы строится не только для того, чтобы получить располагаемое давление циркуляц. в точках присоединения к магистральям промежут. стояков, но и для того, чтобы убедиться в отсутствии "обратной" циркуляции воды в отд. стояках. Э.ц.д. в двухтрубной системе построена после гидравлич. расчета трех циркуляц. колец через средний, ближний и дальний от *теплого пункта* стояки (показаны невязки расчета 4'—4" и 4—4"). Относительно незначит. потери давления в стояках (вертик. отрезки 1—1', 2—2" и т.д.) характерны для двухтрубной системы. Циркуляц. давление в подающей магистрали всегда должно быть больше, чем в обратной. Обратное соотношение давления в магистральях вызывает циркуляцию охлажденной воды через *отопительные приборы* — "обратную" циркуляцию. Это недопустимое явление станет возможным, напр., в стояке 2, если давление в точке 2' обратной магистрали в результате ошибочного выбора диаметра ее двух участков, прилегающих к точке 2', повысится до давления в точке 2", или в стояке 6, если давление в точке 6 подающей магистрали понизится до давления в точке 6". На схеме пунктиром показано изменение давления в участках магистралей, вызывающее "обратную" циркуляцию воды через отопит. приборы стояков 2 и 6.

Как отмечено выше, для надежного сохранения расчетной пропорциональности распределения воды между стояками в течение *отопительного сезона*, т.е. для обеспечения *тепловой устойчивости системы отопления*, потери давления в стояках (или ветвях) должны

преобладать. Э.ц.д. при относительно низких потерях давления в магистральях и высоких потерях в стояках схематично показана штрихпунктирными линиями. Если подобный вид сравнительно легко придать Э.ц.д. вертик. *однотрубной системы* отопления многоэтажного здания, уменьшая диаметр стояков, то в двухтрубной системе для этого потребуются увеличить гидравлич. сопротивление *подводок к отопительным приборам* путем установки на подводках регулирующих кранов с дросселирующим устройством. Последнее, кроме того, способствует повышению вертик. *тепловой устойчивости* двухтрубных стояков.

ЭПЮРЫ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХА НА ПОВЕРХНОСТЬ ОГРАЖДЕНИЯ — граф. изображение избыт. давления воздуха на поверхность ограждения. При построении эпюр избыточного давления снаружи или внутри помещения вводят усл. ноль давления воздуха на ограждения (единый для рассматриваемого здания). Выбор условного ноля определяет конфигурацию эпюр давления. Известные способы представления избыт. давления воздуха на поверхности ограждений предложены П.Н. Каменевым, В.В. Батуриным, В.Х. Фрибе (т.н. "нейтральной зоны") и МИСИ. Последний способ позволяет унифицировать конфигурацию эпюр для большинства типов зданий для любых соотношений ветровых и гравитац. сил.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА — совокупное свойство системы, определяющее меру оптимальности принятого ее решения, совместно учитывающее свойство обеспеченности, надежности, управляемости (устойчивости) и технико-экономич. целесообразности (в т.ч. в части ущерба производств., сан.-техн. и экономич.). Э.с.к.м. является вероятностно-детерминир. показателем.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абонентский ввод 7
 Абсорбенты и адсорбенты 8
 Абсорбер 8
 Аварийно-восстановительная служба системы теплоснабжения 8
 Автоматизация 8
 Автоматизация биологической очистки сточных вод 8
 Автоматизация насосных станций теплоснабжения 9
 Автоматизация насосных установок водоснабжения и канализации 11
 Автоматизация очистки природных вод 13
 Автоматизация подпитки 15
 Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха 16
 Автоматизация систем теплоснабжения 17
 Автоматизация тепловых пунктов 19
 Автоматизация физико-химической очистки сточных вод 21
 Автоматизированная система диспетчерского управления централизованным теплоснабжением (АСДУЦТ) 22
 Автоматизированная система управления предприятием централизованного теплоснабжения (АСУПЦТ) 23
 Автоматизированная система управления тепловым и воздушным режимами здания 24
 Автоматизированная система управления технологическими процессами газоснабжения (АСУТПГ) 24
 Автоматизированная система управления технологическими процессами централизованного теплоснабжения (АСУТПЦТ) 24
 Автоматизированная система управления централизованным теплоснабжением (АСУЦТ) 25
 Автоматика безопасности газовых приборов 25
 Автоматика коммунально-бытовых газовых агрегатов 26
 Автоматическое включение резерва (АВР) 28
 Адсорбер 28
 Аккумулятор-теплообменник 28
 Аккумулятор теплоты 29
 Активная система солнечного отопления 29
 Активный ил 30
 Алгоритм проектирования здания 31
 Алгоритм системы кондиционирования микроклимата 32
 Анализаторы качества природных и сточных вод 32
 Анаэробная стабилизация осадков 32
 Анаэробный ил 33
 Антикоррозионная защита металлов 34
 Антикоррозионная защита теплопроводов 34
 Антрацит 35
 Аппараты тепломассообмена пенные 35
 Арматура на трубопроводах 35
 Аспирационная установка 40
 Аспирационное укрытие 40
 Аспирация 40
 Аспирация оборудования 40
 Атмосферная труба 41
 Атомные источники теплоты 41
 Аэратор 41
 Аэратор комбинированный 42
 Аэрация зданий 42
 Аэрация сточных вод 42
 Аэрация механическая сточных вод 43
 Аэрация пневматическая сточных вод 44
 Аэробная стабилизация осадков 45
 Аэродинамика 45
 Аэродинамика здания 46
 Аэродинамика промышленной площадки 46
 Аэродинамика систем вентиляции 46
 Аэродинамическая труба 47
 Аэродинамический расчет котельной установки 48
 Аэрожелоб 48
 Аэрозоли 48
 Аэрозольтранспорт 48
 Аэротенк 48
 Аэротенк башенный 49
 Аэротенк-вытеснитель 49
 Аэротенк двухступенчатый 49
 Аэротенк-осветлитель 50
 Аэротенк-отстойник 50
 Аэротенк продленной аэрации 50
 Аэротенк противогочный 50
 Аэротенк-смеситель 51
 Аэротенк с рассредоточенным впуском сточных вод 51
 Аэротенк шахтный 52
 Багерный насос 53
 Байпасирование воздуха 53
 Байпасная панель 53
 Бак конденсатный 53
 Бак расширительный 53
 Бак-сепаратор 54
 Баки-аккумуляторы в системе горячего водоснабжения 55
 Баллоны для сжиженного газа 55
 Барабан котла 55
 Барабанный котел 56
 Барабанный котел 56
 Барботажная промывка пара 56
 Барботирование 56
 Батарейный циклон 56
 Бачок смывной 56
 Бесканальная прокладка теплопроводов 57
 Бескомпрессорная система кондиционирования воздуха 58
 Бидэ 58
 Биоконтактор 58
 Биологический пруд 58
 Биопленка биофильтра 59
 Биосорбер 59
 Биотенк 60
 Биотопливо 61
 Биофильтр 61
 Биофильтр погружной 62

- Биофильтр с объемной загрузкой 63
Биофильтр с плоскостной загрузкой 63
Биофильтр-стабилизатор 64
Бифилярная (двухпоточная) система отопления 64
Блок теплообмена 64
Брызгальный бассейн 64
Бурый уголь 65
- Вакуум-насос 66
Вакуум-фильтр барабанный 66
Вакуумная пылеборка 66
Ванна купальная 67
Вариатор частоты вращения ременный 67
Верная приточная струя 67
Вентилятор диаметальный 68
Вентилятор осевой 68
Вентилятор радиальный 70
Вентиляторный агрегат 71
Вентиляционная система 71
Вентиляция 72
Вентиляция аварийная 73
Вентиляция естественная 73
Вентиляция искусственная 73
Вентиляция местная 73
Вентиляция общественных зданий 74
Вентиляция производственных зданий 75
Верхняя зона помещения 76
Ветвь системы отопления 76
Ветровое давление на поверхности здания 76
Взаимодействие приточных струй 76
Взрывной клапан 76
Взрывоопасная воздушная смесь 77
Вибрационная очистка котла 77
Вибрация 77
Виброизоляция 77
Вихревая топка 77
Влагодоступность материала 77
Влагообмен 77
Влагопередача нестационарная 77
Влагопередача стационарная 78
Влагопроводность 78
Влагосодержание воздуха 79
Влагосодержание материала 79
Влажность материала 79
Внутренние газопроводы 79
Вода 80
Водный режим котла 81
Водо-водяные подогреватели 81
Водогрейный котел 83
Водозабор 84
Водозабор горизонтальный 84
Водозабор лучевой 85
Водозабор поверхностных вод 86
Водозабор подземных вод 87
Водоподогреватели в системе теплоснабжения 87
Водоприемник 88
Водопровод 89
Водораспределительная система биофильтра 89
Водотрубный котел 90
Водяное отопление 90
- Водяной экономайзер 94
Воздух 94
Воздуховод 95
Воздуховод перфорированный 95
Воздуховод равномерного всасывания воздуха 95
Воздуховод равномерной раздачи воздуха 96
Воздуходувка 96
Воздухонагреватель 97
Воздухонагреватели зональные 97
Воздухонагреватели первого и второго подогрева 97
Воздухообмен 97
Воздухообмен неорганизованный 98
Воздухоотводчик 98
Воздухоохладитель 98
Воздухоподогреватель 99
Воздухопроницаемость ограждений 100
Воздухораспределитель 100
Воздухосборник 100
Воздушная завеса 100
Воздушная прослойка 101
Воздушная труба 101
Воздушное отопление 101
Воздушно-тепловая завеса 103
Воздушный баланс 103
Воздушный душ 103
Воздушный клапан конвектора 104
Воздушный кран 104
Воздушный режим здания 104
Вредные выделения 104
Время капиллярного всасывания 105
Всасывающий факел 105
Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР) 105
Вытяжная вентиляционная установка 105
Вытяжная воронка 105
Вытяжной зонт 106
Вытяжной шкаф 106
- Газобаллонная установка 107
Газовая плита 107
Газовая сеть 108
Газовые контактные воздухоподогреватели 108
Газовые приборы для жилых зданий 109
Газовый камин 109
Газовый контактно-поверхностный водонагреватель 109
Газовый контактный теплообменник 110
Газовый проточный водонагреватель 111
Газогорелочное устройство 112
Газогорелочное устройство для промышленных печей 112
Газонаполнительная станция 113
Газообразное топливо 113
Газорегуляторная станция (ГРС) 114
Газорегуляторные пункты (ГРП) и газорегуляторные установки (ГРУ) 115
Газоснабжение 116
Газоход 116
Газы 116
Гарнитура котлоагрегата 116
Гелиоустановка 116
Геотермальная вода 118

- Геотермальная скважина 118
 Геотермальная установка 118
 Геотермальное отопление 118
 Геотермальное теплоснабжение 119
 Геотермальные тепловые сети 120
 Гигрограф 120
 Гигрометр 120
 Гидравлическая устойчивость тепловых сетей 120
 Гидравлический затвор 121
 Гидравлический лоток 121
 Гидравлический расчет внутренних газопроводов 121
 Гидравлический расчет газовых сетей 122
 Гидравлический расчет системы отопления 123
 Гидравлический расчет системы парового отопления 123
 Гидравлический расчет тепловых сетей 124
 Гидравлический режим тепловых сетей 124
 Гидравлический режим тепловых сетей открытых систем теплоснабжения 126
 Гидравлический удар 127
 Гидроаппарат системы Москалькова 127
 Гидрозолашлакоудаление 127
 Гидромурфта 127
 Гидрообеспыливание оборудования 128
 Гидроциклон 128
 Гидроциклон многоярусный 128
 Гидроциклон напорный 129
 Гидроциклон открытый 130
 Гидроциклон-фильтр 130
 Гидроциклон-флотатор 131
 Гладкотрубный отопительный прибор 131
 Глубокая очистка от нефтепродуктов сорбцией 131
 Годовой график продолжительности спроса тепловых нагрузок 131
 Годовой расход газа 132
 Годовые расходы теплоты 133
 Горелка атмосферная 133
 Горелка газовая 134
 Горелка газовая на котлоагрегатах 136
 Горелка газовая рекуперативная 137
 Горелка газовая скоростная 138
 Горелка газовая струйно-стабилизаторная 138
 Горелка газовая туннельная 139
 Горелка газовая турбулентного смешения 140
 Горелка газомазутная 141
 Горелка инфракрасного излучения 142
 Горелка пылеугольная 143
 Горелка форкамерная 144
 Городская система газоснабжения 145
 Горючие сланцы 146
 Гравитационное давление на ограждения здания 146
 Гравитационное отопление 146
 Градирня 147
 Градусо-сутки 147
 Граничные условия 147
 Графики потребления теплоты в системах теплоснабжения 148
 Графики температур 148
 Графики температур и расходов воды в открытых системах теплоснабжения 150
 Грейфер 152
 Грохот 152
 Грязевик 152
 Давление гидродинамическое 153
 Давление гидростатическое 153
 Давление циркуляционное 153
 Дамба 153
 Двухканальная система кондиционирования воздуха 153
 Двухпоточная система отопления 153
 Двухступенчатого испарительного охлаждения система кондиционирования воздуха 153
 Двухтрубная система отопления 153
 Деаэратор 154
 Деаэрация 155
 Дежурное отопление 155
 Действительная концентрация аэросмеси 155
 Дефторирование воды 155
 Децентрализованная система горячего водоснабжения 156
 Децентрализованная система теплоснабжения 156
 Джоуля-Ленца закон 156
 Диаграмма I-d влажного воздуха 156
 Диаграмма 157
 Динамика давления в системе отопления 157
 Дисбаланс воздуха 159
 Диспетчерское управление теплоснабжением 159
 Диффузия водяного пара 159
 Диффузор 159
 Дозатор 160
 Дренаж сооружений 160
 Дренажная линия системы отопления 160
 Дробочистительная установка 160
 Дробилка 161
 Дросселирующая шайба 161
 Дроссель-клапан 161
 Дроссельный вентиль 161
 Дутьевой вентилятор 161
 Дымовая зона 161
 Дымовая труба 161
 Дымовая труба отопительной печи 162
 Дымообороты печи 162
 Дымосос 162
 Дымы 162
 Емкостный газовый аппарат 163
 Жалюзи 164
 Жаротрубный котел 164
 Жидкое котельное топливо 164
 Заглушка 165
 Загрузочное устройство 165
 Загрузочный материал биофильтра 165
 Загрязнители атмосферы 165
 Закрученная приточная струя 166
 Закрытая система теплоснабжения 166
 Замораживание осадков 167
 Замораживание — оттаивание осадков природных вод 167

- Заслонка воздушная 168
Затекание воды в отопительный прибор 168
Затухание и запаздывание 169
Защита водозаборов от наносов 169
Защита водозаборов от шуги 170
Защита воздушного бассейна от загрязнения 170
Защита тепловых сетей 172
Защищаемое помещение 172
Здание с эффективным использованием энергии 172
Зерновая характеристика угля 172
Змеевик отопительного прибора 172
Зола 172
Золоотвал 172
Золоудаление 172
Золоулавливание 172
Золоуловители 172
Зольник котла 173
Зольник печи 174
Зона дыхания 174
Зона санитарной охраны 174
Зона системы отопления 174
- Идентификация математической модели теплового и воздушного режимов здания 175
Избыточное давление воздуха 175
Известкесильное оборудование 175
Известковое хозяйство 175
Измерение давления, расхода и уровня жидкости 176
Измерение расхода газа 177
Изоляция газопроводов 178
Изотермическая приточная струя 178
Изоэнтальпийный процесс 178
Иловые площадки 178
Индивидуальный тепловой пункт (ИТП) 179
Инжектор 179
Интегрированная автоматизированная система управления централизованным теплоснабжением (ИАСУЦТ) 179
Инфильтрация воздуха через ограждения 179
Ионизация воздуха 179
Ионообменное обессоливание природных вод 180
Иррегулярный режим 181
Искусственное топливо 181
Испаритель 182
Испаритель сжиженных газов 182
Испарительная установка 183
Испарительное охлаждение воздуха 183
Исполнительные механизмы 183
Испытание системы вентиляции 184
Испытания и наладка вентиляционных систем 184
Источник теплоты при теплонасосном отоплении 184
Источники теплоты систем теплоснабжения 184
Источники холода для систем кондиционирования воздуха 186
Источники энергии 187
- Кавитация 188
Калач 188
Калорифер 188
Каменный уголь 189
Камера орошения 189
Камерная топка 189
Камеры тепловых сетей 190
Камин 191
Канал 191
Канал воздушного отопления 191
Канализационная сеть 191
Канализационный коллектор 191
Капиллярное всасывание воды 191
Каплеуловитель 192
Каптаж 192
Каркас котла 192
Каталитический реактор 193
Квартирное отопление 194
Керамическая насадка излучателя 194
Клапан 194
Клатраты 196
Коагулирование 196
Коагулянты 197
Коагуляция 198
Коагуляция контактная 198
Количество теплоты 198
Коллектор системы отопления 198
Коллектор солнечной энергии 198
Коллекторы городские 199
Колодец шахтный 200
Колонка 201
Колонка водогрейная 201
Колосниковая решетка 201
Комбинированная система кондиционирования микроклимата 201
Комбинированное отопление 201
Компактная приточная струя 202
Компенсатор теплопроводов 202
Компенсаторные ниши 203
Компенсация температурных удлинений теплопроводов 203
Компостирование осадков 203
Компрессор 204
Комфортные условия в помещении 204
Конвейер 205
Конвективная воздушная струя 205
Конвективное отопление 205
Конвективно-лучистый теплообмен на поверхности 205
Конвективный теплообмен 205
Конвектор 206
Конвекция 207
Конвекция вынужденная 207
Конвекция естественная 207
Конвекция свободная 207
Конвекция смешанная 208
Конгруэнтное плавление 208
Конденсат 208
Конденсатный насос 208
Конденсатопровод 208
Конденсатор 209
Конденсатор в системе теплонасосного отопления 209
Кондиционер 209
Кондиционирование воздуха 210
Контейнерный пневмотранспорт 210

- Контрольно-измерительные приборы 210
 Конфузор 212
 Концентратор солнечного излучения 212
 Концентрационные границы зажигания газа 212
 Коррозионная стойкость 212
 Коррозионный ингибитор 212
 Коррозионный пассиватор 212
 Коррозия 212
 Коррозия-крекинг 212
 Коррозия металлов 212
 Коррозия металлов избирательная 213
 Коррозия металлов межкристаллитная 213
 Коррозия металлов транскристаллитная 213
 Коррозия металлов химическая 213
 Коррозия металлов электрохимическая 214
 Коррозия-питтинг 214
 Котел-утилизатор 214
 Котел чугунный 214
 Котельная 214
 Котельная установка 215
 Котлоагрегат 216
 Котловая вода 217
 Коэффициент воздухообмена 217
 Коэффициент воздухопроницаемости ограждений 217
 Коэффициент избытка воздуха 217
 Коэффициент обеспеченности 217
 Коэффициент облученности 218
 Коэффициент орошения 218
 Коэффициент полезного действия котла 218
 Коэффициент расхода 218
 Коэффициент сопротивления движению аэросмеси 218
 Коэффициент теплопередачи отопительного прибора 218
 Коэффициент теплопоглощения ограждения 219
 Коэффициент теплоусвоения материала 219
 Коэффициент теплоусвоения поверхности ограждения 219
 Коэффициент угловой луча процесса 219
 Коэффициент эффективности 219
 Кран мостовой 219
 Кран смывной 221
 Кратность воздухообмена 221
 Крестовина вентиляционная 221
 Кристаллизация 222

 Лебедка 223
 Локализация холодного тока воздуха 223
 Луч процесса 223
 Лучистое отопление 224
 Лучистый теплообмен 224
 Лучистый теплообмен поверхности 224

 Магистраль системы отопления 225
 Мазут 225
 Мазутное хозяйство 225
 Математическая модель теплового и воздушного режимов здания 226
 Материалопровод 226
 Мельница 226
 Мембранный привод регулирующего органа 227

 Местная вытяжная вентиляция 227
 Местная приточная вентиляция 227
 Местная пылеборочная установка 227
 Местное отопление 228
 Местное воздушное отопление 228
 Местное панельно-лучистое отопление 228
 Местный отсос 228
 Местный тепловой пункт 228
 Метантенк 228
 Метод конечных разностей 230
 Метод электротепловой аналогии 230
 Методы управления микроклиматом в зданиях 231
 Механизмы влагопереноса 231
 Мешалка 232
 Микроклимат помещения 232
 Микроманометр 232
 Микрофильтр 233
 Многозональная система кондиционирования воздуха 233
 Мойка кухонная 233
 Мокрые пылеуловители 234
 Монтаж вентиляционных систем 234
 Мультициклон 235
 Мусоросжигательный завод 235

 Нагрев воздуха 237
 Надежность распределительных систем газоснабжения 237
 Надежность систем теплоснабжения 238
 Направляющий аппарат 240
 Насадок 241
 Насосная повышающая установка 241
 Насосная повышающая установка 241
 Насосная станция 243
 Начальное условие 244
 Незамерзающая влага в материалах 244
 Неизотермическая приточная струя 244
 Нейтрализация и очистка от тяжелых металлов производственных сточных вод 245
 Неподвижные опоры 246
 Непрерывный нагрев (охлаждение) тел 246
 Непроходные каналы тепловых сетей 247
 Нефтеловушка 247
 Нитка 248
 Обязочные газопроводы на котлах и печах 249
 Обдувка котла 249
 Обдувочные аппараты котлов 249
 Обезвоживание осадков природных вод 250
 Обезвоживание осадков сточных вод 250
 Обеззараживание воды озоном 250
 Обеззараживание воды ультрафиолетовыми лучами 251
 Обеззараживание воды хлором 252
 Обеззараживание осадков сточных вод 253
 Обеззараживание природных и сточных вод 254
 Обескремнивание воды 254
 Обеспеченность расчетных условий 255
 Обессоливание воды 255
 Обессоливание воды обратным осмосом 255
 Обмуровка котла 257
 Оборудование газопроводов 258

- Оборудование ионообменных установок 259
 Обработка воздуха 261
 Обработка природного газа 261
 Обратная закачка геотермальной воды 261
 Общий теплообмен в помещении 261
 Общий теплообмен на поверхности в помещении 262
 Объекты управления с распределенными и сосредоточенными параметрами 262
 Огнеупорность 262
 Ограждение с прозрачной теплоизоляцией 262
 Однотрубная система водяного отопления 263
 Озонатор 265
 Окситенк 265
 Опреснение воды 266
 Опреснение воды электродиализом 266
 Опреснение и обессоливание воды дистилляцией 267
 Опрокидывание циркуляции 268
 Организация воздухообмена 269
 Осадки городских и производственных сточных вод 269
 Осадки природных вод 269
 Осветлитель воды 271
 Осветлитель контактный 271
 Осушка воздуха 271
 Осушка воздуха сорбционная 271
 Осушка паропровода 272
 Отверстие приточное аэрационное 272
 Отвод 272
 Отвод продуктов сгорания от газовых приборов 272
 Отделитель 273
 Открытая система теплоснабжения 273
 Относительная влажность воздуха 274
 Относительный потенциал влажности 274
 Отопительная панель 275
 Отопительная печь 276
 Отопительно-вентиляционный агрегат 277
 Отопительные газовые печи 277
 Отопительный агрегат 278
 Отопительный котел 279
 Отопительный прибор 279
 Отопительный сезон 280
 Отопление 280
 Отсос воздуха боковой 281
 Отсос воздуха бортовой 281
 Отсос воздуха витринный 282
 Отсос воздуха кольцевой 282
 Отстаивание воды 283
 Отстойник 283
 Отстойник вертикальный 283
 Отстойник горизонтальный 284
 Отстойник радиальный 285
 Отстойник с вращающимся устройством для распределения и сбора воды 286
 Отстойник тонкослойный 287
 Отступка 288
 Охлаждающий пруд 288
 Охлаждение воздуха 288
 Охлаждение воздуха сухое 289
 Очистка воздуха абсорбционная 289
 Очистка газов и воздуха каталитическая 289
 Очистка газов и воздуха конденсационными методами 289
 Очистка глубокая сточных вод малых населенных пунктов 289
 Очистка и обессоливание сточных вод ионным обменом 290
 Очистка подземных вод от соединений азота 292
 Очистка природных вод и водоподготовка 292
 Очистка производственных сточных вод озонированием 294
 Очистка производственных сточных вод пероксидом водорода 295
 Очистка сточных вод 296
 Очистка сточных вод в районах с суровым климатом 297
 Очистка сточных вод гальванических производств 298
 Очистка сточных вод индивидуальных домов 299
 Очистка сточных вод кислородом 299
 Очистка сточных вод малых населенных пунктов 300
 Очистка сточных вод объектов с кратковременным пребыванием людей 301
 Очистка сточных вод от соединений азота 301
 Очистка сточных вод с активным илом 303
 Панель инфракрасного излучения 304
 Панель равномерного всасывания воздуха 304
 Панельно-лучистое отопление 304
 Пар 305
 Пар водяной 305
 Пар вторичного вскипания 305
 Параметры наружного климата 305
 Паровая система теплоснабжения 306
 Пароводяная смесь 307
 Пароводяной подогреватель 307
 Паровое отопление 308
 Паровой котел 310
 Паровой насос 311
 Пароизоляция 311
 Парообеспыливание оборудования 311
 Пароохладитель 312
 Пароперегреватель 312
 Паропровод 313
 Паропроницаемость 313
 Пассивная система солнечного отопления 313
 Патрубок для раздачи воздуха 314
 Пельтье эффект 314
 Пенообеспыливание оборудования 314
 Перевал 315
 Передача клиноременная 315
 Перекрыша печи 315
 Перетекание воздуха 315
 Переходные процессы теплопередачи 315
 Периодический процесс нестационарной теплопередачи 317
 Песколовка 317
 Печное отопление 318
 Пиролиз осадков 319
 Писсуар 319
 Питатель пыли 320
 Питательная вода 320
 Питательный насос 320

- Пито трубка 321
 Плавление 321
 Плафон для раздачи воздуха 321
 Плоская приточная струя 321
 Плоскопламенная горелка 321
 Плотина 322
 Пневматический транспорт 323
 Пневмозолоудаление 325
 Пневмотранспорт 325
 Пневмотранспорт твердых бытовых отходов 325
 Погрузчик 326
 Подающие линии систем горячего водоснабжения 327
 Подвертка печи 328
 Подвижные опоры 328
 Подводка к отопительному прибору 328
 Подготовка осадков сточных вод 328
 Поддон 329
 Поддон душевой 329
 Поддувало печи 329
 Подземный резервуар 329
 Подовая горелка 330
 Подпиточное устройство тепловых сетей 330
 Подпиточный насос 331
 Подпорная шайба 331
 Подъемно-транспортные машины 331
 Показатель теплопоглощения помещения 331
 Показатель теплоусвоения помещения 332
 Поливалентные и гибридные системы 332
 Политропный процесс 332
 Полотенцесушитель 332
 Полуограниченная приточная струя 333
 Потенциал влажности 333
 Поток полной теплоты 334
 Поток явной теплоты 334
 Предельно допустимые концентрации (ПДК) 334
 Преобразователь первичный 334
 Прерывистая теплоподача 334
 Приборный узел системы отопления 334
 Приборы динамического отопления 335
 Приборы санитарно-технические 335
 Принцип суперпозиции 335
 Присоединение газопроводов к действующим сетям 336
 Приточная вентиляционная установка 336
 Приточная струя 337
 Проводимость элемента системы отопления 337
 Продольный профиль тепловой сети 338
 Продувка котла 338
 Проектирование систем центрального отопления 338
 Производственное помещение 338
 Пролетный пар 338
 Промышленная система газоснабжения 338
 Противопожарные требования к вентиляционным системам 339
 Прямоточная система кондиционирования воздуха 340
 Пульпонасос 340
 Пульпопровод 340
 Пункт сброса отработавшей геотермальной воды 340
 Пылевой режим помещения 340
 Пылеосадительная камера 341
 Пылеприготовление топлива 341
 Пылеугольная топка 342
 Пылеуловитель 342
 Пылеуловитель вихревой 342
 Пылеуловитель инерционный 343
 Пылеуловитель ротационный 343
 Пыль 343
 Рабочая зона 344
 Рабочее место 344
 Радиатор 344
 Радиатор панельный 345
 Радиатор секционный 345
 Радиационная температура помещения 346
 Разгрузочная машина МВС-4М 346
 Разделка у дымовой трубы 346
 Разрегулирование системы отопления 346
 Раковина 346
 Расход воды в тепловых сетях закрытых систем теплоснабжения 346
 Расход воды в тепловых сетях открытых систем теплоснабжения 347
 Расход теплоносителя в системе отопления 347
 Расход теплоты в системах теплоснабжения 347
 Расходная концентрация аэроаэрозолей 348
 Расчет газовой горелки 348
 Расчет переменных режимов водоподогревателей 350
 Расчетное циркуляционное давление 350
 Расчетный дебит (расход) геотермального теплоносителя 350
 Расчетный расход газа 351
 Ребристая труба 351
 Регенеративный теплоутилизатор 352
 Регенератор активного ила 352
 Регенерационные растворы ионообменных установок 352
 Регенерация ионообменных смол 353
 Регенерация коагулянтов 354
 Регенерация сорбентов 354
 Регистр 355
 Регулирование вентилятора 355
 Регулирование системы воздушного отопления 356
 Регулирование системы кондиционирования воздуха 356
 Регулирование системы отопления 357
 Регулирование теплоотдачи отопительного прибора 357
 Регулируемый элеватор 357
 Регулируемый электропривод насосов 358
 Регулирующее устройство 360
 Регулирующий клапан 360
 Регулирующий клапан смешения 360
 Регулирующий орган 361
 Регулярный режим 361
 Регулятор давления газа 361
 Регуляторы давления и расхода 363
 Регулятор температуры 364
 Регулятор уровня жидкости 365
 Редуктор 365
 Редукционно-охладительная установка 365
 Редуцирование 365
 Режим потребления газа 365

- Режим работы системы кондиционирования микроклимата 366
 Рекуперативный теплоутилизатор 367
 Респонс-фактор 367
 Рециркуляционный воздухонагреватель 368
 Рециркуляция 368
 Решетка 368
 Рыбозащитные устройства 369
 Рыбопропускные сооружения 370
- Санитарно-защитная зона 372
 Санитарно-технические кабины 372
 Сатуратор 372
 Сборные станции типа "Ручей" 372
 Сбраживание осадков 373
 Свободная приточная струя 373
 Сгущение осадков 374
 Секция радиатора 374
 Сепаратор 374
 Сепарация пара 374
 Сепаратор пыли 374
 Септик 375
 Сжигание осадков 375
 Сжиженные углеводородные газы 376
 Система аспирации 376
 Система водоснабжения 376
 Система горячего водоснабжения 377
 Система канализации 378
 Система кондиционирования воздуха 379
 Система кондиционирования воздуха с политропным охлаждением 379
 Система кондиционирования микроклимата 379
 Система отопления 379
 Система снабжения сжиженными углеводородными газами 380
 Система теплоснабжения 380
 Система холодоснабжения кондиционера 381
 Сито барабанное 381
 Скважина 381
 Сквозное проветривание помещений 382
 Складирование осадков сточных вод 382
 Скоба 382
 Скорость веяния 382
 Скорость витания 382
 Скорость трогания 382
 Скруббер 382
 Скруббер Вентури 382
 Скруббер насадочный 383
 Скруббер полый 383
 Скруббер тарельчатый 383
 Скруббер ударно-инерционный 384
 Скруббер центробежный 384
 Слабонейзотермическая приточная струя 384
 Слоевая топка 384
 Слой резких колебаний 385
 Смеситель реагентов 385
 Смесительная установка системы отопления 386
 Смесительный насос 387
 Смешение воздуха 387
 Соединительная часть к стальным трубам 387
- Солемер 388
 Солнечная водонагревательная установка 388
 Солнечное отопление 388
 Солнечно-теплонасосная система отопления 389
 Солнечный дом 389
 Сопротивление ограждения воздухопроницанию 389
 Сопротивление паропроницанию 390
 Сорбенты 390
 Сорбционная очистка воды 390
 Сорбция и десорбция водяного пара материалами 391
 Сосредоточенная приточная струя 392
 Способы гидравлического расчета систем отопления 392
 Стабилизация воды 393
 Стесненная приточная струя 394
 Стояк системы отопления 394
 Строительная теплофизика 395
 Струйный насос 395
 Ступенчатое испарение 396
 Сухие механические пылеуловители 396
 Сцепка отопительных приборов 396
- Таль 397
 Твердое топливо 398
 Твердые бытовые отходы 399
 Телеконтроль и телеуправление теплоснабжением 399
 Телемеханизация систем газоснабжения 399
 Температура мокрого термометра 400
 Температура плавления 400
 Температура помещения 400
 Температура сбросной геотермальной воды 400
 Температура теплоносителя в системе отопления 400
 Теория теплоустойчивости 400
 Теплоаккумулирующая стена 401
 Теплоаккумулирующее ограждение 401
 Тепловая (температурная) волна 401
 Тепловая изоляция воздуховода 402
 Тепловая инерция ограждения 402
 Тепловая инерция помещения 402
 Тепловая мощность системы отопления 402
 Тепловая нагрузка 402
 Тепловая обработка осадков 402
 Тепловая сеть 403
 Тепловая труба 404
 Тепловая устойчивость системы отопления 404
 Тепловая характеристика здания 405
 Тепловлажностное состояние воздуха 405
 Тепловое излучение поверхности 405
 Тепловой баланс воздуха помещения 405
 Тепловой баланс котлоагрегата 406
 Тепловой насос 406
 Тепловой пункт 407
 Тепловой пункт открытой системы теплоснабжения 409
 Тепловой расчет системы отопления 410
 Тепловой расчет схем тепловых пунктов 410
 Тепловой режим здания 412
 Тепловые установки на биотопливе 413
 Теплозащитные свойства ограждения 414
 Теплоизбытки помещения 415
 Теплоизоляционные материалы 415

- Теплоизоляционные работы 416
 Теплоизоляция 416
 Тепломассообменный аппарат 416
 Теплонапряженность помещения 416
 Теплонасосная установка 416
 Теплоноситель 417
 Теплообмен 417
 Теплообменный аппарат 417
 Теплоотдача 417
 Теплопередача 417
 Теплопередача нестационарная 417
 Теплопередача стационарная 418
 Теплопотери помещения 419
 Теплопровод 419
 Теплопровод системы отопления 421
 Теплопроводности уравнение 421
 Теплопроводность 421
 Теплоснабжение 422
 Теплосчетчик 422
 Теплота 422
 Теплота плавления 422
 Теплота сгорания 422
 Теплоустойчивость материала 422
 Теплоустойчивость ограждения 422
 Теплоустойчивость помещения 423
 Теплоутилизатор с промежуточным теплоносителем 424
 Теплофизические характеристики материалов 424
 Теплофикационный котел 425
 Теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) 425
 Термическая нейтрализация вредных примесей 426
 Термическая сушка осадков 426
 Термовлагопроводность 427
 Термоводозабор 428
 Термодинамическая обработка воздуха 428
 Термостат 428
 Техника безопасности при эксплуатации газовых сетей 428
 Тиристорное управление 428
 Топка 428
 Топка мазутная 429
 Топливник печи 429
 Топливное хозяйство 429
 Топливо 430
 Топливоподача 430
 Торф 430
 Точка росы 430
 Транспортная скорость смеси 430
 Трап 430
 Трасса газопровода 431
 Трассировка тепловых сетей 431
 Тройник вентиляционный 431
 Труба отопительная 432
 Трубопровод 432
 Трубопроводы пневм. : порта 432
 Трубы 432
 Трубы и фасонные части канализационные безнапорные 433
 Тумано- и брызгоуловители 434
 Туманы 434
 Туннель 434
 ТЭН 434
 ТЭЦ 434
 Тяга естественная 434
 Тягодутьевое устройство 434
 Тягопрерыватель 435
 Увлажнение воздуха адиабатное 436
 Увлажнение воздуха паром 436
 Удаление из воды железа 436
 Удаление из воды марганца 439
 Удаление из воды метана 440
 Удаление из воды сероводорода 440
 Удаление из сточных вод тяжелых металлов ионным обменом 441
 Удаление из сточных вод фенолов (карбоновой к-ты) ионным обменом 442
 Удаление из сточных вод хроматов ионным обменом 442
 Удаление из сточных вод цианидов ионным обменом 443
 Удаление ила и осадка из очистных сооружений 443
 Удаление ила из вторичных отстойников 444
 Удаление ила из первичных отстойников 445
 Удаление осадка из песколовков 445
 Удельная отопительная характеристика зданий 445
 Удельная теплота сгорания 446
 Удельное сопротивление фильтрации осадков 446
 Указатель уровня конденсата 446
 Уклон теплопровода 446
 Укрытие кожуховое 447
 Улавливание частиц воздуха или газов 447
 Ультрафильтрация 447
 Умывальник 448
 Умягчение воды катионированием 448
 Умягчение воды реагентами 449
 Унитаз 450
 Уплотнение осадков природных вод 450
 Уплотнение осадков сточных вод 451
 Управление тепловым и воздушным режимами здания 452
 Упругость водяного пара 452
 Условное топливо 452
 Установка для получения газоздушных смесей 452
 Установка заводского изготовления для очистки сточных вод 453
 Установка кондиционирования воздуха 453
 Установка типа БИО 453
 Установка типа Биокомпакт 453
 Установка типа "Кристалл" 454
 Установка типа КУ 454
 Установка типа КУТМ 455
 Установка типа УКО 455
 Установка типа УТК №15-15 456
 Утилизация осадков сточных вод 456
 Утилизация теплоты вытяжного воздуха 456
 Утка 457
 Факельная топка 458
 Фасонная часть воздухопровода 458
 Фильтр 458

- Фильтр водяной 458
Фильтр воздушный 458
Фильтр контактный 459
Фильтр намывной 459
Фильтр песчано-гравийный 460
Фильтр-прессование осадков 460
Фильтр регулятора давления газа 462
Фильтр с зернистой загрузкой 462
Фильтр тонкой очистки воздуха 465
Фильтр тканевый 465
Фильтрующая траншея 465
Фильтрующий колодец 465
Флокулянты 466
Флокуляция 467
Флотация природных и сточных вод 467
Флотокамера 467
Флотореагенты 468
Фонарь аэрационный 469
Фонтанчик питьевой 469
Формы связи влаги 469
Форсунка 470
Фторирование воды 471
Фундамент печи 471
Футеровка 471
- Характеристика гидравлического сопротивления 472
Хладагент 472
Холодильная машина 472
Холодильные аппараты термоэлектрические 472
Холодильные станции 472
Холодильные установки 472
Холодильный агент 472
- Централизованная система горячего водоснабжения 473
Централизованные системы теплоснабжения 474
Центральная пылеборочная установка 475
Центральное воздушное отопление 477
Центральное отопление 478
Центральное панельно-лучистое отопление 478
Центрально-местная система кондиционирования воздуха 478
Центральный тепловой пункт (ЦТП) 479
Центрифугирование осадков 479
Циклон 479
Циклонная топка 480
Циркуляционные линии 480
Циркуляционные окислительные каналы 481
Циркуляционный насос 482
Циркуляция воды в котле 482
Частные потенциалы влажности 483
Чаша туалетная 483
- Шапцы 484
Шахта вытяжная 484
Шахтно-мельничная топка 484
Шибер 484
- Шлак топливный 484
Шлакование топок 484
Шлакоудаление 484
Шлам 484
Штыб 485
Шумоглушитель 485
Шумопоглощение в системах вентиляции 485
- Эжектор 487
Эжекционная горелка 487
Эквивалентный диаметр воздуховода 489
Эквивалентный диаметр транспортируемой частицы материала 489
Экономайзер 489
Экономическая эффективность автоматизации теплоснабжения 489
Эксгаустер 489
Эксплуатационная влажность 489
Эксплуатация газовых сетей 490
Эксплуатация газоиспользующих агрегатов 490
Эксплуатация систем теплоснабжения 491
Эксплуатация средств автоматизации 491
Эксфильтрация воздуха через ограждения 492
Элеватор 492
Электрическая защита газопроводов от коррозии 492
Электрическое отопление 493
Электроаккумуляционное отопление 493
Электроводяное отопление 493
Электровоздушное отопление 493
Электрокалорифер 493
Электрокамин 494
Электрокоагуляция 494
Электроконвектор 494
Электрокотел 494
Электронные автоматические регуляторы 495
Электрообеспыливание оборудования 496
Электрообой 496
Электропанель с греющим кабелем 496
Электропечь (ПЭТ) 496
Электроприбор отопительный 496
Электрорадиатор 497
Электротеплоаккумулирующая печь 497
Электротепловентилятор 497
Электротеплонасосное отопление 497
Электрофильтр 497
Электрохимическая очистка производственных сточных вод 498
Энергетический потенциал веществ 499
Энерготехнологическая переработка низкосортного топлива 499
Энтальпия влажного воздуха 499
Эпюра циркуляционного давления 499
Эпюры избыточного давления воздуха на поверхность ограждения 500
Эффективность системы кондиционирования микроклимата 500

Справочное издание

Инженерное оборудование зданий и сооружений. Энциклопедия

Временный творческий коллектив по подготовке к изданию энциклопедии по инженерному оборудованию

Касаткин В.А.	— руководитель творческого коллектива
Аксенова Н.Н.	— техническое редактирование на ПЭВМ
Беликова Е.Н.	— набор на ПЭВМ
Волкова Е.В.	— инженер-экономист
Горькова Т.А.	— руководство редакционной подготовкой энциклопедии
Жигачева Г.А.	— зам. руководителя творческого коллектива
Кадиев Р.И.	— материально-техническое обеспечение
Кан Т.М.	— руководство подготовкой РОМ
Карамнова М.В.	— графическое оформление
Лаврентьева Р.Я.	— техническое редактирование на ПЭВМ
Лосева Н.В.	— вычитка, набор на ПЭВМ
Маркина М.Х.	— обеспечение полиграфического исполнения
Ненарокова Е.Н.	— техническое редактирование на ПЭВМ
Николаева Л.Г.	— обеспечение изготовления РОМ, набор на ПЭВМ
Погудина С.И.	— издательское редактирование
Салегина Н.В.	— ксерокопирование
Смыков С.И.	— обеспечение работы электронной техники
Сысоев В.П.	— художественно-графическое оформление
Тотмина Е.Б.	— корректура
Федосеева О.И.	— руководство редакционной подготовкой энциклопедии
Цветкова Н.Е.	— техническое редактирование на ПЭВМ
Шатерникова Н.А.	— корректура
Ярославцева А.Т.	— программное обеспечение

Оригинал-макет подготовлен на ЭВМ в издательстве

Лицензия № 020441 от 28.02.92

ИБ № 5829

Подписано в печать 25.03.94. Формат 84x108 1/16 Бумага офсетная
Печать офсетная Гарнитура Dutch Усл. печ. л. 53,76 Уч.-изд. л. 82,30
Тираж 5 000 экз. Изд. № АХ-3852 Заказ № 4724

Стройиздат, 101442 Москва, Долгоруковская, 23а

Полиграфическая фирма "Красный пролетарий" 103473, г. Москва,
ул. Краснопролетарская, 16

Издательство "СТРОЙИЗДАТ"
представляет серию
"РУССКОЕ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЕ ИСКУССТВО"
(в шести книгах)

Древнерусское градостроительство X-XV веков
Градостроительство Московского государства XVI-XVII веков
Петербург и новые российские города
Москва и сложившиеся русские города
Города Российской Империи второй половины XIX века
Русские города начала XX века.

Авторы серии - известные отечественные ученые: историки, археологи, искусствоведы, архитекторы - создали поистине уникальный труд, собравший в единое целое результаты фундаментальных исследований истории русской градостроительной культуры.

Уже увидел свет первый том - "Древнерусское градостроительство X-XV веков" (392 стр.). Это издание впервые представляет масштабную картину взаимопроникновения культуры и истории России, запечатленную в особенностях возведения городов расцвета Киевского государства (X-начала XII века), периода феодальной раздробленности (XII-XV вв.), становления Московского централизованного государства (конец XV в.). Богатейший видовой ряд книги знакомит читателя с основой застройки величественного Киева, Новгорода, Владимира, Суздаля и других древних городов могущественной Киевской Руси - с часовнями, церквями, храмами, скитами и монастырями.

Недавно вышел из печати и второй том - "Градостроительство Московского государства XVI-XVII веков." (317 стр.), рассказывающий о крепостном строительстве, композиционной застройке русских городов периода становления династии Романовых, расцвета Московского государства и освоения Западной и Восточной Сибири (XV-начала XVII вв.). Развитие столицы, центров православия, торговых, ремесленных и промысловых городов, строительство городов на Среднем и Нижнем Поволжье, на Урале и Приуралье, в Сибири, городов-крепостей по засечным чертам в центральной части Московской Руси авторы рассматривают как неотъемлемую и основную часть истории и культуры России. Значение этих эпох в развитии нашей страны трудно переоценить.

Совсем скоро читатели познакомятся и с третьим томом - "Петербург и новые российские города". Историю Российской Империи авторы прослеживают в градостроительной традиции новых, закладываемых на присоединяемых землях городов, русских регулярных городов - городов-крепостей, городов-портов, городов-заводов. Центром и образцом стал для них величественный Санкт-Петербург, облик которого явился результатом сочетания самобытных традиционалистских русских и передовых западноевропейских градостроительных тенденций. Именно ему отведено центральное место третьего тома.

Несомненный интерес вызовет четвертый том, повествующий о Москве и сложившихся русских городах конца XVIII - второй половины XIX века. Рассказ о значительном обновлении, особенно после пожара 1812 года, древней столицы дополняется подробным описанием реконструкции и перепланирования старинных русских городов, структура которых совершенствовалась в соответствии с социальными и экономическими изменениями в Российском обществе.

По мере выпуска в свет, эти и все последующие книги серии "Русское градостроительное искусство" можно приобрести непосредственно в самом издательстве,
в отделе Маркетинга по адресу:

101442 Москва, Долгоруковская ул., 23-а (ст.м.Новослободская);
тел. 258-62-55; факс 258-79-00.

А также в фирменном магазине Стройиздата - в "Книжной лавке архитектора"
на улице Рождественка, 11 (ст.м. Кузнецкий Мост).