

**ИНЖЕНЕРНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ
ЗДАНИЙ И
СООРУЖЕНИЙ**

ЭНЦИКЛОПЕДИЯ



UTILITIES IN BUILDINGS AND STRUCTURES

ENCYCLOPAEDIA

Editorial Board

S.V. Yakovlev

(Head of the Board, Academician of the Russian Academy of Sciences),

V.N. Bogoslovsky, Doctor of Technical Sciences,

V.A. Gladkov (Secretary in Charge, Doctor of Technical Sciences),

A.A. Ionin, Doctor of Technical Sciences,

V.G. Nemzer, Bachelor of Technical Sciences,

A.N. Scanavi, Bachelor of Technical Sciences,

V.P. Titov, Doctor of Technical Sciences

Moscow Stroyizdat 1994

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

Редакционная коллегия

С.В. Яковлев

(главный редактор, академик Российской академии наук),

В.Н. Богословский, д-р техн. наук,

В.А. Гладнов (ответственный секретарь, д-р техн. наук),

А.А. Ионин, д-р техн. наук,

В.Г. Немзер, канд. техн. наук,

А.Н. Сканава, канд. техн. наук,

В.П. Титов, д-р техн. наук

Москва Стройиздат 1994

ББК 38.76я2
И62
УДК696/697(032)

Федеральная целевая программа книгоиздания России

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

38.76я2

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

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

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

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

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

ISBN 5-274-02094-1

© Стройиздат, 1994

ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА

Энциклопедия "Инженерное оборудование зданий и сооружений" — научно-справочное издание, предназначенное для специалистов различных областей строительства и архитектуры и тех, кто стремится расширить и углубить свои знания в этом направлении. В ней впервые предпринята попытка собрать и систематизировать широкий круг вопросов строительного комплекса и смежных с ним отраслей.

Исходя из основной цели издания в Энциклопедии объяснены понятия и термины важнейших технологических процессов, сооружений, устройств и механизмов. Понятия и термины охватывают такие области строительства, как водоснабжение и канализация, вентиляция, пневматический транспорт и кондиционирование воздуха, тепло- и газоснабжение, теплогенерирующие установки, отопление, санитарно-техническое оборудование зданий, строительная теплофизика. Каждая статья содержит определение понятия или термина (дефиницию), в ряде случаев включает этимологическую справку, краткое описание технологического процесса, сооружения, механизма, прибора, аппарата, их назначение или область применения.

КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЕЙ "ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ"

Статьи в Энциклопедии расположены в алфавитном порядке. Если название статьи (оно набрано жирным прописным шрифтом) имеет несколько значений, то все они объединены в этой статье с пояснениями, к какому разделу строительного дела имеет отношение данное толкование термина. Если кроме основного термина, набранного жирным прописным шрифтом, дано другое слово в разрядку, это означает, что наряду с основным термином существует его синоним, менее распространенный в научно-технической литературе (например, **БАТАРЕЙНЫЙ ЦИКЛОН**, му л ь т и ц и к л о н).

Название статьи состоит, как правило, из двух и более слов, принятых в научно-технической литературе. Там, где возможно, на первое место выносятся главные по смыслу слово (например, **РАДИАТОР ОТОПИТЕЛЬНЫЙ**). Если прилагательное и существительное образуют единое понятие, статью надо искать на прилагательное (например, **БАГЕРНЫЙ НАСОС**). В тех случаях, когда название статьи включает в себя имя собственное, оно ставится на первое место (например, **ПИТО ТРУБКА**). Там, где это позволяет принятая научная терминология, названия статей даны в единственном числе.

Термины в названиях статей, заимствованные из других языков, снабжены этимологическими справками, поясняющими, от какого (каких) иностранного слова (слов) произошел термин. Слова эти приводятся в латинской графике, в том числе и греческие. Например, **ЭЖЕКТОР** (франц. *ejecteur* — выбрасывать). Если языки, из которых заимствованы слова, не пользуются латинской графикой, они передаются русским шрифтом по правилам транскрипции.

В небольшой статье невозможно достаточно полно изложить все относящиеся к ее теме вопросы, поэтому в Энциклопедии широко используется система ссылок на другие статьи, в которых эти вопросы освещаются дополнительно или затрагиваются. Ссылка на другую статью выделяется курсивом.

Для облегчения поиска рисунка к конкретной статье в подрисуночной подписи название статьи выделяется курсивом (например, Схемы воздухораспределителей... к статье **ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ**).

Единицы величин в Энциклопедии даны в соответствии с Международной системой единиц (СИ).

Для экономии места в Энциклопедии применена система сокращений (см Сокращения и условные обозначения). Повторяющиеся в тексте статьи слова, составляющие ее название, обозначаются начальными буквами (например, в статье **БАЙПАСНАЯ ПАНЕЛЬ** — Б.п., в статье **ДИСПЕТЧЕРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕМ** — Д.у.т.).

СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

абс. — абсолютный
 АКХ — Академия коммунального хозяйства
 АН — Академия наук
 АНХ — Академия наук народного хозяйства
 АСТ — автономная станция теплоснабжения
 АСУ — автоматизированная система управления
 атм. — атмосфера, атмосферный
 АТЭЦ — автономная теплоэлектроцентраль
 АЭС — атомная электростанция
 БПК — биологическая потребность в кислороде
 б.ч. — большая (ей) часть (ью)
 В — вольт
 в-во — вещество
 вкл. — включительно
 внешн. — внешний
 внутр. — внутренний
 вод.ст. — водяной столб
 Вт — ватт
 в т.ч. — в том числе
 Г — гига (приставка, означающая 10^9)
 г — грамм
 г. — город
 газообр. — газообразный
 ген. — генеральный
 гл. — главный
 гл.обр. — главным образом
 гор. — городской
 гос-во — государство
 ГРЭС — государственная районная электростанция
 ГЭС — гидроэлектростанция
 др. — другой (ая,ое)
 Дж — джоуль
 ед. — единица
 жил. — жилищный
 ж.д. — железная дорога
 ж.-д. — железнодорожный
 з-д — завод
 значит. — значительно
 изб. — избыточный
 инж. — инженер, инженерный
 ин-т — институт
 искл. — исключительно
 к — кило (приставка, означающая 10^3)
 кам. — каменный
 кам.-уг. — каменноугольный
 кв. — квадратный
 кг — килограмм
 к.-л. — какой (ая,ое)-либо

кол-во — количество
 к.-н. — какой (ая,ое)-нибудь
 кпл — коэффициент полезного действия
 к-рый — который
 к-та — кислота
 коэфф. — коэффициент
 КС — конденсационная станция
 л — литр
 М — мега (приставка, означающая 10^6)
 м — милли (приставка, означающая 10^{-3})
 ММ — молекулярная масса
 макс. — максимум, максимально (ый)
 мин — минута
 мн. — многие
 Н — ньютон
 наз. — называется, называемый
 назв. — название
 напр. — например
 нар.х-во — народное хозяйство
 нар.-хоз. — народнохозяйственный
 нач. — начало
 НПО — научно-производственное объединение
 насел. — населенный
 наст. — настоящий
 нек-рый — некоторый
 неск. — несколько
 н.-и. — научно-исследовательский
 н.э. — нашей эры
 об/мин — оборотов в минуту
 ок. — около
 орг-ция — организация
 осн. — основной
 отд. — отдельно (ый)
 Па — паскаль
 ПАВ — поверхностно-активное вещество
 п.г.т — поселок городского типа
 ПДВ — предельно допустимый выброс
 ПДК — предельно допустимая концентрация
 ПДС — предельно допустимый сброс
 пл. — площадь
 ПО — производственное объединение
 пос. — поселок
 пр. — прочий (ие)
 произ-сть — производительность
 произ-во — производство
 пром. — промышленный
 пром-сть — промышленность
 рад. — радиан
 разл. — различный
 р-н — район
 росс. — российский
 рт.ст. — ртутный столб
 с — секунда

сан. — санитарный
 сан.-тех. — санитарно-технический
 САУ — система автоматического управления
 св. — свыше
 сев. — северный
 с.-х. — сельскохозяйственный
 с.х-во — сельское хозяйство
 след. — следующий
 СПАВ — синтетическое поверхностно активное вещество
 спец. — специально (ый)
 стр-во — строительство
 сут — сутки
 т — тонна
 табл. — таблица
 т.к. — так как
 т.н. — так называемый
 т.о. — таким образом
 темп-ра — температура
 ТЭС — теплоэлектростанция
 ТЭЦ — теплоэлектроцентраль
 тыс. — тысяча
 уд. — удельный
 ур-ние — уравнение
 физ. — физический
 физ.-хим. — физико-химический (ое)
 ф-ла — формула
 ф-ция — функция
 хар-ка — характеристика
 хим. — химический
 хоз. — хозяйственный
 х-во — хозяйство
 ХПК — химическая потребность в кислороде
 центр. — центральный
 ч — час
 чугу. — чугунный
 ЭВМ — электронно-вычислительная машина
 эдс — электродвижущая сила
 юж. — южный

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

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

А

АБОНЕНТСКИЙ ВВОД — комплекс оборудования, с помощью которого системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха здания присоединяются к тепловым сетям. А.в. заканчиваются тепловые сети системы теплоснабжения и начинаются местные системы зданий. В зависимости от способа присоединения контакт между этими системами может проявляться: в едином гидравлич. режиме при определяющем значении режима тепловых сетей; в трансформации темп-ных потенциалов для снижения темп-ры местных систем; в снижении влияния режима давлений в тепловых сетях на давления в местных системах. По иерархии тепловые сети систем теплоснабжения выше местных систем и определяют способ присоединения. Способ выбирают таким образом, чтобы выполнялись требования к местным системам по гидравлич. и тепловым режимам и условиям прочности оборудования. Поскольку гидравлич. и тепловые режимы систем теплоснабжения и местных взаимосвязаны и в источнике теплоты поддерживаются давления и темп-ры, удовлетворяющие большинству местных систем, при выборе схемы А.в. и способа присоединения местных систем параметры последних и тепловых сетей должны быть согласованы, в противном случае гидравлич. связь между ними в месте присоединения должна быть разорвана. Наиболее распространенный способ присоединения — элеваторный. При нем задвижки на входе в А в отделяют местную систему от тепловой сети, а после грязевика — элеваторный узел от системы отопления здания. Наличие за-

движек позволяет производить отд. гидравлич. испытания ответвления тепловой сети, А.в. или системы отопления, облегчает ремонт элементов узла. Первый грязевик предотвращает проникновение механич. частиц, земли и песка, попавших в тепловую сеть и систему отопления, второй — защищает от мусора простой в эксплуатации горячеводный водомер, к-рый для малых тепловых пунктов предпочтительнее расходомеров. Водомер позволяет контролировать расход сетевой воды и обеспечивает его регулирование.

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

трубах перед элеватором) не должен быть менее 15 м.

Одним из видов зависимого присоединения является присоединение систем отопления с помощью смесительных насосов, к-рые применяют, если располагаемый напор мал и нельзя установить элеватор. Требования к давлению в обратной линии такие же, как и при использовании элеватора. Обычно смесит. насос располагают на перемычке между подающей и обратной линиями. Через него проходит под-

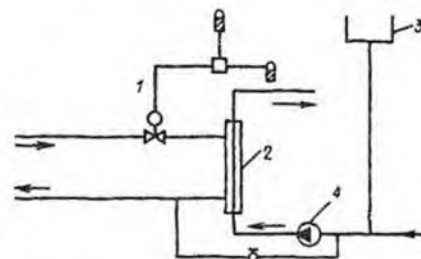


Схема независимого присоединения системы отопления к тепловой сети

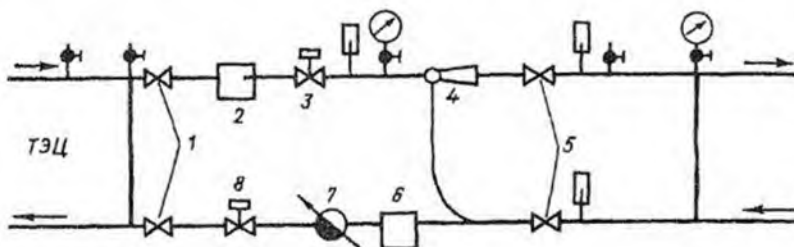
1 — регулятор расхода, 2 — регулятор давления, 3 — расширительный бак, 4 — циркуляционный насос

мешиваемое кол-во охлад. воды из обратной линии. Создаваемый смесит. насосом напор соответствует циркуляц. напору в системе отопления. Если давление в подающей трубопроводе выше необходимого, его снижают, дросселируя на клапане регулятора давления. При достаточной стабильности давления регулятор можно заменить дросселирующей шайбой. Для повышения давления в подающей линии теплового пункта и заполнения водой системы отопления высокого здания смесит. насос можно установить на подающей линии после перемычки. Это позволяет также получить дополнит. разность давлений, необходимую для циркуляции воды в системе отопления при малом располагаемом напоре на вводе. В этом случае смесит. насос выполняет и смесит., и повысительные функции. Через него проходит весь расход, отчего мощность насоса повышается. В случае установки смесит. насоса на обратной линии системы отопления можно понизить в ней давление при высоком давлении в обратном трубопроводе внеш. тепловой сети. Однако в этом случае при остановке смесит. насоса давление в местной системе будет повышаться, и нельзя допустить, чтобы оно превысило предельное значение. В данной ситуации надежнее независимое присоединение.

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

Схема элеваторного узла

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



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

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

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

АБСОРБЕНТЫ И АДСОРБЕНТЫ — жидкие и твердые в-ва, используемые в аппаратах для термодинамич. обработки приточного воздуха и для очистки от вредных газообразных примесей вытяжного воздуха. В *системах кондиционирования воздуха* в качестве жидких сорбентов используют р-ры солей, среди к-рых наибольшее распространение получил раствор хлористого лития. При одной и

той же темп-ре над поверхностью раствора парциальное давление (упругость) водяного пара ниже, чем над поверхностью чистой воды. Изменяя концентрацию р-ра и его темп-ру, можно обеспечить практически любой процесс обработки воздуха (см. *Политропный процесс изменения состояния воздуха*).

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

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

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

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

АВАРИЙНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ СЛУЖБА СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ — подразделение эксплуат. предприятия, занимающееся аварийно-восстановит. работами, к-рые включают обнаружение, локализацию и ликвидацию аварий на *тепловых сетях*. А.-в.с.с.т. выполняет эти работы совместно с персоналом сетевого р-на при содействии

диспетчера центр. диспетчерского пункта (см. *Эксплуатация систем теплоснабжения*). Для выполнения указ. работ А.-в.с.с.т. должна быть оснащена транспортом, экскаватором, бульдозерами, сварочными агрегатами, передвижными компрессорами, насосами и вентиляторами. В составе А.-в.с.с.т. 2 группы: оперативно-выездная и подготовительно-ремонтная. Последовательность проведения аварийно-восстановит. работ: 1) обнаружение и локализация поврежд. участка, наличие к-рого определяют по резкому возрастанию подпитки и увеличению расхода воды на одной из магистралей, отключаемой диспетчером. Оперативная группа А.-в.с.с.т. устанавливает на месте поврежд. участок, в частности с помощью теческаателей, и отключает его от остальной сети секционирующими задвижками; восстанавливает норм. режим работы неповрежд. участков магистрали путем открытия головных задвижек; ликвидирует повреждение и заменяет поврежд. участок новым; включает участок и восстанавливает теплоснабжение потребителей.

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

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

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

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

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

Качественный контроль процесса и оптим. управление им могут быть обеспечены при измерении таких параметров, как степень токсичности сточной воды для микроорганизмов активного ила, интенсивность биоокисления, БПК поступающей и очищенной воды, активность ила и др., к-рые нельзя определить непосредств. измерением. Указ. параметры могут быть определены путем расчета на основании измерения скорости потребления кислорода в технологич. емкостях малого объема со спец. режимом нагрузки. Скорость потребления кислорода определяют по времени снижения концентрации растворенного кислорода от макс. до миним. заданных значений при отключ. аэрации или по уменьшению концентрации растворенного кислорода за заданное время в тех же условиях. Измерение производят в установке циклич. действия, состоящей из технологич. блока и микропроцессорного контроллера, управляющего узлами измерителя и вычисляющего скорость потребления кислорода. Время одного цикла измерения составляет 10—20 мин в зависимости от скорости. Технологич. блок может устанавливаться на мостике обслуживания аэротенка или аэробного стабилизатора. Конструкция обеспечивает работу измерителя на открытом воздухе в зимнее время. Скорость потребления кислорода может определяться непрерывно в реакторах большого объема при пост. подаче активного ила, сточной воды и воз-

духа. Система снабжена дозаторами с плоской струей произ-стью 0,5—2 м³/ч. Простота конструкции и большие расходы воды обеспечивают высокую надежность измерения в производств. условиях. Измерители могут быть использованы для непрерывного контроля нагрузки по органич. в-вам. Большая точность и чувствительность измерения скорости потребления кислорода обеспечивают манометрич. системы измерения, оборудов. герметичными реакторами, довление в к-рых поддерживается за счет добавки кислорода. Источником кислорода служит, как правило, электролизер, управляемый импульсной или непрерывной системой стабилизации давления. Кол-во поданного кислорода является мерой скорости его потребления. Измерители этого типа предназначены для лабораторных исследований и систем измерения БПК.

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

Регулирование систем аэрации позволяет стабилизировать технологич. режим очистки и снизить среднегодовые затраты электроэнергии на 10—20%. Доля энергозатрат на аэрацию составляет 30—50% себестоимости биологич. очистки, а уд. энергозатраты на аэрацию изменяются от 0,008 до 2,3 кВт·ч/м³.

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

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

При регулировании сброса избыточного ила необходимо вычислять кол-во ила, приросшего в течение суток, для удаления из системы только приросшего ила и стабилизации возраста ила. Этим обеспечиваются высокое качество ила и оптим.

скорость биоокисления. Из-за отсутствия измерителей концентрации активного ила эту задачу можно решить с помощью измерителей скорости потребления кислорода, т.к. скорость роста ила и скорость потребления кислорода взаимосвязаны. Вычислит. блок системы интегрирует кол-во потребл. кислорода и кол-во удаленного ила и 1 раз в сутки корректирует заданный расход избыточного ила. Система может использоваться как при непрерывном, так и при периодич. сбросе избыточного ила.

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

АВТОМАТИЗАЦИЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

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

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

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

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

Примечание. Знак "+" означает функции система выполняет; "-" — функции система не выполняет.

держивается пост. давление при работающих подкачивающих насосах (линия 1). При отключении их регулирующим клапаном РК-2 обеспечивается частичная рассечка тепловой сети на 1-ю и 2-ю зоны, т.е. снижение давления в этом трубопроводе до допустимого уровня (линия 4); отсутствие регулирующего клапана РК-2 привело бы к недопустимому повышению давления во 2-й зоне (линия 2). При остановке сетевых насосов на источнике теплоты системы теплоснабжения и работе подкачивающих насосов произойдет недопустимое опрокидывание циркуля-

ции воды у потребителей 1-й зоны и опорожнение системы отопления потребителей 2-й зоны (линия 5). Поэтому по импульсу понижения давления, возникающему в подающем трубопроводе в точке Т2, отключатся подкачивающие насосы и установится одинаковое для потребителей обеих зон заданное статич. давление (линия 3). Работа комплекса автоматич. устройств при этом следующая (схема в): при норм. режиме вентили В1 открыты, вентили В2 и В3 закрыты, подкачивающий насос включен. С помощью реле давления РД1 регулирующий клапан поддерживает

заданное давление в точке Т1. Реле давления РД2 настроено на давление, превышающее регулируемое на 0,05—0,1 МПа. Поэтому клапан РК2 этого реле находится в верхнем положении, командное давление равно макс., золотник клапана ускорителя ИК1 находится в нижнем положении, командное давление на привод регулирующего клапана РК2 равно атмосферному, поэтому он полностью открыт. При остановке сетевых насосов падает давление в точке Т2, контакты электроконтактного манометра замыкаются и подают команду на отключение подкачивающего

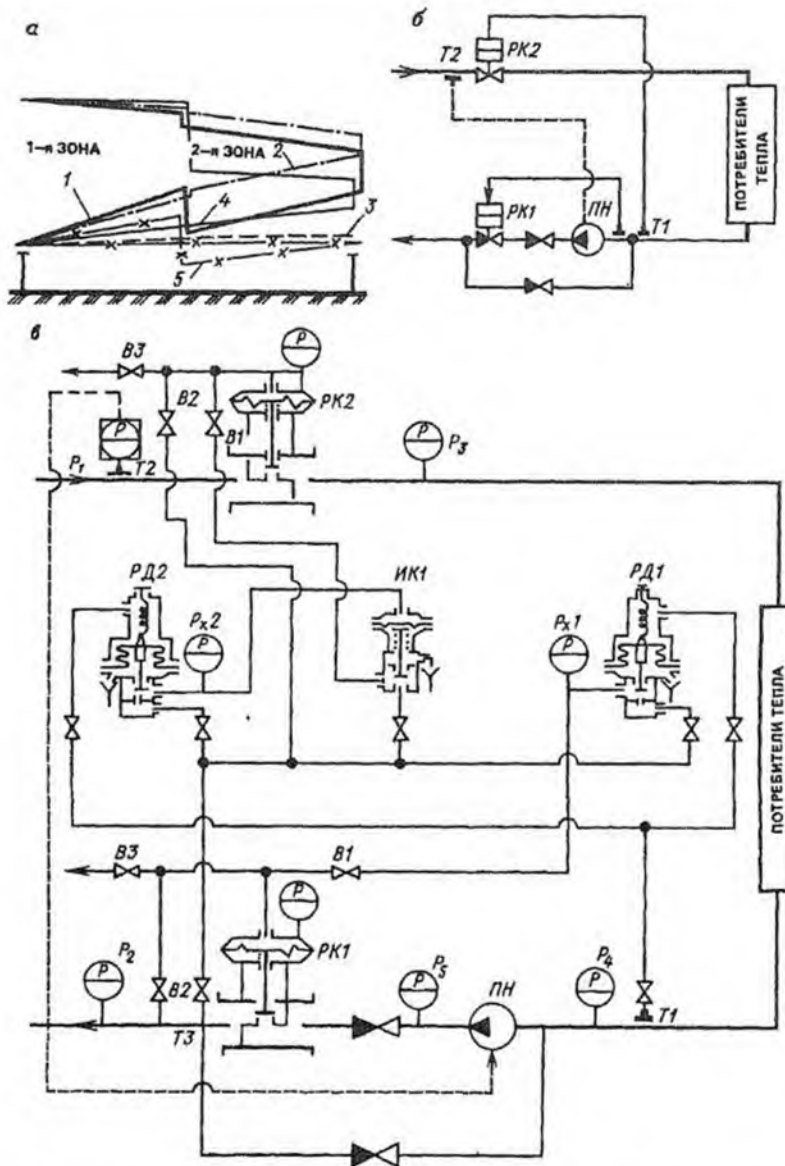


Схема автоматизация насосных станций теплоснабжения при ровном профиле местности

насоса. Благодаря работе подпиточного устройства на источнике теплоты в тепловой сети поддерживается заданное статич. давление (линия 3). Если происходит остановка только подкачивающего насоса, резко возрастает давление в точке Т1 (линия 2), закрываются нижние сопла реле РД1 и РД2, командные давления падают до атмосферного. Это приводит к полному открытию регулирующего клапана РК1, к резкому переходу в верхнее положение золотника клапана-ускорителя и подаче рабочей воды к приводу регулирующего клапана РК2. Последний прикрывается на-

столько, чтобы в точке Т1 установилось давление, близкое к давлению настройки (линия 4). При включении подкачивающего насоса давление в точке Т1 уменьшается, реле давления РД-2 переходит в верхнее положение, возрастает командное давление, золотник клапана-ускорителя опускается, давление в верхней полости привода регулирующего клапана РК2 падает до атмосферного, и он полностью открывается. Реле давления РД1 и регулирующей клапан РК1 переходят на нормальный режим регулирования давления в точке Т1 (линия 1).

Схему автоматизации поддержания пост. коэфф. смешения или регулирования его в смеси. насосных станциях см. Регули-

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

АВТОМАТИЗАЦИЯ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ

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

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

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

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

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

При автоматизации основных насосных агрегатов в первую очередь автоматизируют пуск и останов. Импульс на включение агрегата выдает дежурный диспетчер или датчик, реагирующий на заданное значение технологич. параметра (уровень воды в емкостях, давление в трубопроводах и т.п.). Дальнейшие операции пуска осуществляются автоматически: открытие

и закрытие затворов и задвижек, залив корпусов насосов водой, подача охлаждающей воды в подшипники и сальниковые уплотнения насосов для перекачки сточных вод, включение и отключение соответствующих электрич. коммутат. аппаратов (контакторов, выключателей, пускателей и т.п.). Для упрощения и повышения надежности пуска насосов, как правило, устанавливают под заливом, т.е. ниже уровня воды в приемных емкостях.

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

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

В насосных установках наибольшее применение нашли приводы с многоскоростными (двухскоростными) электродвигателями, с индукторными муфтами скольжения, с гидромуфтами, приводы по схеме асинхронно-вентильного каскада, частотные приводы и приводы на базе вентильного электродвигателя. Многоскоростные двигатели используют в тех случаях, когда применение плавного регулирования не требуется, напр. при ступенчатом графике водопотребления, а также при отсутствии плавного регулируемых приводов. Многоскоростные двигатели позволяют увеличить число возможных комбинаций напорных хар-к насосных агрегатов без уве-

личения числа насосов. Привод с индукторными муфтами скольжения преимущественно используют в системах автоматич. управления насосных установок, обобщ. горизонт. насосными агрегатами сравнительно небольшой мощности (40—250 кВт). Этот привод относится к группе приводов, работающих с потерями скольжения. Привод с гидромуфтами по своим энергетич. хар-кам аналогичен приводу с индукторными муфтами скольжения. Привод по схеме асинхронно-вентильного каскада получил наибольшее распространение в горизонт. насосных агрегатах средней и большой мощности (250—1600 кВт). В отличие от приводов с индукторными муфтами скольжения и гидромуфтами в этом приводе потери скольжения не теряются, а рекунерируются в питающую электросеть. Привод на базе вентильного двигателя используют в агрегатах большой мощности (1600—5000 кВт), особенно вертикал. исполнения. Частотный привод применяют гл. обр. в низковольтных агрегатах мощностью 40—250 кВт. Эти приводы работают без потерь скольжения, однако отличаются сравнительно высокой стоимостью и сложностью конструкции.

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

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

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

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

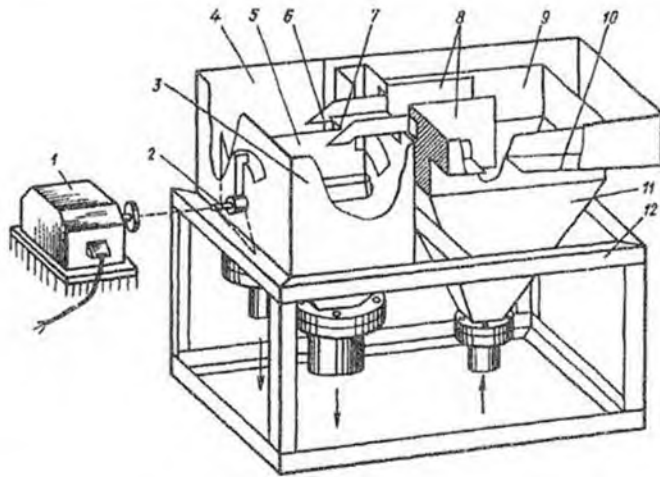
АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД — применение комплекса приборов контроля и систем управления технологическими процессами в водоочистных сооружениях, полностью или частично обеспечивающих их работу без участия обслуживающего персонала. Объемы и уровни А.о.п.в. определяются технологией очистки и наличием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

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

Автоматизация удаления взвешенных и коллоидных веществ из воды ограничивается пропорциональным дозированием коагулянта, для чего используют два расходомера: один — для измерения расхода раствора коагулянта, другой — обрабатываемой воды. Необходимое соотношение расходов

обеспечивается П-регулятором. Оптим. дозу коагулянта устанавливают пробным коагулированием в лаборатории. В нашей стране получила распространение кондуктометрич. система дозирования коагулянта, основанная на измерении разности между уд. электропроводностью воды, смешанной с коагулянтом, и сырой (исходной) воды. Кондуктометрич. система дозирования коагулянта пригодна там, где щелочность относительно стабильна, а доза коагулянта не менее 5 мг/л по $Al_2(SO_4)_3$. При этом общее солесодержание может быть достаточно высоким.

Дозирование коагулянта может осуществляться также по концентрации алюминия, входящего в состав раствора коагулянта, и остаточного алюминия в очищенной воде. Содержание остаточного алюминия нормируется стандартом на питьевую воду (0,5 мг/л). Для определения концентрации алюминия используется электрокинетический датчик (ЭКД), обеспечивающий непрерывное измерение контролируемого параметра с точностью не ниже точности при аналитическом методе. Система автоматического управления дозированием коагулянта (САУДК) построена на базе ЭКД. Система работает по принципу стабилизации оптим. дозы реагента, оцениваемой по Al^{3+} и найденной в процессе пробной коагуляции. Отклонение от заданной дозы компенсируется уменьшением или увеличением подачи реагента. Осн. звенья системы — ЭКД, электронный импульсный регулятор, дозирующее устройство с исполнитель. механизмом. Кроме того, в схему САУДК входит коммутацион., пусковая и др. аппаратура. Датчик снабжен амперметром, отградуиров. в единицах концентрации Al^{3+} . Его сигнал может передаваться на регистрирующий прибор, устанавливаемый на диспетчерском пункте. Для САУДК необходимо дозирующее устройство,



Бункерный дозатор ДИМБА для растворов коагулянта и извести

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

регулирующее подачу раствора хим. реагента и измеряющее его расход. В нашей стране в качестве дозирующих устройств используют насосы-дозаторы, мембранные клапаны в апикорроз. исполнении с электроприводом или бункерные дозаторы типа ДИМБА. Для измерения расхода, вводимого в воду отдозир. раствора реагента, регулирующее устройство дополняется расходомерами.

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

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

Применяются системы автоматизации процесса обработки во-

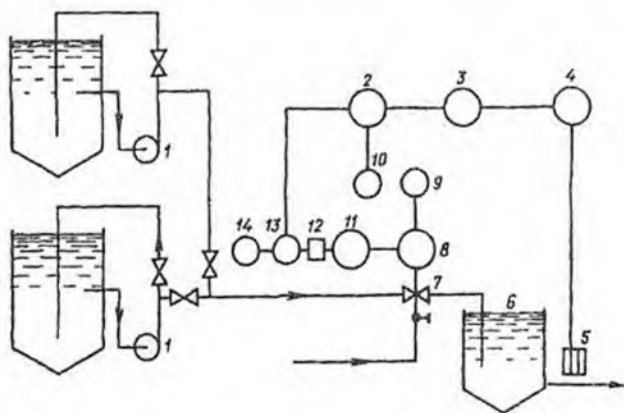
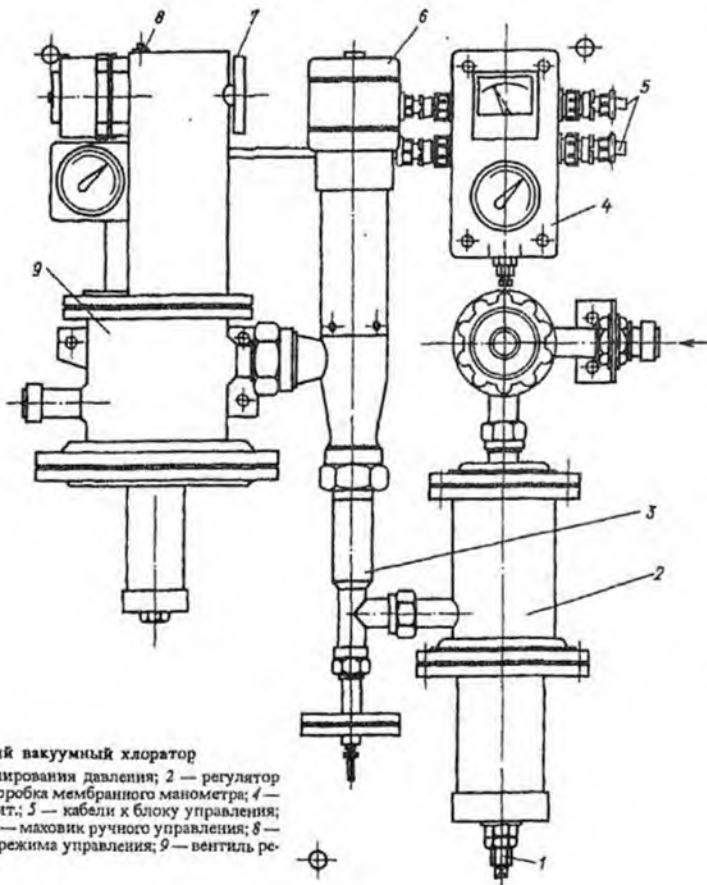


Схема автоматизации подщелачивания природной воды на водоочистной станции

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

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



Автоматический вакуумный хлоратор

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

Обычно автоматизируют процесс вторичного хлорирования, требующий более точной дозировки, соответствующей требованиям стандартов по содержанию остаточного хлора (0,5—0,7 мг/л после 30-минутного контакта). Необходимость автоматизации первичного хлорирования определяется задачами данной техноло-

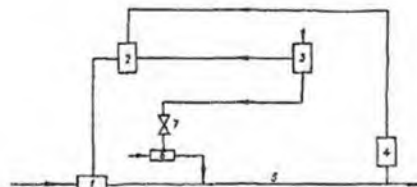
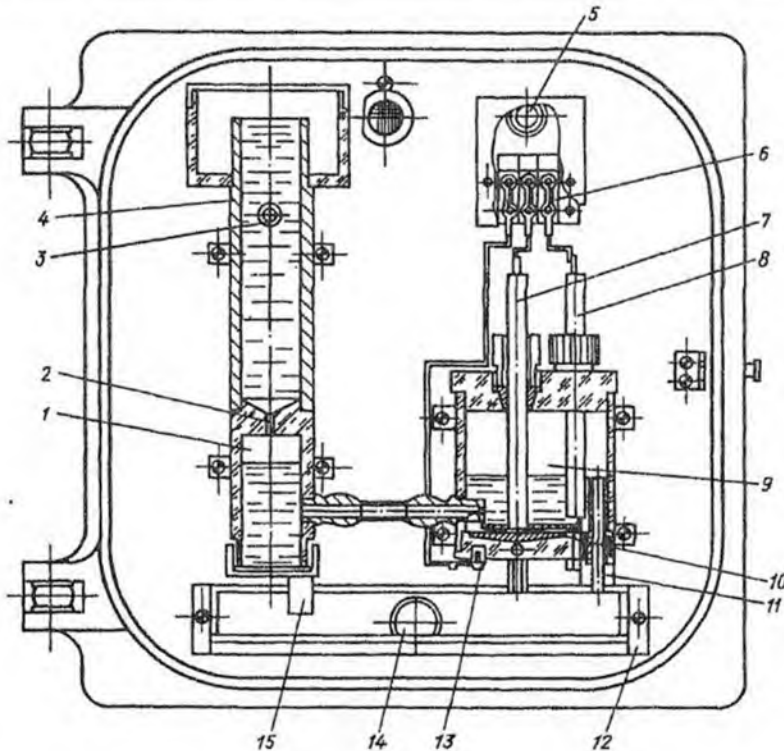


Схема автоматизации обработки воды хлором
1 — расходомер; 2 — блок управления; 3 — автомат. хлоратор; 4 — анализатор хлора; 5 — трубопровод хлорируемой воды; 6 — эжектор; 7 — вентиль

гии обработки воды (обесцвечивание, давление развития биологических образований и т.д.)

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

Автоматизация управления фильтрами с зернистой загруз-



Автоматический анализатор хлора

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

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

Осн. задача регулирования скорости фильтрования — воспрепятствовать слишком большой скорости фильтрования и выносу из фильтра песка, что может происходить после его промывки, когда еще не сформировалась пленка в верхних слоях загрузки. Разл. системы для автоматич. управления процессом регенерации (промывки) фильтров выполняют пять осн. операций: отключение фильтра от общей магистрали (0,5—1 мин); включение промывных насосов или напорного резервуара, а также воздуходувок для предварит. водовоздушного взрыхления загрузки (3—5 мин); отключение воздуходувок и закрытие задвижки промывной воды (5—10 мин); спуск первого фильтра (3—5 мин) и включение фильтра в рабочий цикл (1—2 мин). В зависимости от вида привода задвижек на обвязке фильтров системы управления бывают электрически-

ми или гидравлическими. Последние получили распространение при химводоочистках энергетич. объектов и сохранились на нек-рых старых водопроводах. Сигналом вывода на промывку могут служить показания расходомера на водоотводящем трубопроводе каждого фильтра, предельное положение регулятора скорости или потери напора в загрузке фильтра, измеряемые дифференц. манометрами. Окончание промывки фильтра может производиться по сигналу мутномера, установленного на общем трубопроводе, отводящем промывную воду от группы фильтров. Полная автоматизация управления фильтрами осуществляется с помощью микропроцессорных программируемых устройств.

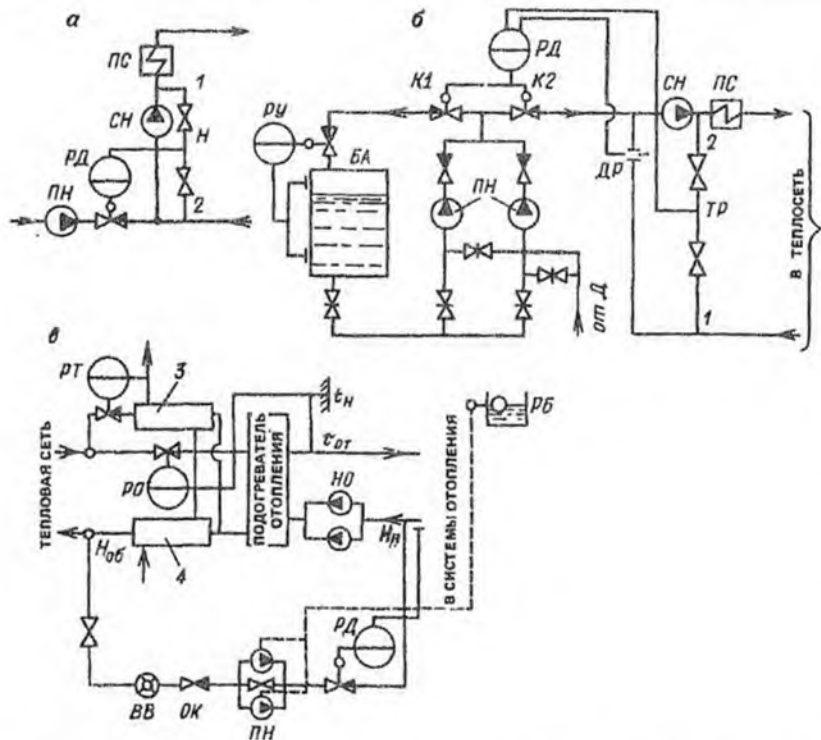
Автоматизация измерения мутности и цветности производится в неск. створах водоочистных станций неск. раз в сутки. Для этих целей применяют фотоколориметры (мутномеры), к-рые измеряют концентрацию взвеш. в-в по оптич. плотности. В этих приборах используют два способа измерения концентрации коллоидов и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

месте и имеющих преобразователи оптич. плотности в электрич. ток для передачи данных на расстояние и в управляющие ЭВМ.

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

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

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



Схемы автоматизации подпитки

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

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

Когда водоразбор увеличивается, снижается расход воды в обратном трубопроводе и возрастает сигнал от датчика этого расхода ДР, и суммарный сигнал от обоих импульсов, т.е. возрастает давление, к-рое должен поддерживать регулятор давления РД, что приводит к открытию клапана К2. В точке ТР устанавливается более высокое давление, вследствие

чего предотвращается опорожнение систем отопления зданий. Когда водоразбор отсутствует, расход воды в обратном трубопроводе увеличивается, уменьшаются сигнал от датчика расхода ДР и суммарный сигнал, т.е. уменьшается давление, к-рое должен поддерживать регулятор давления в точке ТР. Это приводит к закрытию клапана К2 и восстановлению давления в точке ТР до исходного значения.

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

Подпиточные устройства предусматриваются и у потребителей в их тепловых пунктах при независимом присоединении систем отопления (схема в). Если давление в обратном сетевом трубопроводе Н_{об} достаточно, то на линии подпитки подпиточные насосы ПН не используют, и давление в обратном трубопроводе тепловой сети потребителя Н_п до насосов отоп-

ления НО поддерживается регулятором подпитки РД. Если давление Н_{об} недостаточно, используют подпиточные насосы ПН с электродвигателем на магнетитном (на схеме в не показана). А.п. в этом случае заключается в автоматич. включении и отключении подпиточных насосов ПН по импульсу от регулятора уровня в расширительном баке РБ, а при отсутствии последнего — по импульсу давления Н_п в обратном трубопроводе до насосов отопления.

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

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

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

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

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

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

Заданная темп-ра воздуха в помещениях, обслуживаемых системами вентиляции, поддерживается изменением темп-ры или кол-ва приточного воздуха (качеств. или количеств. регулирования) или обоими способами одновременно. В приточной системе вентиляции автоматич. регулирование темп-ры воздуха осуществляется изменением теплопроиз-сти воздушнонагревателей, к-рое достигается с помощью регулирующего клапана на обратной линии теплоносителя (воды). При наличии в схеме обвязки воздушнонагревателя смешительного насоса применяют систему качеств. регулирования: потоки горячей и обратной воды смешиваются двумя проходными или одним трехходовым регулирующими клапанами, в рециркуляц. системах приточной вентиляции и кондиционирования воздуха смешение разл. кол-в наружного и рециркуляц. воздуха выполняется сдвоенным смесит. воздушным клапаном или проходными воздушными клапанами (заслонками), установленными в каналах наружного и рециркуляц. воздуха. В последнем случае в схеме автоматич. регулирования предусматривают балансные реле для синхронизации работы воздушных клапанов. При количеств. регулировании СВ и СКВ способ изменения произ-сти вентилятора за-

висит от требуемого диапазона (глубины) регулирования и мощности вентиляторной установки. Предпочтительно применение направляющих аппаратов или электроприводов перем. частоты вращения (тиристорное управление электродвигателями вентиляторов).

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

Для отопит. вентиляц. агрегатов в пром. зданиях предусматривают двухпозиц. автоматич. регулирование темп-ры воздуха путем включения и отключения теплоносителя и вентилятора каждого агрегата или группы агрегатов. Установки кондиционирования воздуха, как правило, регулируют по методу "точки росы"; метод "оптим. режимов" не находит широкого применения из-за сложностей его технич. реализации. Автоматич. защиту воздушнонагревателей от замораживания предусматривают при выключенной СВ и СКВ, если возможно проникание в зону воздушнонагревателя наружного воздуха с отриц. темп-рой, при работающей системе, если вероятно падение давления или нарушение темп-рного графика сетевой воды при отриц. темп-ре воздуха, поступающего в воздушнонагреватель. Предохранение воздушнонагревателей от замерзания в момент запуска системы обеспечивает дистанционное открытие клапана на теплоносителя для прогрева воздушнонагревателя перед включением вентилятора и открытием клапана на наружном воздуховоде. Разработана схема защиты, предусматри-

вающая установку двух термореле, при срабатывании к-рых на трубопроводе открывается клапан, подается сигнал аварии и отключается приточный вентилятор. При насосной обвязке воздушнонагревателя надежность его защиты повышается.

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

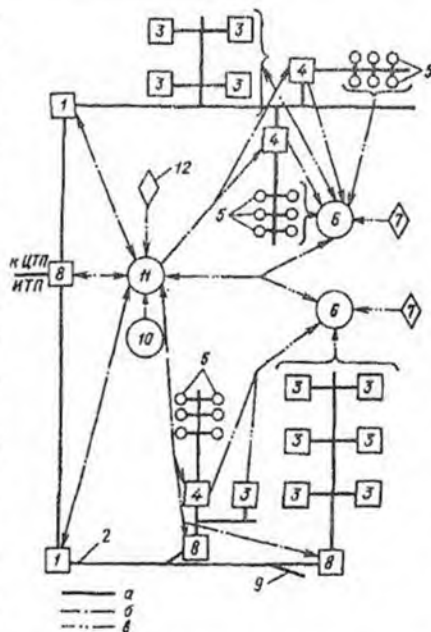
В ряде случаев целесообразно и экономически оправданно централизов. диспетчерское управление системами вентиляции и кондиционирования воздуха, особенно на крупных предприятиях и в общест. зданиях. В этом случае обеспечивается оперативность контроля и управления, сокращается штат обслуживающего персонала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

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

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

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

Комплекс средств автоматич. регулирования отпуща теплоты в системе тепло-



Структурная схема комплексно автоматизированной системы теплоснабжения (вариант)

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

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

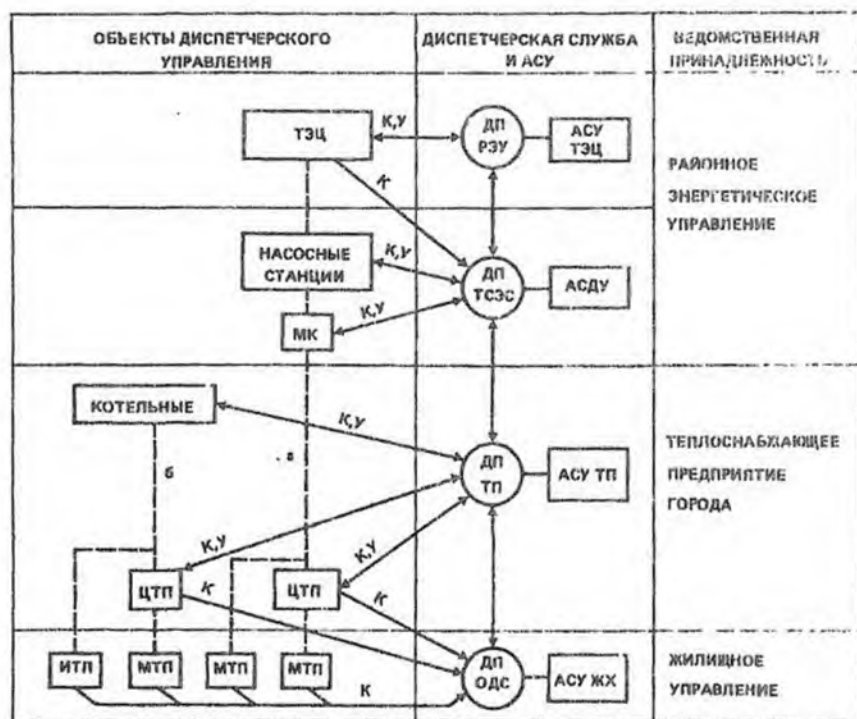
темы теплоснабжения — одна "по возмущению", другая — "по отклонению".

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

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

При сплошной автоматизации регулирования отпуща теплоты на отопление в ЦТП и ИТП целесообразно центр. регулирование при пост. темп-ре в сети более 100°C. При таком режиме снижаются повреждаемость трубопроводов от наружной коррозии и расход электроэнергии на перекачку теплоносителя.

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



Структурная схема автоматизированного диспетчерского управления теплоснабжением крупного города (вариант)

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

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

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

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ — использование в тепловых

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

Автоматизация работы устройств нагрева воды на горячее водоснабжение в ТП предусматривает одновременно автоматическое регулирование отпуска теплоты на отопление зданий, что дает значительный экономический эффект. Наибольшее распространение для решения этих задач в ТП закрытых систем теплоснабжения получили смешанные схемы присоединения их водонагревателя горячего водоснабжения с ограничением макс. расхода сетевой воды. А.т.п. со смешанной схемой включения водонагревателя горячего водоснабжения с ограничением расхода и независимой схемой присоединения систем отопления через водонагреватель включает (схема а): регулятор темп-ры воды на горячее водоснабжение, обеспечивающий постоянство заданной темп-ры t_1 ; регулятор отпуска теплоты на отопление Φ , обеспечивающий поддержание заданного графика темп-ры воды, т.е. зависимости темп-ры воды на

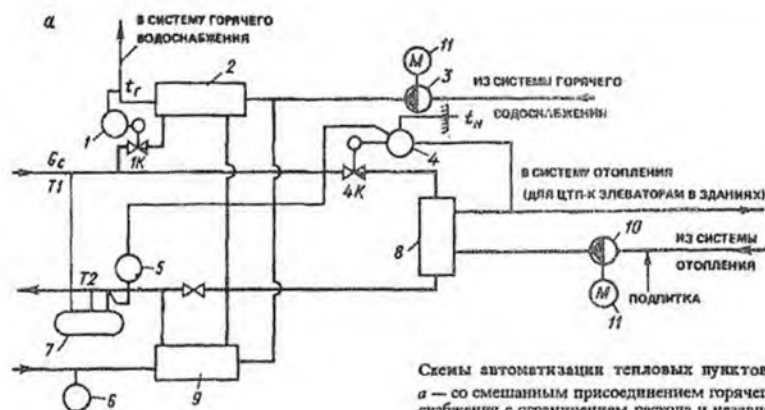
отопление от темп-ры наружного воздуха $t_{\text{отг}} = f(t_n)$; устройство ограничения расхода сетевой воды на ТП G_c , состоящее из датчика расхода и компаратора (узла сравнения), входящего в регулятор отпуска теплоты. Схемы ТП с ограничением расхода рассчитаны на работу при отпуске заданного количества теплоты по скорректированному графику темп-ры, отличающемуся от отопит. графика на величину определ. надбавки.

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

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

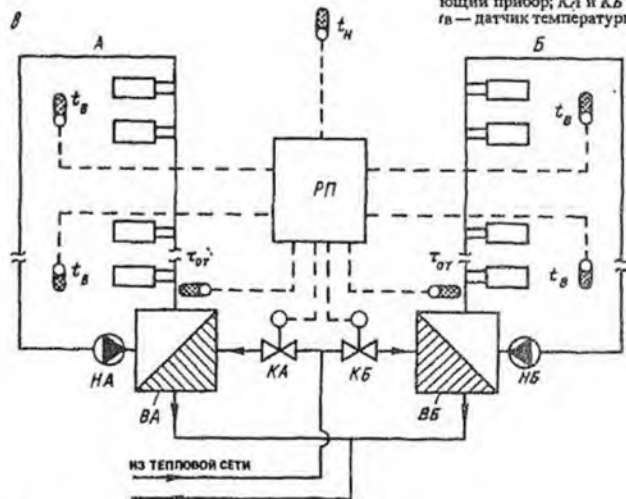
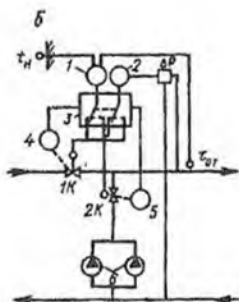
В ТП открытых систем теплоснабжения для нагрева воды на горячее водоснабжение применяют схемы с непосредств. водозабором и использованием автоматизированной смеси устройств (см. Регулирующий клапан смешения). В качестве средств регулирования используют электронные автоматические регуляторы такие, как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

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



Схемы автоматизации тепловых пунктов

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



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

Вариант автоматизации узла коррективных насосов смешения с двумя регуляторами (схема б) отличается наличием переключающего устройства 3,

к-рое под воздействием концевых выключателей 4, 5 клапанов 1К, 2К регуляторов тем-ры и перепада давлений воды может переключать выходы этих регуляторов к своим клапанам. При наличии в тепловой сети требуемой графиком тем-ры, как показано на схеме б, к регулятору 1 подключен клапан 1К, а к ре-

гулятору 2 — клапан 2К. Поэтому регуляторы 1 и 2 осуществляют регулирование требуемой тем-ры и перепада давлений воды на отопление соответственно. Когда в тепловой сети тем-ра воды ниже требуемой по графику, клапан 1К регулятора тем-ры воды полностью открывается, замыкается его концевой выключатель и переключающее устройство переключает выходы регуляторов тем-ры воды и перепада ее давлений. При этом регулятор 2 регулирует перепад давлений клапаном 1К, а регулятор 1, регулируя тем-ру воды, закрывает клапан 2К, после чего отключаются насосы. Схема обеспечит требуемую при данных условиях стабилизацию гидравлического режима в сети и у потребителя и, следовательно, защиту их от разрегулировки. Такая самоприспосабливающаяся система регулирования и защиты реализована в микропроцессорном регуляторе типа "Теллар-111".

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

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

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

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

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

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

Автоматизация измерения параметров теплоносителя и учета расхода теплоты. Для контроля режимов работы ТП с помощью показывающих и самопишущих приборов осуществляются: измерение темп-р — в подающем и обратном трубопроводах, на

догревателя горячего водоснабжения, на выходе ТП в систему отопления, обратной воды после водонагревателя отопления, нагреваемого воздуха в системах вентиляции; давления — в подающем и обратном трубопроводах на входе в ТП, в холодном водопроводе, в подающем и циркуляц. трубопроводах горячего водоснабжения, в подающем и обратном трубопроводах системы отопления, на входах и выходах каждой из ступеней водонагревателя горячего водоснабжения, на нагнетательном трубопроводе каждого из насосов; расхода — сетевой воды в ТП, водопроводной воды, горячей и циркуляц. воды в системе горячего водоснабжения при открытой системе теплоснабжения, воды на подпитку.

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

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

Величина рН является одним из осн. параметров автоматич. контроля и регулирования процессов очистки сточных вод, к-рый обеспечивает информацию о степени загрязнения их к-тами и щелочами, во многих случаях определяет скорость и направление хим. реакции. Значения рН измеряют с помощью рН-метров типа рН-220, выпускаемых серийно. Электрич. проводимость, определяемую общим содержанием, измеряют кондуктометрич. концентратомерами. К их числу относятся кондуктометры типа АКК-01 и АКК-02, а также специализиров. многопредельные кондуктометры, анализаторы с автоматич. переключением диапазонов типа

АУМ-201, предназнач. для измерения уд. электрич. проводимости сточных вод, загрязненных к-тами, щелочами и солями. Концентрацию растворенных загрязняющих примесей в сточных водах измеряют с использованием потенциометрич., фотометрич., амперометрич. и кондуктометрич. методов контроля.

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

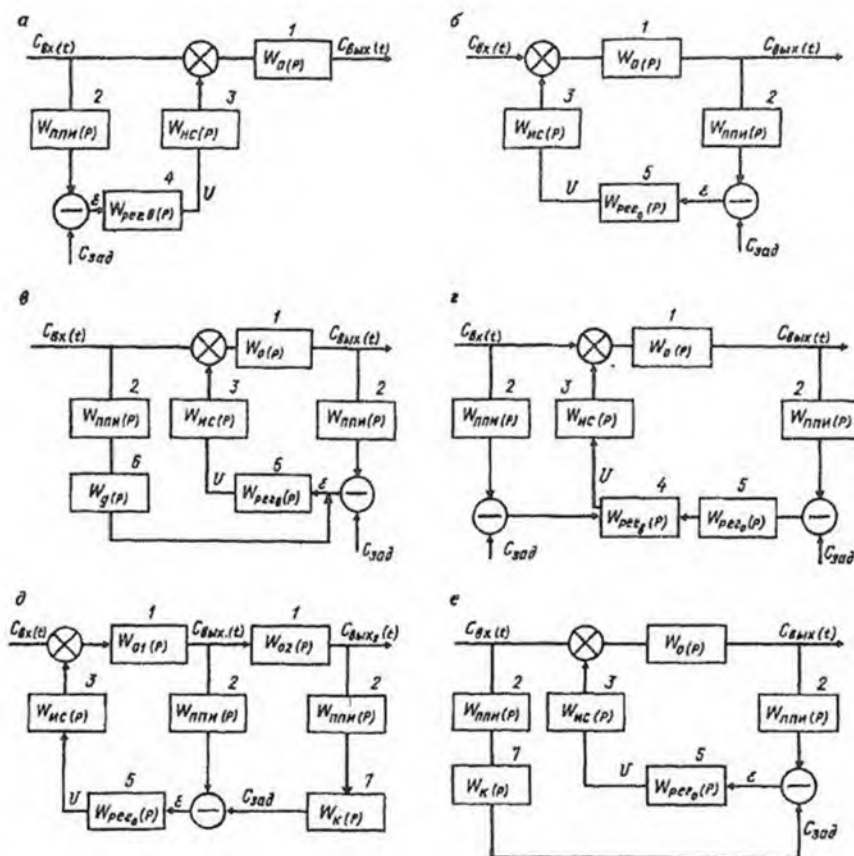
Для контроля и регулирования концентрации ионов натрия, кальция, хлоридов, нитратов и цианидов используют ионоселективные электроды в комплекте с высокоомными преобразователями типа П-215 или П-210. Для определения мутности сточной воды применяют серийно выпускаемые фотометрич. приборы.

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

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

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

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



Структурные схемы САУ

а — по возмущению; б — по отклонению; в — с контурами компенсации возмущений; г — комбинация; д — с коррекцией заданного значения по входным параметрам; 1 — объект регулирования; 2 — прибор первичной информации; 3 — исполнительное устройство; 4, 5 — регуляторы по возмущению и отклонению; 6 — компенсирующее устройство; 7 — корректирующий регулятор; $W_0(p)$ — $W_{пнн}(p)$; $W_{нс}(p)$; $W_{рег\theta}(p)$; $W_{рег\phi}(p)$; $W_{г}(p)$; $W_{к}(p)$ — передаточные функции объекта управления, прибора первичной информации, исполнительного звена, регуляторов по возмущению и отклонению, дифференциатора, корректирующего регулятора; $C_{вх}(t)$, $C_{вых}(t)$ — концентрации загрязнений на входе и выходе объекта управления; $C_{зад}$ — заданное значение концентрации; $C = C_{вых} - C_{зад}$; U — управляющее воздействие

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

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

САУ процессов физ.-хим. очистки обеспечивают надежность работы очистных установок в сложных динамич. режи-

мах и служат основой для решения задач синтеза оптим. энерго- и ресурсосберегающих автоматизиров. хим.-технологич. систем очистки сточных вод.

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

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

Управление в АСДУЦТ представляет

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

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

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



Структурная схема автоматизированной системы диспетчерского управления централизованным теплоснабжением

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

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

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

На основе информации, получ. от метеорологич. службы (метеопунктов) и от диспетчера энергосистемы, в центр. ДП вырабатываются исполнит. команды для теплового источника, насосных станций тепловых сетей, для отд. групп зданий (в системах теплоснабжения с групповыми тепловыми пунктами) или для отд. зданий (в системах с местными тепловыми пунк-

тами). Отсюда передаются информация о режиме работы системы ЦТ диспетчеру энергосистемы (в том случае, когда источники теплоснабжения теплоэлектростанции) и команды управления в р-ные ДП и технологич. звенья системы ЦТ.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ (АСУПЦТ) — совокупность административных, организац., экономико-математич. методов и технич. средств (вычислит. техники, оргтехники и др.), предназначен. для упорядочения и совершенствования произв. деятельности теплоснабжающего предприятия. Решает задачи прогнозирования, учета и контроля, регулирования и планирования производств. и финансовой деятельности предприятия. Имеет ряд подсистем, в т.ч. подсистемы управления развитием, осн. производом, технич. эксплуатацией и ремонтом осн. фондов, материально-технич. и финансовыми ресурсами, кадрами, реализацией продукции и др. Специфика АСУПЦТ — решение задач, непосредственно сопрягающихся с задачами АСУ технологич. процессов и *автоматизированной системой диспетчерского управления централизованным теплоснабжением* (АСДУЦТ): планирование потребной городу теплоты на месяц, год; планирование и выполнение технич. обслуживания и ремонтных работ тепловых сетей и оборудования; планирование и выполнение работ по наладке *гидравлических режимов тепловых сетей*; планирование и проведение гидравлич. тепловых испытаний сетей. Этот комплекс задач образует подсистему управления надежностью и системы *централизованного теплоснабжения*. Из перечисл. задач важное место занимают планирование и проведение технич. обслуживания и ремонта. Это объясняется тем, что при сложившейся практике эксплуатации тепловых сетей обслуживание и ремонты проводятся в строгой последовательности от границы с тепловым источником до мест подключения абонентов. Из-за ограниченности тру-

довых ресурсов период восстановления неоправданных сетей удлинится, что снижает надежность системы централиз. теплоснабжения. Кроме того, она снижается и из-за того, что при жестко регламентиров. последовательности ремонтов зачастую заменяются трубы и арматура, находящиеся в исправном состоянии. Отсюда важной задачей АСУПЦТ является обоснование уд. веса восстанавливаемой части системы и определение перечня конкретных участков тепловых сетей и единиц оборудования, подлежащих ремонту или замене до отказа системы. Решение этой задачи требует синтетизирования стратегий ремонтов, в основе к-рых лежат спец. модели надежности, позволяющие прогнозировать возможные отказы в осн. элементах системы. При этом выбытие и восстановление сетей и оборудования моделируются как дискретный марковский случайный процесс с восстановлением, а сами модели "обучаются" по реально возникающим отказам, фиксируемым в автоматизиров. системе диспетчерского управления. Синтезируемые стратегии технич. обслуживания и ремонта минимизируют вероятности появления отказов и затраты на проведение работ. Отыскание таких оптим. ремонтных стратегий — первый этап общей задачи. На втором этапе методами теории расписаний решается задача календарного планирования реализаций этих работ в межотопит. период.

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

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

Блок-схема подсистемы управления надежностью
 МН — модели надежности; СОРС — синтез оптимальных ремонтных стратегий; РГН — расчеты по наладке гидравлического режима; ОПИ — оптимизация планов испытаний; БКРП — блок календарного планирования ремонтов; ТОиР — техническое обслуживание и ремонты



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

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

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

Для реализации ф-ций АСУТПГ необходимо как общее, так и спец. программное обеспечение. Общее состоит из операц. системы и набора стандартных подпрограмм, позволяющих получать загрузочные модули в спец. программном обеспечении; спец. — из комплекса программ для выполнения ф-ций АСУТПГ.

Организац. обеспечение включает инструкции, регламентирующие обязанности, права и ответственность персонала подразделений, входящих в контур управления АСУ, а также технологич. и эксплуат. инструкции. Система АСУТПГ может функционировать в двух режимах: автоматич. и оперативном. В первом работа ведется управляющей программой, к-рая предусматривает опрос всех контрольных пунктов в целях получения полной информации. Оперативный режим позволяет диспетчеру вести опрос любого из них. АСУТПГ охватывает наиболее важные элементы системы газоснабжения, к-рые оборудуются контрольными пунктами: газораспределит. станции, газораспределит. пункты, питающие сети высокого, среднего и низкого давлений и отд. потребителей, а также потребителей, имеющих режим работы или резервное топливное хозяйство. В средства управления и регулирования АСУТПГ входят *исполнительные механизмы*, управляющие запорными устройствами — задвижками с электроприводом или предохранит. клапанами с дистанц. управлением, а также устройства дистанц. управления настройкой регуляторов давления.

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



Функциональная структурная схема централизованного теплоснабжения (вариант)
 I — источники теплоты; II — тепловая сеть (насосные станции, магистральные камеры); III — тепловые пункты потребителей

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

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

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

ставляет рассматривать ее как стохастич. объект управления и применять при расчетах в АСУТПЦ соответствующий матем. аппарат.

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

Информация от датчиков технологических параметров (давления, темп-ры, расхода), характеризующих процессы теплоснабжения и состояние оборудования звеньев системы теплоснабжения I, II, III, с помощью средств телемеханики передается в вычислительный комплекс (см. *Телеконтроль и телеуправление теплоснабжением*). ЭВМ комплекса по заданным алгоритмам обеспечивает обработку полученной информации, производит необходимые расчеты и вырабатывает команды задатчикам локальных регуляторов (см. *Автоматизация систем теплоснабжения*) и рекомендации диспетчеру (оператору) по оптимизации режимов ра-

боты системы теплоснабжения. Ряд задач (4, 5, 6) решается подсистемой управления основным производством АСУТПЦ (АСУ) предприятием централизов. теплоснабжения).

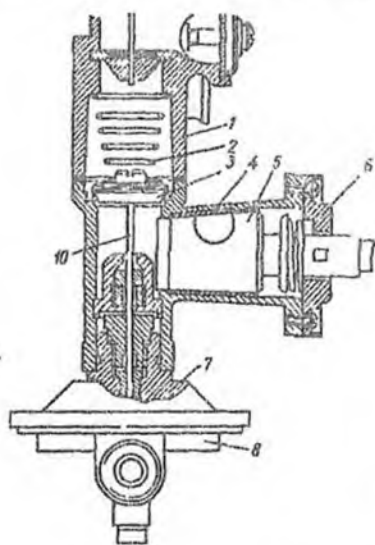
Внедрение АСУТПЦ обеспечивает экономно энергоресурсов, материальных и трудовых затрат благодаря оптимизации управления процессами теплоснабжения, контролю состояния тепловых сетей и оборудования тепловых пунктов, оперативному учету отпускаемых и потребляемых энергоресурсов.

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

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

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

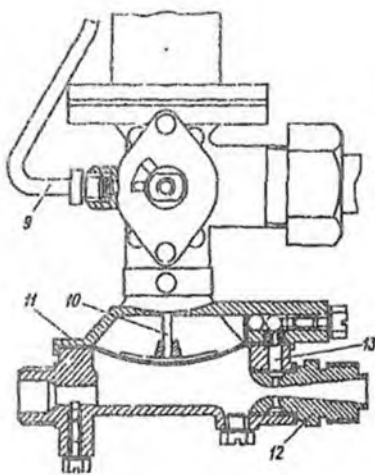
Газ поступает по газопроводу в блок-кран (при отсутствии электромагнитного клапана), в к-ром краны осн. и запальной горелок совмещены. Ручка блок-крана поворачивается по часовой стрелке и фиксируется в трех положениях: кран полно-



Блок-кран и клапан безопасности проточного водонагревателя

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

стью закрыт; кран открыт на запальную горелку; кран полностью открыт на обе горелки. Подача газа регулируется поворотом ручки блок-крана между вторым и третьим положениями. Из блок-крана газ поступает в клапан безопасности, к-рый прекращает подачу газа к осн. горелке при отсутствии протока воды в водонагревателе. Клапан безопасности состоит из нижней водяной камеры, где размещена разде-

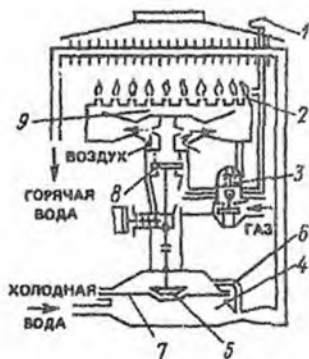


ляющая камеру чашечная мембрана, через тарелку и уплотнит. сальники связанная штоком с плунжером газового клапана. На выходе из второй камеры установлена труба Вентури, соединенная с верхней (надмембранной) частью перепускным каналом. Сверху к корпусу водяной камеры крепится предохранит. газовый клапан. При закрытых водоразборных кранах вода через водяную камеру не движется. Давление в верхней и нижней ее частях выравнено перепускным клапаном (по закону сообщающихся сосудов), и мембрана занимает нижнее положение. Плунжер закрывает проход газа через седло перепускного канала. При движении по трубе Вентури скорость воды в ее миним. сечении увеличивается, статич. давление уменьшается, возникает разность давлений в начале (в миним. сечении трубы Вентури) и конце (в верхней части водяной камеры) перепускного канала. Под действием разности давлений вода, протекающая по трубе Вентури, эжектирует воду из верхней части камеры через перепускной канал с размещенным в нем шариковым замедлителем. Давление в верхней части водяной камеры падает, и под действием разности давлений в ее нижней и верхней частях мембрана с чашкой поднимается, через шток открывается газовый клапан и проход газа к осн. горелке. Замедлитель зажигания работает как тормозящий клапан, т.е. шарик частично перекрывает сечение перепускного канала, тем самым увеличивая его гидравлич. сопротивление, уменьшая скорость перетока воды из верхней части водяной камеры в трубу Вентури (и обратно). В этом случае перепад давлений между нижней и верхней частями камеры будет постепенно возрастать (уменьшаться), движение мембраны с плунжером вверх или вниз замедлится

(ускорится), что обеспечит плавное воспламенение и гашение осн. горелки без сильных хлопков.

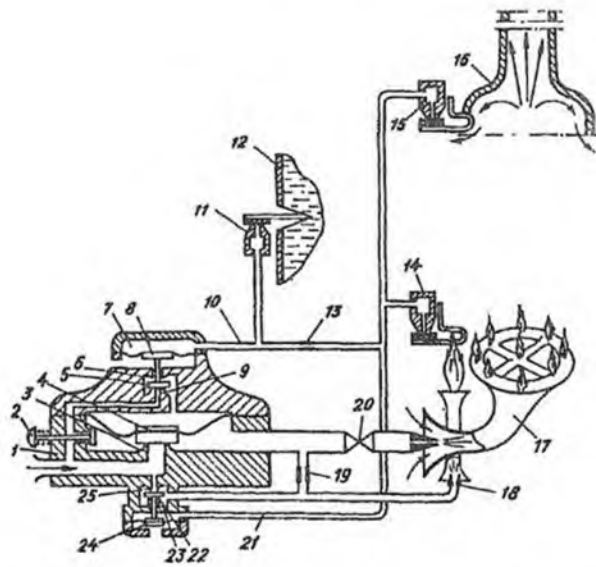
Термоклапан обеспечивает подвод газа к осн. горелке только при работающей запальной горелке. Он состоит из изогнутой биметаллич. пластины, соедин. штоком с завором. Пластина спрессована из двух слоев металла, имеющих разные коэфф. термич. расширения. При нагреве биметаллич. пластина сжимается (т.е. изгибается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

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



Устройство для отключения газа при нарушении тяги в проточных водонагревателях

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



Принципиальная схема автоматизации РГУ-2

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

хотя бы одного из контролируемых параметров выйдет из допустимых границ, подача газа к горелке агрегата немедленно прекращается. При аварийном отключении агрегата подаются световой и звуковой сигналы. Для ведения правильного и экономичного технологич. процесса, учета и анализа работы оборудования агрегаты оснащены приборами технологич. контроля. В зависимости от конкретных условий и назначения газоиспользующий агрегат может быть автоматизирован полностью или частично. В бытовых газовых плитах повыш. комфортности предусматривают автоматич. зажигание горелок, терморегулирование духового шкафа, автоматику контроля пламени горелок. Для автоматизации розжига используют систему пьезозажигания, к-рая при повороте ручки крана горелки генерирует высоковольтные импульсы тока напряжением 10 — 15 кВ малой длительности, достаточные для получения искрового разряда в разряднике, установл. у зоны пламени горелки. Автоматика контроля пламени представляет собой систему терморпар, смонтиров. у зоны пламени горелок и датчика, соедин. с электромагнитным клапаном, встроенном в кран горел-

ки. Подача газа к горелке и включение электромагнитного клапана осуществляются при осевом нажатии на рукоятку крана и его повороте. Электромагнитный клапан удерживается открытым за счет термоэкс. к-рая возбуждается при нагревании спая терморпары и передается к электромагниту. В случае погасания горелки спай терморпары охлаждается, снижается термоэкс. и клапан закрывается.

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

Принцип. схема автоматизации РГУ-2 работает след. образом. При выключ. агре-

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

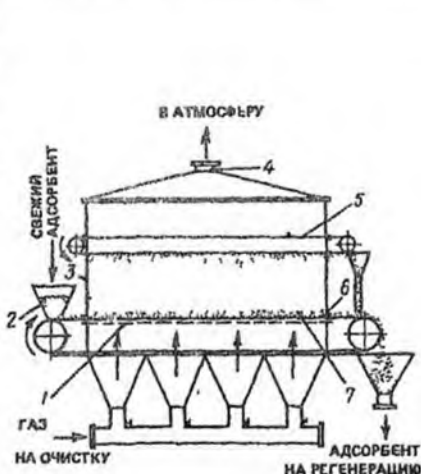
При применении для отопления зданий животноводч. и птицеводч. ферм горелок инфракрасного излучения используют автоматику зажигания и контроля

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

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

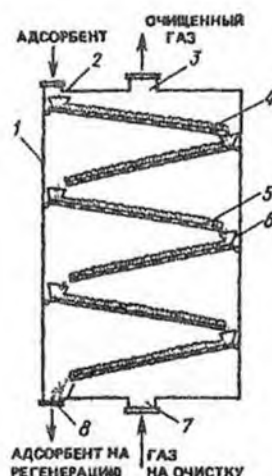
АДСОРБЕР — аппарат, в котором осуществляется поглощение газо- и парообразных компонентов (адсорбатов) из газовых смесей поверхностным слоем *адсорбента* — твердого в-ва, на поверхности или в порах которого происходит адсорбция (поглощение). Из очищаемых газов поглощается адсорбат — пары летучих растворителей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

При эксплуатации А. необходима регенерация адсорбентов, т.е. удаление из них пор адсорбиров. в-ва (адсорбата). Она осуществляется повышением темп-ры слоя адсор-



Адсорбер с движущимися слоями адсорбента

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

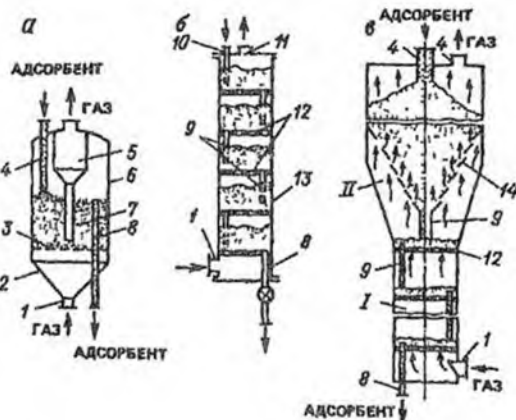


Вибрационный многополочный адсорбер с наклонными лотками прямоугольного сечения

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

Адсорберы с кипящим слоем

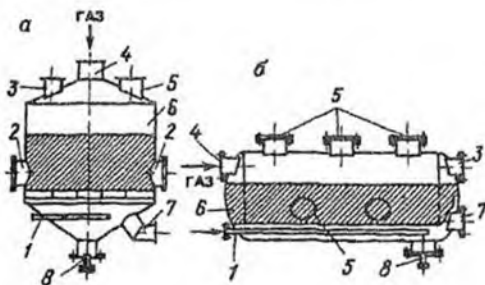
а — однокамерный, б — многокамерный, в — комбинир., 1 — штуцер для подачи газа на очистку, 2 — конусное днище, 3 — распределит. решетка, 4 — ввод адсорбента, 5 — циклонное устройство, 6 — цилиндрич. часть, 7 — кипящий слой адсорбента, 8 — отвод адсорбента, 9 — переточные трубки, 10 — труба для подачи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



бента при обычных (110—130°C) и вышш (300—400°C) темп-рах; снижением давления; десорбцией комбиниров. способами Выбор метода зависит от свойств адсорбатов и адсорбата. Наиболее распространена десорбция острым водяным паром. Сущест-

вуют различные схемы применяемых в промышленности А.

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

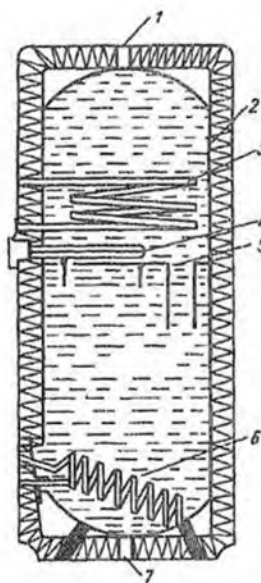


Адсорберы периодического действия с неподвижным слоем адсорбента

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

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

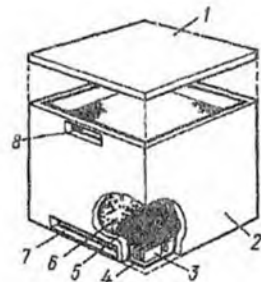
АККУМУЛЯТОР ТЕПЛОТЫ — резервуар для создания запаса теплоты в системе солнечного отопления, получаемой коллектором солнечной энергии. Солнечное излучение изменяется как в течение суток, так и в течение года. Зимой теплотребление здания макс. и кол-во солнечного излучения не соответствует ему: при макс. тепловой нагрузке отопления поступление солнечной радиации миним. Кроме того, теплоподача от коллектора солнечной энергии изменяется от нуля до макс. в полдень. В А.т. накапливается избыток теплоты, получаемой коллектором в те периоды, когда кол-во полезного солнечного излучения превышает теплотребление. За счет аккумуляции теплоты обеспечивается теплотребление в то время, когда поступление солнечного излучения миним. или отсутствует. Конструктивно А.т. представляет собой теплоизолиров. резервуар, заполн. водой, галькой, парафином или др. теплоаккумулирующим материалом. Подвод теплоты при зарядке А.т. и ее отвод при разрядке осуществляются либо с помощью теплообм. устройств, либо при непосредств. пропускании теплоносителя, если теплоакку-



Водяной бак

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

мулирующая среда и теплоноситель — вода или если теплоноситель — воздух, а теплоаккумулирующий материал — галька. А.т. различаются по характеру физ. хим. процессов в теплоаккумулирующем материале — емкостные (водяные, галечные и т.п.) с накоплением теплоты в результате нагревания воды, гальки, грунта и т.п.; фазопереходные с накоплением теплоты при плавлении материала типа парафина, глицерина соли и т.п. и использованием теплоты, выделяющейся при его затвердевании; термохим. с использованием теплоты хим. реакций; по продолжительности аккумуляции — краткосрочные, обеспечивающие теплотребление в течение неск. часов или суток, и сезонные для теплотребления в



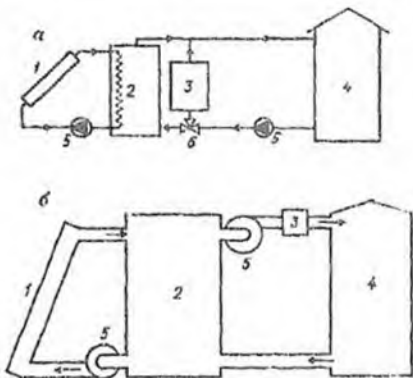
Аккумулятор теплоты галечный

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

течение отопительного сезона за счет теплоты, накопл. в теплый период года. В системах горячего водоснабжения и солнечного отопления используются низкотемп-рные А.т. (диапазон 30—95°C). Параметрами А.т. данного типа являются теплоаккумулирующая способность или энергоемкость, диапазон рабочей темп-ры и скорость подвода и отвода при их зарядке и разрядке. Энергоемкость водяного или галечного А.т. равна произведению массы (G) теплоаккумулирующего в-ва, его уд. массовой теплоемкости (c) и разности (Δt) его конечной и начальной темп-р. В случае фазопереходного А.т. энергоемкость больше на величину полной теплоты фазового перехода теплоаккумулирующего в-ва. Бак А.т. разделен перегородкой на две части — в нижнюю из коллектора солнечной энергии подводится теплота, а из верхней отводится теплота для отопления. При необходимости используется нагреватель. Галечный А.т. для системы воздушного отопления состоит из теплоизолиров. бункера на опорных бетонных блоках, обеспечивающих также распределение потока воздуха. Слой гальки расположен на сетке. При зарядке А.т. горячий воздух подводится через патрубок щелевидной формы, а отводится через др. патрубок такой же формы, при разрядке в него подается холодный воздух, а нагретый отводится. Подобный А.т. отличается большими размерами: при энергоемкости в 1000 МДж объем галечного А.т. почти в 4 раза больше объема водяного аккумулятора и в 17,5 раза больше объема аккумулятора с парафином.

Осн. преимущество фазопереходных А.т. — высокая плотность аккумуляции энергии, а следовательно, значит. меньшая масса и объем по сравнению с емкостными А.т. В крупных системах отопления для аккумуляции теплоты используются железобет. и стальные резервуары объемом до 50—100 тыс. м³, в к-рых горячая вода может сохранять при темп-ре 80—95°C до 5—8 тыс. ГДж теплоты. Для сезонного аккумуляции теплоты целесообразно использовать подземные водоемы, грунт, скальную породу и др. природные образования. Сезонные А.т. можно использовать совместно с тепловыми насосами, в этом случае их теплоаккумулирующая способность удваивается за счет более глубокого (до 5°C) охлаждения воды в резервуаре.

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



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

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

На схеме а показана схема А.с.с.о. с жидкостным коллектором солнечной энергии и отоплением нагретым воздухом. В коллекторе нагревается поступающий в верхнюю часть аккумулятора незамерзающий теплоноситель. Охлажд. теплоноситель возвращается насосом в коллектор из нижней части аккумулятора теплоты. Предусмотрены теплообменник для нагревания воздуха системы отопления и дополнит. нагреватель. Имеется подогреватель

воды, подключа. к аккумулятору теплоты через теплообменник. Внутри этого подогревателя предусмотрен дополнит. подогреватель, используемый, когда солнечной теплоты недостаточно, для подогрева воды до требуемой темп-ры.

А.с.с.о. характеризуется годовой теплопроиз-стью, кпд, степенью замещения топлива или долей солнечной энергии в покрытии тепловой нагрузки за месяц или год, годовой экономией топлива. К ним добавляются хар-ки экономич. эффективности гелиосистемы: себестоимость единицы отпущенной теплоты, капит. затраты и эксплуат. расходы, срок окупаемости. Цель теплового расчета А.с.с.о. — определение ее тепловой мощности, площади коллектора солнечной энергии и объема аккумулятора теплоты. Исходными данными служат: показатели климата местности (дневное кол-во суммарной и диффузной солнечной радиации, поступающей на горизонт. поверхность, и темп-ра наружного воздуха в течение года), эф-

проектировать системы, способные покрывать всю годовую тепловую нагрузку отопления и горячего водоснабжения. В системах с краткосрочным аккумулярованием теплоты оптим. степень замещения составляет 0,5, в системах с сезонным аккумулярованием — 0,8—0,9. К осн. конструктивным хар-кам А.с.с.о. относятся площадь поверхности коллектора солнечной энергии A и объем аккумулятора теплоты V . Определение этих величин — задача сложная, и наилучшим решением является динамич. моделирование системы. Упрощенно (весьма грубо) величину A , m^2 , вычисляют по ф-ле $A = Q_n / Q_c$, где Q_n — тепловая нагрузка отопления в марте, кВтч; Q_c — суточная теплопроиз-сть гелиосистемы, кВтч. Объем V , m^3 , аккумулятора теплоты — $V = Av$, где v — уд. объем теплового аккумулятора, m^3 на m^2 площади поверхности коллектора солнечной энергии.

Оптм. ориентация коллектора — южная, угол наклона его к горизонту равен

Общие рекомендации по системам солнечного отопления и горячего водоснабжения

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

фективный оптич. кпд и коэфф. тепловых потерь коллектора, среднемесячная тепловая нагрузка отопления, суточное потребление горячей воды и темп-ра холодной и горячей воды, уд. объем и коэфф. теплопотерь аккумулятора теплоты. Тепловая мощность коллектора Q_k , Вт, определяется по ф-ле $Q_k = AF_R [I_k(\tau\alpha) - k_k(t_r - t_n)]$, где A — площадь поверхности коллектора солнечной энергии, m^2 ; F_R — коэфф. отвода теплоты из него; I_k — плотность потока солнечной энергии на поверхность наклонного коллектора, $Вт/m^2$; $(\tau\alpha)$ — его эффективная поглощат. способность; k_k — коэфф. теплопотерь коллектора, $Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$; t_r — темп-ра теплоносителя на входе в коллектор, $^\circ C$; t_n — темп-ра наружного воздуха, $^\circ C$.

Тепловая мощность А.с.с.о. меньше мощности коллектора на величину теплопотерь в соединит. трубопроводах и аккумуляторе теплоты, а также неиспользуемого избыточного кол-ва получ. теплоты. А.с. требуют больших капиталовложений, поэтому экономически нецелесообразно

широте φ местности для систем горячего водоснабжения $\varphi + 15^\circ$ для системы отопления и $\varphi - 15^\circ$ для круглогодичных систем горячего водоснабжения. Осн. тенденции развития А.с.с.о. — совершенствование конструкций, упрощение и удешевление технологии изготовления и монтажа коллекторов солнечной энергии и аккумуляторов теплоты, использование комбинированных солнечно-теплонасосных систем отопления (теплоснабжения).

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

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

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

А.и. аэротенков подвержен вспуханию, к-рое чаще всего связывают с развитием нитчатых бактерий и нек-рых грибов. При вспухании структура хлопьев А.и. резко видоизменяется. Хлопья увеличиваются в размере, становятся рыхлыми. Вспухший А.и., обладающий чрезвычайно развитой поверхностью, имеет повышенную окислит. способность, может интенсивно использовать углерод нек-рых трудноокисляемых в-в, потребность в азоте и фосфоре у нитчатых бактерий существенно ниже, чем у обычных флокулиру-

ющих бактерий. Однако на практике использовать эти потенц. преимущества вспухшего ила затруднительно. Пружинящие нити бактерий, пронизывая хлопья, препятствуют их осаждению. Вспухший А.и. выносятся из вторичных отстойников, ухудшая качество очищенной воды. При вспухании очень сложно поддерживать необходимую дозу А.и. в аэротенке, что также влияет на качество очистки. А.и. с развитой нитчатой микрофлорой выгодно использовать для очистки производств. сточных вод с недостаточным кол-вом биогенных элементов. Эффективная очистка таких вод возможна при установке в аэротенке вертик. сит, через к-рые проходит поток воды. Нитчатые организмы, закрепляясь на этих ситах, хорошо очищают воду. Ил, прошедший через сито, легко осажается во вторичном отстойнике. Вспухание А.и. наблюдается при избытке углеводов в очищаемой воде или недостатке биогенных элементов, при уменьшении концентрации растворенного кислорода или резком изменении нагрузки на А.и. Универсального способа борьбы со вспуханием А.и. не найдено вследствие многообразия причин, вызывающих это явление. В условиях городских очистных станций бороться с развившимся вспуханием довольно трудно. При незначительном кол-ве нитчатых организмов в иле целесообразно уменьшение нагрузки на него. В качестве одной из мер рекомендуется подщелачивание воды до $\text{pH} = 9 \dots 9.4$.

Хим. состав А.и. обусловлен составом клеточного в-ва микроорганизмов. Сухое в-во А.и. состоит из органич. (беззольной) части и золы и представляет собой примеси, присутствовавшие в исходной сточной воде и трансформированные в биомассу, а также в-ва, адсорбированные хлопьями А.и. Элементный состав беззольной части А.и. (как и состав клеточного в-ва) определяется осн. органогенами: углеродом, кислородом, водородом, азотом. Соотношение этих элементов в беззольном в-ве А.и. зависит от состава обрабатываемых сточных вод, технологич. режима очистки и может существенно изменяться. В среднем на долю углерода приходится 50—52%, кислорода 29—33%, водорода 6—8%, азота 8—12%, беззольного в-ва А.и. Соотношение элементов в А.и. определено в 1952 и представлено в виде "формулы" клеточного в-ва $\text{C}_3\text{P}_7\text{NO}_2$. Эта формула используется для всех расчетов, связанных с кинетикой биохимич. процессов очистки воды и синтезом клеточного в-ва, точность ее для практич. целей оказывается достаточной. Значение удельной ХПК А.и. с таким соотношением осн. органогенов составляет 1,42 мг/мг.

Примерно 75—80% беззольного в-ва А.и. приходится на долю белков, жиров и углеводов, остальные 20—25% составляет негидролизуемый остаток. Более всего в

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

АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЯ

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

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

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

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

Комбинированные А.к.п.с.в. представляют собой спец. блоки (шкафы), в к-рых размещают несколько датчиков и преобразователей, напр. рН-метр, кон-

дуктометр, турбидиметр и термометр. Из комбинированных приборов по многожильным кабелям выводят сигналы преобразователей для обработки их на ЭВМ либо в простейших случаях для записи на диаграммы. Эти приборы применяют на постах контроля природных вод или на сбросных каналах крупных очистных сооружений канализации.

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

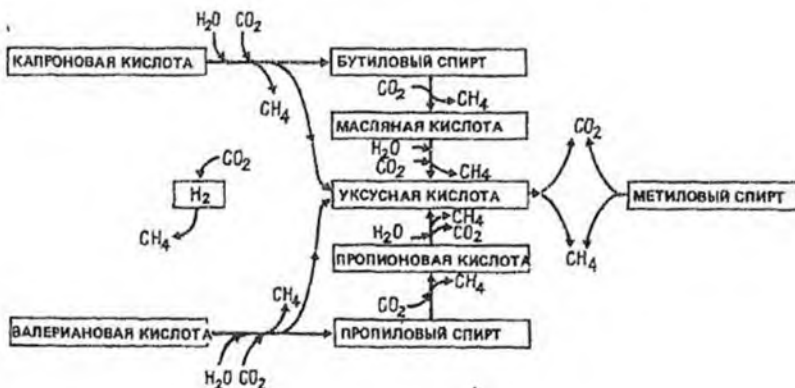
АНАЭРОБНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ, метановое сбраживание — один из осн. методов обработки осадков городских сточных вод.

Цель — предотвращение загнивания осадков и их обезвреживание. Совокупность превращений органич. компонентов осадков при сбраживании, по схеме Баркера, состоит из кислой и щелочной (метановой) стадий. Первую стадию осуществляют кислотообразующие бактерии. Благодаря разнообразию физиологич. групп и метаболич. взаимоотношениям между отдельными видами кислотообразующих бактерий биохим. деструкции подвергаются все компоненты осадков: жиры, белки, углеводы. Под действием разнообразных гидролаз сложные органич. составляющие осадков подвергаются внеклеточному гидролизу, превращаясь в соединения, доступные для питания клеток бактерий. Внутриклеточное окисление продуктов ферментативного гидролиза белков, жи-

ров и углеводов приводит к образованию конечных продуктов первой стадии сбраживания осадков: низших жирных к-т (НЖК), спиртов жирного ряда, аммиака, водорода, диоксида углерода, сероводорода. Более 70% жирных к-т приходится на долю уксусной к-ты, примерно 25% составляют пропионовая и масляная к-ты. Кроме того, в процессе кислого брожения в незначит. кол-ве образуются муравьиная, валериановая, капроновая к-ты. Очевидно, кроме белков, жиров и углеводов кислотообразующие бактерии могут использовать и др. в-ва, способные сбраживаться. К числу таких в-в относятся пурины и пиримидины, есть данные о сбраживании алканов и ароматич. углеводородов. Щелочную или метановую стадию брожения осадков городских сточных вод осуществляют метаногенные бактерии, преобразующие продукты жизнедеятельности кислотообразующих бактерий в метан. Реакции метанообразования многоступенчатые и протекают с участием разнообразных ферментов и витамина B_{12} , входящего в метилтрансферазы. Биологич. роль этих реакций — получение клеткой необходимой энергии. Различают реакции двух типов: 1) осуществляемые бактериями, способными использовать уксусную к-ту и метиловый спирт и 2) бактериями, не способными к этому процессу и потребляющими в качестве донора водорода другие соединения. При ферментации уксусной к-ты и метилового спирта по реакции 1-го типа метан образуется в результате восстановления метильной группы. В реакциях 2-го типа синтез метана происходит путем восстановления диоксида углерода. Многие виды метаногенных бактерий восстанавливают CO_2 , используя молекулярный водород.

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

Схема превращения кислот и спиртов на стадии метанового брожения



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

pH в пределах 6, 8—7,5, — реакция среды. Образующийся в процессе брожения CO_2 частично переходит в р-р. Между р-ром и газовой фазой устанавливается подвижное равновесие.

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

Процесс анаэробной стабилизации осадков реализуется в одно- и двухступенчатых схемах. Сбраживание по одноступенчатой схеме может осуществляться с рециклом части сброженного сгущенного осадка или без него. Двухступенчатые схемы применяют с целью либо отделения иловой воды и уменьшения объема сброженного осадка, либо интенсификации

процесса брожения. В первом варианте необходимо предусматривать возврат иловой воды в начало очистных сооружений, что приводит к повышению нагрузки на них и ухудшает качество очищенной воды. Вторым вариантом двухступенчатых схем основан на использовании принципиальных физиологич. различий кислотообразующих и метаногенных бактерий и проведении каждой стадии брожения в отд. сооружении. Процесс получил название фазовой сепарации. Процесс анаэробной стабилизации позволяет получить стабильный, незагнивающий осадок. Наличие в нем соединений азота, фосфора и калия позволяет использовать осадок в качестве удобрения в с.х-ве. Образующийся биогаз, имеющий теплотворную способность около 21000 кДж/м³ (5000 ккал/м³), обычно используют в котлах для поддержания выбранного темп-рного режима сбраживания. Процесс контролируют по совокупности параметров, важнейшими из к-рых являются pH, бикарбонатная щелочность, НЖК, кол-во и состав биогаза.

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

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

Источником азота для метанообразующих бактерий служат аммонийные соединения, хотя отд. виды способны использовать нек-рые аминокислоты. К числу наиболее характерных особенностей метаногенных бактерий относится специфичность отд. видов по отношению к донору водорода, используемому в реакциях катаболизма. Большинство этих бактерий способно потреблять молекулярный водород, осуществляя энергетич. метаболизм хемолитотрофного типа. Однако для многих видов донором водорода могут быть органич. в-ва. В энергетич. реакция метанообразующие бактерии используют только относительно простые соединения: низшие жирные к-ты и соответствующие спирты. Избыточный активный ил, по-видимому, не содержит метаногенных бактерий, кол-во их в осадке из первичных от-

стойников также незначительно (50—500 клеток в 1 мл). Это примерно на 6—7 порядков ниже численности кислотообразующих бактерий.

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

АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ — комплекс средств защиты металлов и сплавов, металлич. изделий и сооружений от *коррозии*, к-рый необходимо предусматривать на всех стадиях произ-ва — от проектирования объекта до транспортировки, хранения готовых изделий, монтажа и эксплуатации. По механизму действия методы А.з.м. можно разделить на 2 осн. группы: электрохим., оказывающие влияние на потенциал металла, и механ.ч., изолирующие металл от воздействия окружающей среды защитной пленкой и покрытиями. К осн. методам А.з.м. теплотехнич. оборудования *котельных* и *ТЭЦ* относятся: легирование металлов, термообработка, ингибирование окружающей металл среды, *деаэрация* воды, водоподготовка, применение защитных покрытий, создание микроклимата и защитной атмосферы. Легированием при электрохим. коррозии металлов достигается перевод металла из активного состояния в пассивное, при этом образуется пассивная пленка с высокими защитными свойствами. Напр., легирование железа хромом позволило перевести железо в устойчивое пассивное состояние и создать целый класс сплавов, наз. нержавеющей стали. Термообработка металлов устраняет структурную неоднородность, вызывающую *коррозию металлов избирательную*, и снимает внутр. напряжения в сплавах, исключая тем самым их склонность к межкристаллитной и точечной

коррозии, к коррозии под напряжением. Это очень важно для оборудования ТЭЦ, работающего при высоких темп-рах и давлениях. Широко распространены *коррозионные ингибиторы*. Защитные покрытия делят на металлич. и неметаллич. В зависимости от потенциала металла они могут быть анодными и катодными по отношению к защитному металлу. Анодные покрытия уменьшают или полностью устраняют коррозию осн. металла в порах покрытия, т.е. оказывают электрохимич. защиту. Катодные покрытия могут усилить коррозию в порах, однако их частично применяют, т.к. они повышают физико-механ.ч. свойства металла, напр. износостойкость, твердость. Металлич. покрытия различают и по способу их получения. Для А.з.м. применяют также неорганич. покрытия, состоящие из окислов, фосфатных, хроматных, фторидных и др. сложных неорганич. соединений. Неорганич. покрытия наносятся хим. и электролитич. методами. К неорганич. покрытиям, получаемым горячим способом, относится эмалирование, широко распростран. в бытовой технике и для защиты металлов от газовой коррозии при высоких темп-рах. При длит. хранении и транспортировке металлич. изделия и запасные части подвергают консервации.

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

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

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

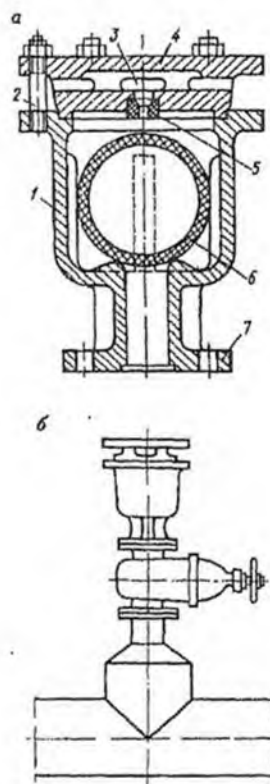
Защита от наружной коррозии путем поддержания определ. тепловых режимов основывается на зависимости интенсивности коррозии от темп-ры поверхности стальной трубы. Т.к. при темп-рах 20—30 и 90—95°C скорости коррозии снижаются в 4—5 раз, желательна темп-ра в подающем трубопроводе не ниже 90°C (см. также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

АНТРАЦИТ (от греч. anthrakis) — ископаемый уголь, имеющий низшую

теплоту сгорания рабочего состава 27 МДж/кг и выход летучих в-в около 7%. Черный, часто с сероватым оттенком, иногда с пестрой побелалостью, с сильным металлич. блеском А. имеет влажность 1—3%. В его горючей массе содержится углерода 93,5—97%, водорода 1—3%, кислорода и азота 1,5—2%. Горит коротким пламенем и бездымно. По объемному выходу летучих в-в А. делят на 2 промышленных марки — полуантрациты и собственно А. А. залегают в виде пластов различной мощности.

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

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



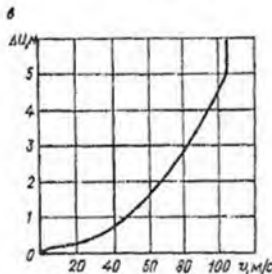
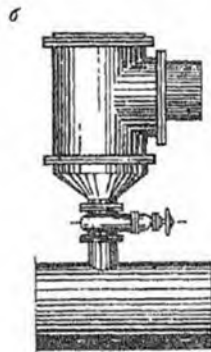
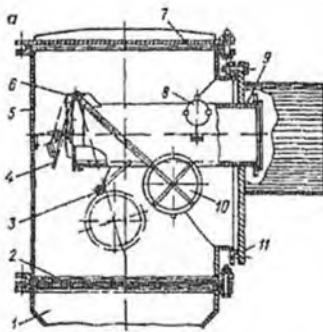
Шаровой вентуз $D_y = 50$ мм (а) и схема установки его на водоводе $D_y = 1000$ мм (б)

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

Вентузы могут быть шаровыми, рычажными и мембранными. Они рассчитаны на меньшую пропускную способность воздуха при низких давлениях воды в трубопроводе. Диаметр присоединительного патрубка вентузов обычно 50 мм. На схеме приведен шаровой вентуз.

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

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



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

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

лотниковые, мембранные; по режиму работы — непрерывного, порционного или повторно-кратковременного действия. Конструкции А.т. водоразборной отличаются большим разнообразием и в общем случае включают: жесткие или гибкие подводные патрубки; корпус; запорные элементы, управляемые вручную с помощью одной или двух рукояток, полуавтоматич. или автоматич. светолучевыми, ультразвуковыми или тепловыми датчиками, работающими в повторно-кратковременном режиме; жесткие, гибкие или поворотные изливы с аэраторами, струеупрямителями или душирующими на-

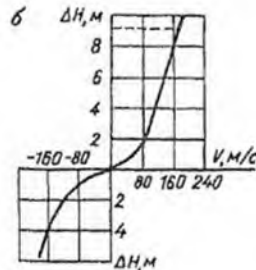
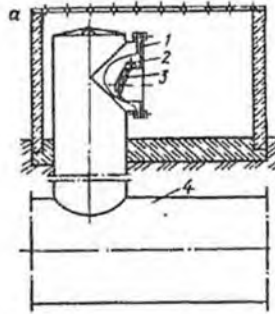
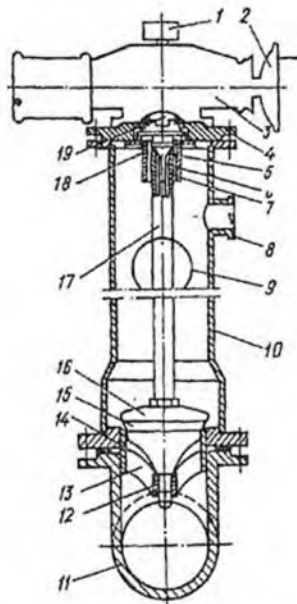


Схема установки клапана для впуска и заземления воздуха (а) и зависимость потерь напора ΔH от скорости впуска воздуха (б)

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



Устройство с электроприводом для отбора воды из подземных водопроводов

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

садками, обеспечивающими соответственно сплошную или раздробленную струю воды; переключатели потока для поочередного включения компактной струи или душа; элементы крепления. Сан.-тех. водоразборную А.т. устанавливают непосредственно на приборе или над ним и присоединяют к трубопроводам систем горячего и холодного водоснабжения.

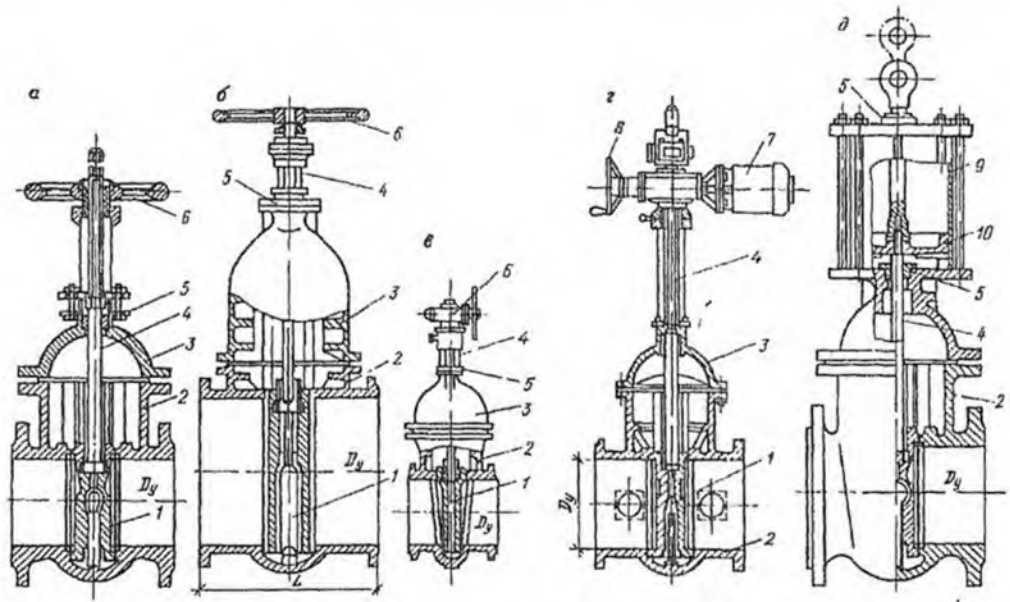
Уличные колонки для отбора воды на хоз.-бытовые нужды, устанавливаемые на наружной водопроводной сети, обеспечивают полную герметизацию трубопроводов от попадания загрязнений извне. Наземные и подземные пожарные гидранты используют для отбора воды на пожаротушение, а также заполнения автоцистерн. Наземные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

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

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

Схемы задвижек

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



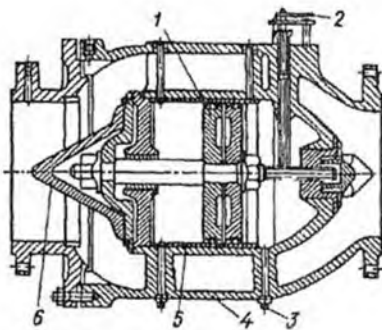
ным и невыдвижным шпинделем. Первый при вращении совершает поступат. движение, второй — только вращат. Выдвижной шпиндель имеет большую высоту в положении "открыто" — на величину хода шпинделя. Задвижки бывают плоскими, овальными, круглыми соответственно на низкое, среднее и высокое давления. Их изготавлиют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

дом. Задвижки больших диаметров оборудуют обводными линиями, на к-рых устанавливают задвижки меньших диаметров для выравнивания давления до и после запорного органа.

Соединение задвижек с трубопроводом — фланцевое. Достоинство задвижек — герметичность; недостатки — значит. масса, габариты, стоимость и неравномерное возрастание гидравлич. сопротивления в процессе закрытия. Задвижки нецелесообразны для регулирования подачи, т.е. не рассчитаны на работу в положении частичного открытия. Предпочтительны задвижки с уплотнением из эластомеров. Существуют бесфланцевые задвижки, исключая трудности эксплуатации фланцевых соединений на болтах. Установка задвижек на трубопроводах может осуществляться в колодцах, камерах

или непосредственно в грунте. К многоцелевым относятся кольцевые задвижки, к-рые могут работать в качестве запорного устройства, обратного клапана, дросселирующего устройства, регулятора давления, сбросного устройства, регулятора уровня. Недостатками этих задвижек являются сложность изготовления и высокая стоимость.

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

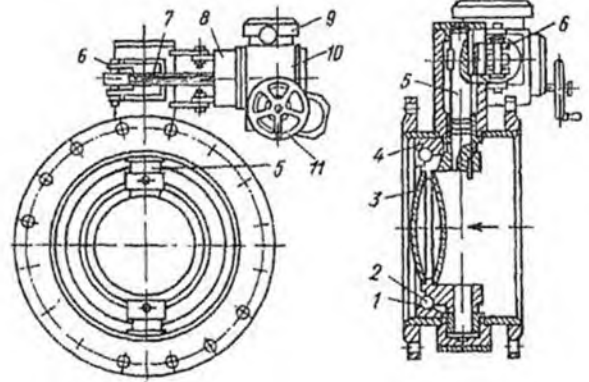


Кольцевая задвижка

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

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

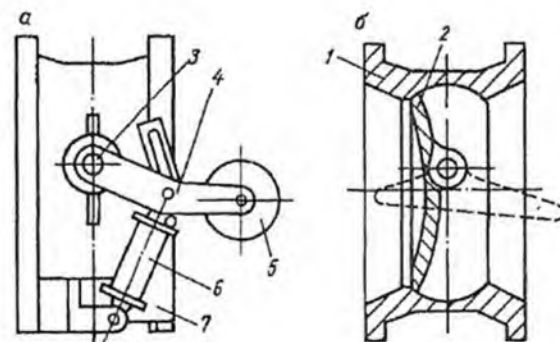
1 — прижимное кольцо; 2 — резиновое кольцо; 3 — диск; 4 — седло; 5 — вал; 6 — рычаг; 7 — шпиндель; 8 — бугельный узел; 9 — концевые выключатели; 10 — электропривод; 11 — ручной штурвал



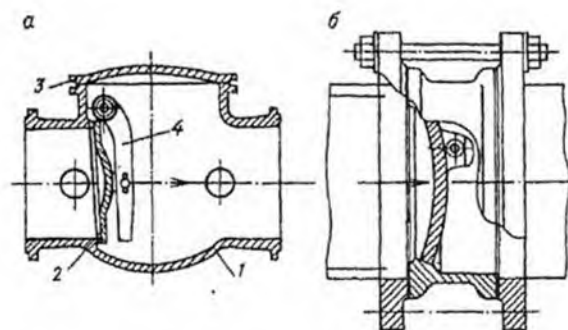
вый поворотный затвор с уплотнением на диске показан на схеме в закрытом состоянии. ДПЗ могут иметь механический, электрический или гидравлический приводы.

А.т. запорно-предохранительная предназначена для отключения трубопроводов при возникновении обратного тока воды. К этой А.т. относятся обратные клапаны различных конструкций на условное давление $P_y = 0,25 \dots 4,0$ МПа с регулируемым и нерегулируемым за-

крытием. Первые выпускают диаметрами 200—1000 мм. Они предназначены для безударного отключения трубопроводов и для установки на автоматизированных насосных станциях, предусматривающих пуск и остановку агрегатов на открытую запорную арматуру. Эти клапаны широко используются для защиты от гидравлических ударов. Обратные клапаны с односторонней подвеской, закрытие которых регулируемо, выпускают диаметрами 50—150 мм. При установке обратных клапанов по длине водовода в качестве противоударной защиты место их расположения определяется расчетом переходных процессов.



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



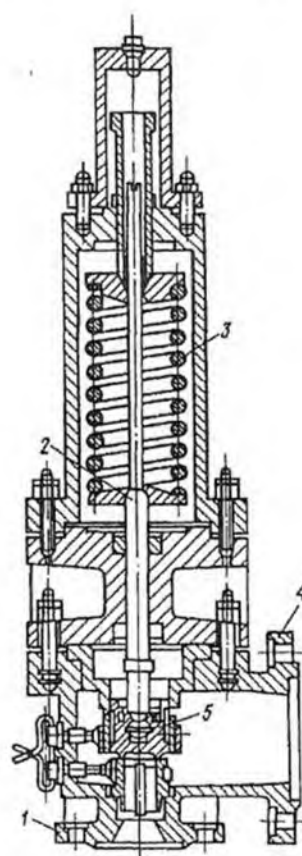
Клапан обратный поворотный с регулируемым закрытием
а — типа "защелка"; б — безударный; 1 — корпус; 2 — тарель клапана; 3 — крышка корпуса; 4 — рычаг

крытием. Первые выпускают диаметрами 200—1000 мм. Они предназначены для безударного отключения трубопроводов и для установки на автоматизированных насосных станциях, предусматривающих пуск и остановку агрегатов на открытую запорную арматуру. Эти клапаны широко используются для защиты от гидравлических ударов. Обратные клапаны с односторонней подвеской, закрытие которых регулируемо, выпускают диаметрами 50—150 мм. При установке обратных клапанов по длине водовода в качестве противоударной защиты место их расположения определяется расчетом переходных процессов.

А.т. предохранительная — устройства для автоматического ограничения давления и расхода потока. Распространен-

ны воздушно-гидравлические колпаки, водонапорные колонны и сбросные устройства, ограничивающие давление в трубопроводах при переходных процессах в системах водоподачи. Воздушно-гидравлические колпаки — стальные сосуды, установленные на трубопроводе и заполненные в верхней части воздухом примерно на 2/3 объема при статическом давлении. К достоинствам воздушно-гидравлических колпаков относятся простота устройства, отсутствие сброса воды из трубопровода, высокая степень гашения гидрав-

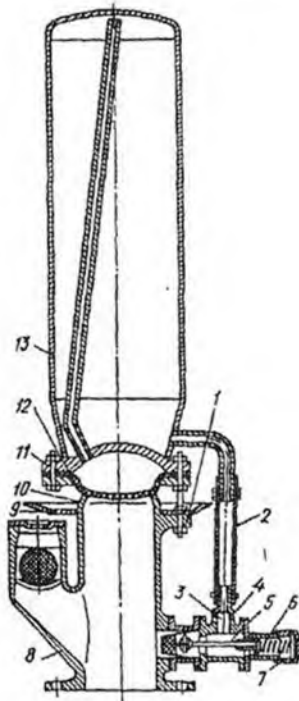
лических ударов, к недостаткам — быстрое уменьшение в них запаса воздуха в результате растворения его в воде, громоздкость. Вместо колпаков для гашения гидравлических ударов могут использоваться водонапорные колонны, имеющие открытую поверхность. К сбросной А.т. относятся специальные клапаны и устройства различных конструкций, срабатывающие при гидравлических ударах, начинающихся: 1) с волны повышения давления или 2) с волны понижения его. К первой группе относятся предохранительные разрывные мембраны, предохранительные пружинные клапаны и устройства, ко второй — гасители гидравлических ударов. Предохранительные разрывные мембраны — диски, изготовленные из стали, чугуна и др. материала-



Клапан пружинный предохранительный
1 — клапан; 2 — шток; 3 — пружина; 4 — сбросный патрубок; 5 — соединительный фланец

лов, разрушающихся при давлении воды, превышающем расчетное; при этом часть жидкости сбрасывается и давление в трубопроводе падает. Их устанавливают на отводном трубопроводе за постом открытой задвижкой. После разрушения мембраны задвижку закрывают только на время замены мембраны. Клапаны пружинные предохранительные устанавливают в местах, где существует опасность повышения давления. Клапан срабатывает при давлении в водоводе, превышающем допустимое. Промышленность выпускает клапаны диаметром 25—200 мм, которые устанавливают на трубопроводах диаметрами до 800 мм.

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



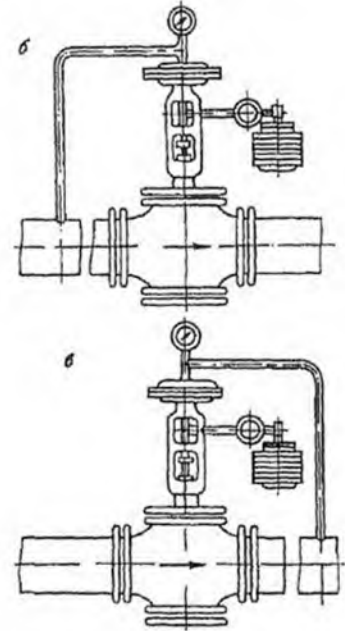
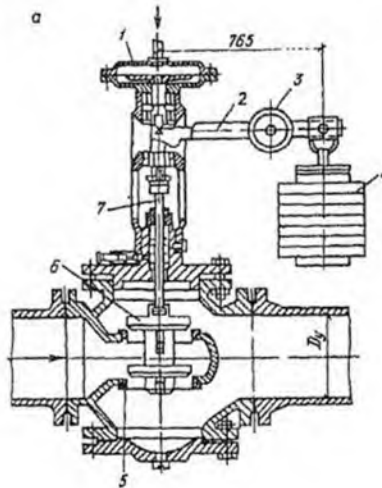
Клапан защитный гидравлический

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

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

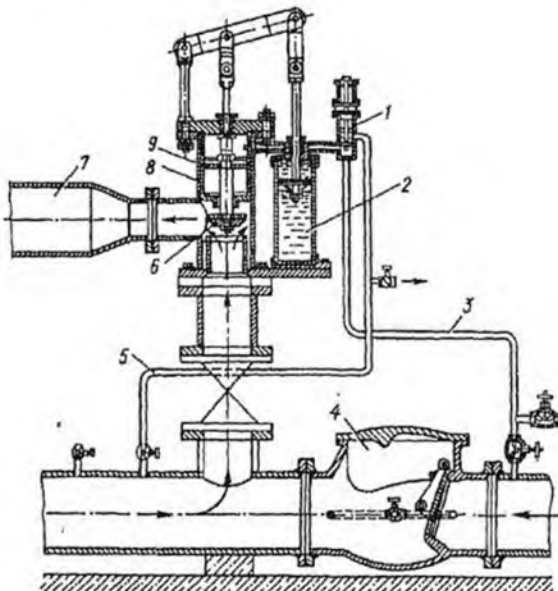
Регулирующую А.т. применяют для поддержания в напорных системах во-

доснабжения на требуемом уровне расхода или давления. Регулирование давления необходимо в тех случаях, когда в распределит. и магистр. трубопроводах оно значит. отличается от требуемого. Давление воды можно регулировать с помощью спец. клапанов, а также регуляторов давления на базе дисковых поворотных затворов



Регулятор давления

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



Гаситель гидравлических ударов

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

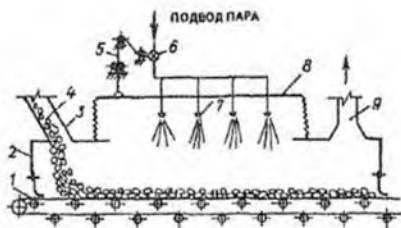
ров и кольцевых задвижек. Они могут автоматически поддерживать давление "после себя" или "до себя".

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

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

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

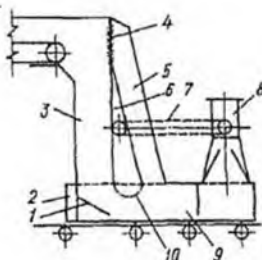
АСПИРАЦИОННАЯ УСТАНОВКА — совокупность устройств для удаления пыли из укрытий и транспортировки ее в воздухопроводах, очистки воздуха от пыли и удаления его в окружающее пространство. А.у. могут быть децентрализов. и централизов. Первые локализируют одну



Комбинированная аспирационная установка с установкой паробеспыливания

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

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



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

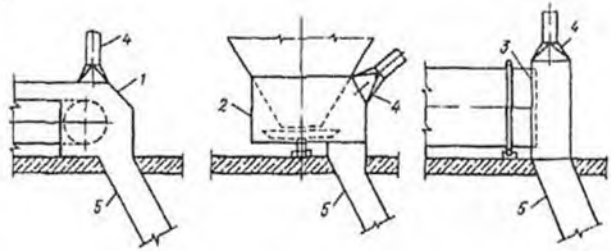
1 — отбойный щиток; 2 — внешн. корпус укрытия; 3 — загрузочный желоб; 4 — железная решетка; 5 — байпас; 6 — камера между стенками желоба и байпасом; 7 — доп. воздуховод; 8 — аспирац. воздухопровод; 9 — внутренн. корпус укрытия; 10 — перфорир. сетка

АСПИРАЦИОННОЕ УКРЫТИЕ — устройство, выполн. в виде разл. полостей, кожухов, местных отсосов и предназнач. для локализации выделяющейся пыли. А.у. присоединяют к системе аспирации или ас-

воздухопроводах и воздухопроводах с углом наклона более 60° скорость движения принимают не менее 10—12, в горизонт. и с углом наклона до 60° — не менее 18 м/с.

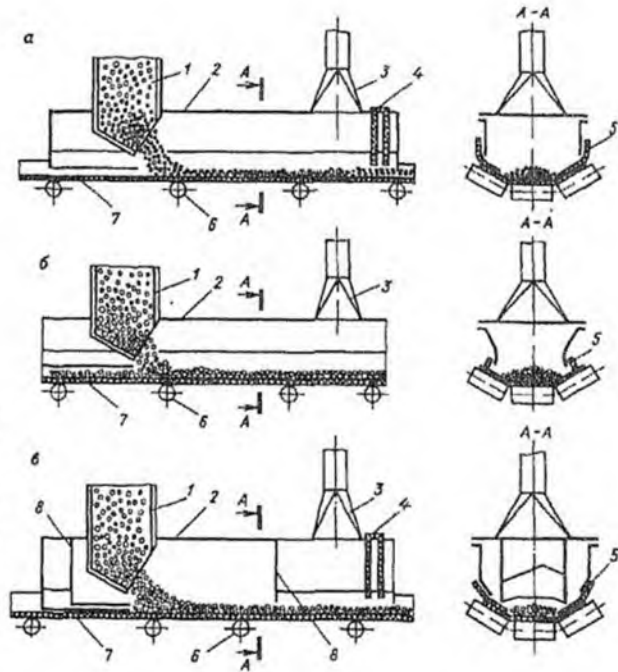
Аспирационные укрытия

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



Аспирационные укрытия узлов перегрузки материала на ленточные конвейеры

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



пирационной установке через аспирац. патрубок, представляющий собой переход (воронку), расширенной частью присоединяемый (присоединяемую) к А.у. или непосредственно к оборудованию, а суженной — к аспирац. воздухопроводу. Скорость входа в патрубок составляет 0,7—2 м/с в зависимости от вида и дисперсности перерабатываемых измельч. материалов. Аспирац. воздухопровод — закрытый канал для транспортировки пылевоздушной смеси от А.у. до пылеуловителя или вентилятора. В вертик.

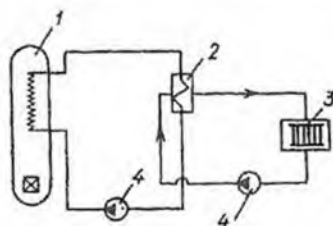
АСПИРАЦИЯ — удаление пыли или др. вредных в-в с места их образования при работе технологич. оборудования или инструмента, во время пересыпки, разгрузки и т.п. с последующей ее транспортировкой и очисткой воздуха. Осуществляется с помощью местных отсосов и вентиляц. укрытий (зонтов, панелей и пр.), систем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

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

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

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

АТОМНЫЕ ИСТОЧНИКИ ТЕПЛОТЫ — тепловые станции, использующие для получения тепловой энергии расщепляющееся (ядерное) топливо. Производство тепловой энергии из ядерного горючего для *централизованных систем теплоснабжения* возможно при *нерегулируемом отборе пара* от конденсат. паровых турбин АЭС; при совместном получении тепловой и электр. энергии в комбина-



Принципиальная схема преобразования энергии расщепления ядерного горючего в тепловую энергию (схема АСТ)
1 — атомный реактор; 2 — сетевой теплообменник; 3 — потребитель теплоты; 4 — насосы

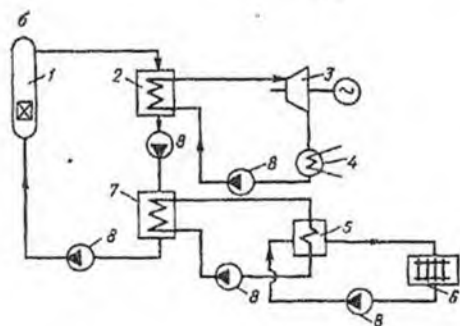
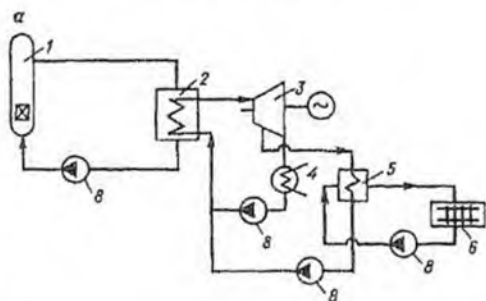
ров. схемах на АТЭЦ и атомных станциях теплоснабжения (АСТ).

Схема АЭС, в к-рой пар, направляемый в турбину, производится реактором, наз. *одноконтурной*. В такой АЭС все оборудование работает в радиационно-активных условиях. В *двухконтурных АЭС* контуры независимого *теплоносителя* и рабочего тела разделены. Теплоноситель, циркулирующий в первом контуре, является источником теплоты для второго контура, в парогенерирующем устройстве к-рого образуется пар для паротурбинной установки. В этом случае рабочее тело обладает малой радиац. активностью. В *трехконтурных АЭС* имеется дополнит. промежуточный контур. В последнем варианте АТЭЦ в первом контуре теплоноситель из атомного реактора направляется в парогенератор, где охлаждается и возвращается в реактор. Во втором контуре рабочее тело (вода) вводится в парогенера-

тор, испаряется и в виде водяного пара направляется в турбогенератор для преобразования его энергии в электрическую. Отработ. пар из турбины направляется в конденсатор; вода насосом возвращается в парогенератор. Часть пара отбирается из турбины и направляется в сетевой *теплообменный аппарат*, откуда после охлаждения и конденсации насосом перекачивается в парогенератор. В третьем контуре вода нагревается в сетевом теплообменнике и подается потребителю, от к-рого насосом направляется в сетевой теплообменник. Возможна схема, в к-рой теплофикац. контур включен непосредственно в реактор через второй установленный последовательно парогенератор. В этой схеме, также являющейся трехконтурной, пар образуется в парогенераторе и направляется в сетевой теплообменник, где теплота передается воде третьего контура, подающей тепловую энергию потребителю. Парогенератор атомной станции — рекуперативный теплообменный аппарат, применяемый для произ-ва рабочего пара за счет теплоты, вносимой в него теплоносителем, является обязательным элементом любой двух- или трехконтурной схемы. Применение АТЭЦ целесообразно при больших единичных мощностях (свыше 1500 МВт). При меньших мощностях, а также для получения низкотемп. теплоты (в виде горячей воды и пара) более рационально одноцелевое преобразование ядерной энергии в тепловую на АСТ. Как правило, АСТ двухконтурные: 1-й контур — атомный реактор и сетевой теплообменник; 2-й — сетевой теплообменник и потребитель теплоты. Эта схема технологически проще, чем схема АТЭЦ, и менее капиталоемкая. АСТ работают при более низких параметрах воды в первом контуре ($P = 1,6...2$ МПа, темп-ра 170°C). При этом источник энергии с меньшим уровнем темп-р и давлений, с меньшей по сравнению с АТЭЦ напряженностью активной зоны требует более дешевых технич. решений.

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

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

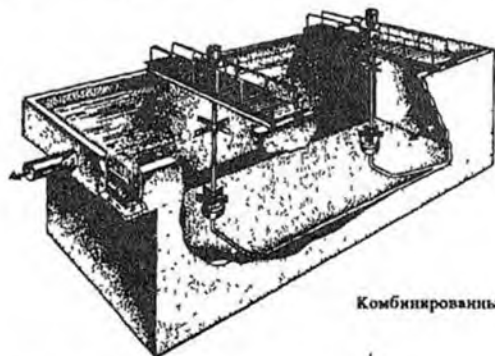


Принципиальная схема АТЭЦ с подачей теплоты в теплофикационный контур

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

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

АЭРАТОР КОМБИНИРОВАННЫЙ — устройство для насыщения жидкости кислородом воздуха, сочетающее элементы пневматич. и механич. аэраторов. В нек-рых конструкциях А.к. исполь-



Комбинированный аэратор

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

АЭРАЦИЯ ЗДАНИЙ — организ. еств. воздухообмен общеобменной бесканальной вентиляции, происходящей под действием гравитац. и ветрового давления или при их совместном действии. Суть А.з. наиболее просто может быть

представлена в виде действия гравитац. сил, когда более плотный воздух (обычно наружный) вытесняет из помещения менее плотный (внутр.). Наружный воздух поступает в помещение через приточные аэрац. отверстия в нижней части здания, а внутр. (уходящий) удаляется наружу через створки аэрационных фонарей. Широкое применение А.з. в производств. помещениях обусловлено незначит. эксплуатац. затратами. Область действия А.з. ограничена в след. условиях: если предъявляются жесткие требования к мик-

роклимату помещения, напр. при кондиционировании воздуха; при поступлении наружного воздуха в помещение с влаговыделениями; если в помещении имеются значит. пыле- и газовыделения и их проникновение с вытяжным воздухом наружу может загрязнять окружающую среду. В теплое время года А.з. можно применять практически для всех произ-в, кроме тех, где по условиям технологии требуется обработка (очистка, увлажнение, осушка и т.д.) приточного наружного воздуха. Для организации А.з. в холодный период необходимо наличие избытков теплоты в помещении, достаточных для нагревания поступающего наружного воздуха. Наиболее просто организуется А.з. для одноэтажных зданий с наружными ограждениями (однопролетные цехи). Применение А.з. для двух- и трехпролетных це-

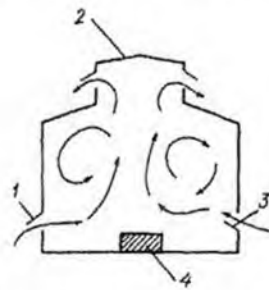


Схема аэрации

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

хов, а также для многоэтажных цехов возможно, но связано с определ. технич. трудностями.

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

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

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

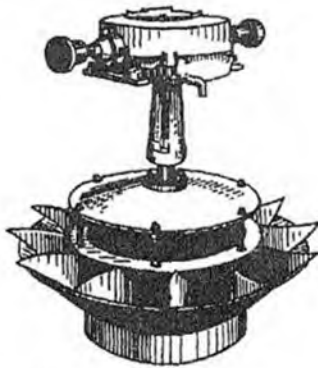
вания воздуха понимается отношение $n = O_2 / V_b dH$, где O_2 — кол-во растворенного кислорода в жидкости, г/ч; V_b — кол-во воздуха, подаваемое в бассейн, м³/ч на 1 м³ сточной воды; H — глубина аэрац. бассейна, м; d — поддерживаемый дефицит кислорода, доли единицы, определяемый по формуле $d = (C_n - C_p) / C_n$, где C_n — концентрация насыщения (растворимость) кислорода при данной темп-ре, г/м³; C_p — поддерживаемая в бассейне концентрация растворенного кислорода, г/м³.

Эффективность аэрации — это расход электроэнергии, кВтч, на растворение 1 кг O₂.

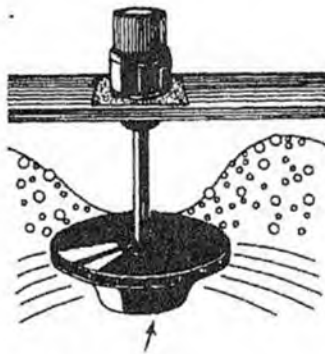
При аэрации пневматической сточных вод воздух обеспечивает как перемешивание и насыщение жидкости кислородом, так и поддержание во взвешенном состоянии нераствор. органич. и минер. примесей, предотвращая их оседание на дно аэрац. бассейна. При этом затраты энергии на подачу кислорода значительно превышают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

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

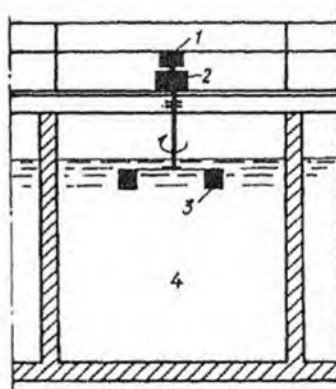
Импеллерные аэраторы характеризуются глубоким расположением ротора под слоем жидкости. Атмосферный воздух вовлекается в зону действия ротора через вертикал. трубу или через пустотелый вал привода ротора. Струи жидкости, срываясь с лопастей ротора, вовлекают воздух из межлопастного пространства в окружающую аэратор жидкость. Произ-сть импеллерных аэраторов мала, а затраты электроэнергии на подачу воздуха сравнительно с др. аэраторами высоки, поэтому их практически не применяют. Поверхностные механич. аэраторы получили широкое распространение на малых и средних очистных сооружениях. Опыт эксплуатации механич. аэраторов с



Аэратор "Симплекс"



Аэратор BSK-турбина



Дисковый аэратор

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

горизонт. осью вращения выявил их существенные недостатки: они неравномерно нагружены относительно оси вращения, т.к. нижняя часть цилиндра вращается в воде, а верхняя — в воздухе; под действием собств. массы аэратора создается экс-

центриситет нагрузки на подшипники, в связи с чем они ненадежны и недолговечны в работе. Поэтому эти аэраторы практически перестали применять. Аэраторы с вертикал. осью вращения лишены перечисленных недостатков и находят широкое применение в отечественной и зарубежной практике очистки сточных вод.

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

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

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

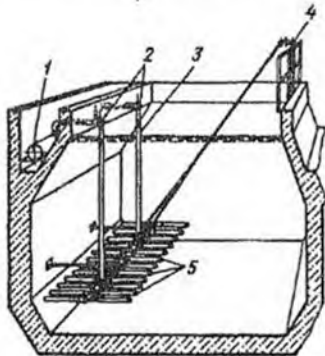
Стоимость насыщения сточной воды кислородом воздуха механич. аэраторами в 1,5—2 раза ниже, чем пневматич. Однако механич. аэраторы имеют сравнительно ограничен. произ-сть по кислороду, поэтому при значит. мощностях очистных сооружений может потребоваться большое их число. В этом случае усложняются компоновка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

АЭРАЦИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ СТОЧНЫХ ВОД — насыщение последних кислородом воздуха, забираемого из атмосферы и под давлением подаваемого в аэрац. бассейн по магистральным и распределит. трубопроводам и каналам. В зависимости от размера воздушных пузырьков на выходе из аэратора А.п.с.в. может быть мелко- или крупнопузырчатой. В мелкопузырчатой системе аэрации диаметр пузырьков не превышает 2,5 мм, что позволяет получить большую площадь межфазовой поверхности и обеспечить подъем пузырьков через слой жидкости со скоростью, достаточной для интенсивного переноса кислорода из пузырька в жидкость (пузырьки меньшего размера задерживаются в жидкости, увеличивая ее газонасыщенность). Для получения пузырьков такого размера применяют фильтросные пористые керамич. или пластмассовые пластины (диффузоры). В нашей стране наибольшее распространение получили фильтросные пластины размером 300x300x35 мм и фильтросные трубы различных длин и диаметров, изготовленные из огнеупорного шамота с жидким стеклом путем формовки под давлением, сушки и последующего обжига. Такие пластины имеют размер пор 100—300 мкм, обладают хорошей проницаемостью, позволяющей пропускать через одну пластину 80—120 л воздуха в 1 мин. Пластины укладывают поверх воздушных каналов, специально устраиваемых в днище аэротенка с тщательной заделкой щелей цементным



Купольные диффузоры

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



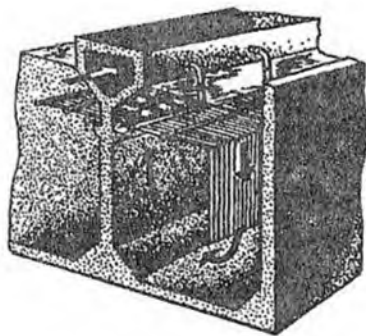
Аэрационный агрегат из пористых труб

1 — воздухопровод; 2 — шарнир; 3 — воздухоподводящие стойки; 4 — переносная лебедка; 5 — пористые трубы

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

Вибрационные диспергаторы воздуха клапанного типа в меньшей степени подвержены засоряемости, вследствие чего исключается необходимость биологич. зарастания фильтров. Действие этих диспергаторов основано на пропуске воздуха под давлением через клапан диаметром 5—15 см, при этом подвижный элемент клапана приподнимается над гнездом и по его окружности между ним и гнездом образуется зазор в десятые доли мм, через который проходит 2,5—36 м³/ч воздуха. Эти диспергаторы также ввинчиваются в трубопровод, прокладываемый по дну, либо в плиту, перекрывающую воздухораспределит. канал в днище аэротенка. Вибрационные диспергаторы изготовляют из некорродирующего материала. Опыт показывает, что при попадании загрязнений под клапан диспергатор перестает нормально работать. Несмотря на указ. недостатки, система аэрации мелкопузырчатым воздухом (особенно для крупных и средних очистных сооружений) в аэротенках применяется наиболее широко благодаря высокой степени использования подаваемого воздуха, надежному воздухоподводящему оборудованию, накопленному опыту ее расчета, проектирования и эксплуатации.

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



Аэратор системы ИНКА

муникаций. Простота изготовления, монтажа и эксплуатации аэраторов в ряде случаев (особенно на малых, а иногда и средних очистных сооружениях) может оказать решающее влияние на выбор системы аэрации. Наиболее простым вариантом аэратора являются трубы диаметром 30—50 мм с открытыми концами, опущенные вертикально в жидкость на глубину 0,3—0,5 м от дна при расположении воздухоподводящего трубопровода выше уровня жидкости (как правило, на продольных стенах или перегородках аэрац. бассейна). Могут использоваться и перфорированные воздухоподводящие трубы, укладываемые по дну бассейна или на нек-ром (0,3—0,5 м) возвышении над ним. Диаметр перфорации колеблется в широких пределах (от 1—2 до неск. мм) в зависимости от качества сточных вод. Эффективным способом диспергирования крупных пузырей воздуха является выпуск его через спец. насадки — диспергаторы в виде крестовины из четырех коротких трубок с внутренними отверстиями 0,3—1,8 см. Иногда такие крестовины снабжаются диском или куполом для дефлекции выходящих из них воздушных струй и усиления турбулентности в воде в зоне выхода воздуха из аэратора. Насадки, рассчитанные на пропуск 12—18 м³/ч воздуха, ввинчивают через полый патрубок в воздухоподающий трубопровод через 0,3—0,6 м. Применяют и насадки с регулируемым расходом воздуха через них. Помимо трубчатых насадок используют и щелевые в виде гребней, пропускающих 4,8—18 м³/ч воздуха. Гребни могут насаживаться как непосредственно на воздухо-распределитель, так и на перпендикулярные к нему отводные трубы, что позволяет образовывать пространственную рамную конструкцию в виде решетки, к-рая может быть поднята на поверхность для осмотра и ремонта аэратора. Особое место занимает так называемый низконапорный аэратор, получивший наз. "система ИНКА". Этот аэратор в виде решетки из перфорированных труб погружается в жидкость на глубину 0,8—1 м от поверхности на стояках, шарнирно прикрепленных к воздухопод-

водящему трубопроводу на поверхности. Благодаря неглубокому расположению аэратора требуется и небольшое давление воздуха, к-рое может быть обеспечено воздуходувками вентиляторного типа. КПД этих воздуходувок на 15—20% выше КПД воздуходувок компрессорного типа, что в значит. степени компенсирует невысокий процент использования кислорода и необходимость подачи значит. больших объемов воздуха для обеспечения нормальных гидродинамич. и кислородных условий в аэрац. бассейне. Воздуходувки этого типа могут быть установлены в легких укрытиях вблизи аэротенков, а воздух может подаваться по железобетон. каналам, устраиваемым на продольных стенах или перегородках аэрац. бассейна. Затраты электроэнергии на подачу кислорода через низконапорные аэраторы примерно такие же, как через диффузоры.

АЭРОБНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ ОСАДКА — длительная (в течение неск. сут) аэрация избыточного *активного ила*, смеси его с осадком сточных вод из первичных отстойников и др. нетоксичными осадками в сооружениях, аналогичных *аэротенкам*. В результате протекающих при этом процессов биохимич. деструкции органич. в-ва (минерализации осадка) повышается устойчивость осадка к загниванию, улучшаются сан. условия его обезвреживания, хранения или утилизации. Впервые возможность глубокой деструкции органич. в-ва осадка в процессе длит. аэрации была установлена в 1937 в США. В 1950 в США был разработан процесс стабилизации активного ила посредством продленной аэрации непосредственно в аэротенках при очень низких нагрузках [не более 0,05 г БПК/(г ила·сут)]. Избыточный активный ил при этом практически не образуется. Достоинство этого процесса — простота конструктивного оформления и эксплуатации, недостаток — значит. объем аэротенков. Экономически целесообразно применение процесса продленной аэрации на очистных сооружениях пропуск. способностью до 2000 м³/сут (в осн. до 500 м³/сут).

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

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

временном снижении концентрации мелкодисперсных компонентов.

Основные параметры А.с.о. — продолжительность аэрации и уд. расход воздуха — определяются конечной целью процесса. Для получения глубоко минерализ. осадка продолжительность аэрации составляет: активного ила — 2—7 сут, смеси активного ила с осадком из первичных отстойников — 8—12 сут при темп-ре 20°С, при снижении темп-ры на 10°С продолжительность процесса увеличивается в 2—2,2 раза. Уд. расход воздуха — 1—2 м³/ч на 1 м³ объема стабилизатора.

Для улучшения водоотдающей способности продолжительность аэрации активного ила должна составлять 1—3 сут, а смеси его с осадком из первичных отстойников — 3—8 сут. Уд. расход воздуха определяют исходя из наличия легкоокисляемого органич. в-ва при условии, что интенсивность аэрации в стабилизаторе не менее 5 м³/м³.

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

Традиционно А.с.о. применяют для обработки избыточного активного ила или смеси его с осадком из первичных отстойников на очистных сооружениях пропуск. способностью до 50 тыс. м³/сут. Технологич. схемы, предусматривающие сочетание анаэробного сбраживания осадков в *метантенках* и аэробной стабилизации, применяют на очистных сооружениях большей пропуск. способности, что позволяет получить экономич. эффект, особенно при утилизации метана.

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

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

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

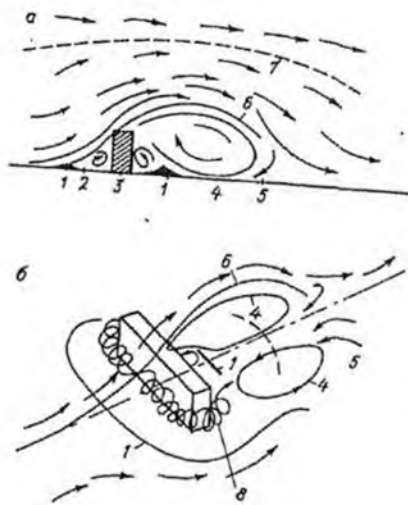


Схема обтекания здания потоком воздуха

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

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

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

АЭРОДИНАМИКА ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЛОЩАДКИ — часть аэродинамики, изучающая закономерности движения воздуха в пределах группы зданий близко располож. зданий пром. предприятия или гор. р-на. Зоны аэродинамич.

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

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

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

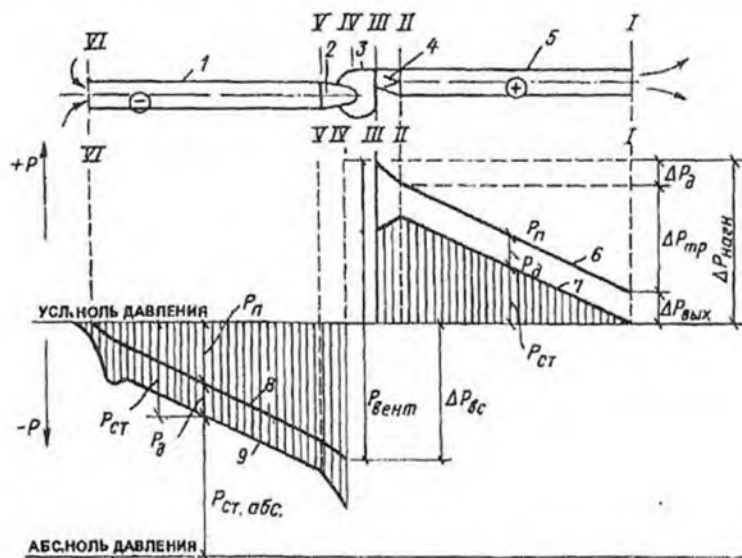


Схема распределения давления в системе вентиляции

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

P_d — динамическое давление, Па; l — длина участка, м.

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

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

Общая потеря давления в системе (по магистрали) $\Delta P_{сист} = \sum_{i=1}^N (R\beta_{лi} + z)_i + \sum \Delta P_{об} \pm \Delta P_{пом}$, где i — номер участка магистрали (от 1 до N); R — уд. потеря

давления на трение, Па/м; $\beta_{ш}$ — коэфф., учитывающий шероховатость стенок воздуховода; l — длина i -го участка; z — потеря давления в местных сопротивлениях i -го участка; $\Delta P_{об}$ — потеря давления в оборудовании и др. устройствах вентиляции; $\Delta P_{пом}$ — подпор или разрежение в помещении, обслуживаемом последним участком системы.

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

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

Особенностями аэродинамики систем вентиляции с естеств. побуждением движения воздуха являются: сравнительно небольшие располагаемые (расчетные) перепады давления, а следовательно, и скорости воздуха; необходимость учета аэростатич. давления воздуха снаружи и

внутри каналов. Работа таких систем зависит от конструктивного решения системы и здания, разности плотностей воздуха снаружи и внутри здания, направления и скорости ветра. Однако при выборе конструктивных размеров отд. элементов системы (сечений каналов и шахт, площадей жалюзийных решеток) достаточно провести расчет для случая, когда здание не влияет на работу вентиляции.

АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ ТРУБА

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

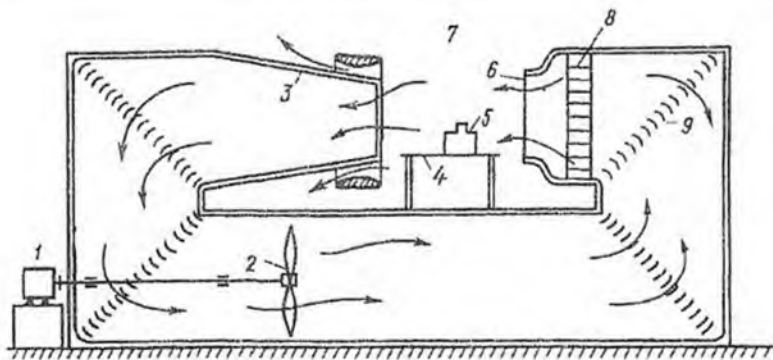


Схема аэродинамической трубы

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

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

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ — расчет, в результате которого определяют аэродинамические сопротивления газозадушенного тракта как установки в целом, так и разл. ее элементов. Норм. работа котельной установки возможна при условии непрерывной подачи и удаления в атмосферу продуктов сгорания после их охлаждения и очистки от твердых частиц. Подача и отвод продуктов сгорания в необходимых количествах обеспечиваются сооружением газозадушенных систем с естеств. и искусств. тягой. В системах с естеств. тягой, применяемой в котельных установках малой мощности с невысокими аэродинамическими сопротивлениями по газовому тракту, сопротивление движению воздуха и продуктов сгорания преодолевается за счет тяги, создаваемой дымовой трубой. Когда котельная установка оборудована экономайзером и воздухоподогревателем и ее сопротивление по газовому тракту значительно превышает 1 кПа, систему газозадушенного тракта оборудуют вентиляторами и дымососами. В котельной установке с уравновеш. тягой воздушный тракт работает под избыточным давлением, создаваемым вентиляторами, а газовый — под разрежением; в этом случае дымосос обеспечивает разрежение в топке, равное 20 Па. Расчет сопротивления газового и воздушного трактов паровых и водогрейных котлов выполняют в соот-

ветствии с нормативным методом. При изменении паропроиз-сти котельной установки или вида сжигаемого топлива производят пересчет сопротивлений трактов.

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

Для изотермич. потока (при пост. плотности и вязкости протекающей среды) сопротивление трения равно: $\Delta P_{тр} = \lambda (l/d_s) (\omega^2/2) \rho$, где λ — коэфф. сопротивления, зависящий от относит. шероховатости стенок канала и числа Рейнольдса; l — длина канала; ω — скорость протекающей среды; d_s — эквивалентный (гидравлический) диаметр; ρ — плотность протекающей среды. При этом $d_s = 4F/U$, где F — площадь живого сечения канала; U — полный периметр сечения, омываемого протекающей средой. Местные сопротивления $\Delta P_{м} = \zeta (\omega^2/2) \rho$, где ζ — коэфф. местного сопротивления, зависящий от геометрич. формы участка, а иногда и числа Рейнольдса. Этот коэфф. вычисляют по ф-лам или подбирают по таблицам для соответствующих местных сопротивлений, к-рые для газового и воздушного трактов котельной установки представляют собой повороты, разветвления, шиберы. Сопротивление газового и воздушного трактов котельной установки, выбор площадей поперечных сечений газо- и воздухопроводов производят при экономич. скоростях, при к-рых суммарные эксплуатац. затраты минимальны.

Схемы газового и воздушного трактов должны быть просты и обеспечивать надежную и экономичную работу установки. Целесообразно применять индивидуальную компоновку хвостовых поверхностей нагрева, золоуловителей и тягодутьевых устройств без обводных газоходов и соединит. коллекторов. На протяж. прямых участках рекомендуются газозадушенные круглого сечения как менее металлоемкие и с меньшим расходом теплоизоляции по сравнению с квадратными и прямолинейными. Газоходы паровых и водогрейных котлов, работающих на взрывоопасных видах топлива, не должны иметь участков, в к-рых возможны отложения несгоревших частиц, сажи, а также плохо вентилируемых зон. Общий перепад давлений в котельной установке складывается из перепадов давлений на отд. элементах. У агрегатов, работающих под разрежением, суммарный перепад определяют отдельно для воздушного и газового трактов. В котлоагрегате под наддувом рассчитывают общее газозадушенное сопротивление.

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

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

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

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

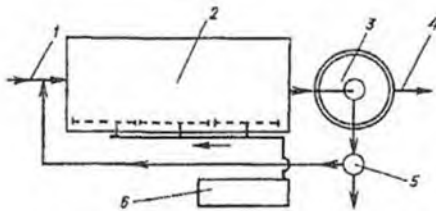


Схема сооружений биологической очистки сточных вод в аэротенках

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

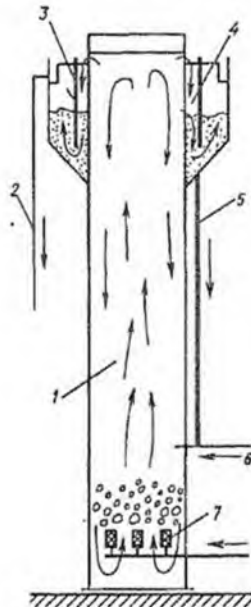
Процесс биологической очистки сточных вод в А. состоит из следующих стадий: сорбция загрязнений активным илом, внутриклеточное окисление сорбированных загрязнений, разделение активного ила и очищенной воды. Стадии сорбции и окисления имеют биохимическую основу и подчиняются закономерностям ферментативных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

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

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

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

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



Аэротенк башенный

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

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

АЭРОТЕНК-ВЫТЕСНИТЕЛЬ — сооружение для биологич. очистки малоконцентриров. сточных вод при сравнительно равномерном их поступлении (напр., на крупных и средних очистных сооружениях городов). Исходная вода и циркуляционный ил сосредоточено впускаются в начало А.-в., при этом по мере продвижения воды и ила к концу А.-в. концентрация загрязнений в воде вследствие их окисления убывает. Повышенная концентрация загрязнений на начальном участке обуславливает более высокие ско-

рости их окисления и увеличение пропускной способности сооружения в целом. Иловая смесь выпускается в конце А.-в. Изменение состава сточной воды в результате окисления загрязнений по ходу процесса по длине А.-в. затрудняет адаптацию микроорганизмов *активного ила*, вследствие чего снижается их биохимическая активность. Этот недостаток может быть компенсирован закреплением ила на *насадках*, размещенных в А.-в.; в этом случае обеспечивается пребывание микроорганизмов в стационарных условиях и улучшается их адаптация. В реальных сооружениях режим вытеснения иловой смеси существенно нарушается воздействием продольного турбулентного перемешивания, возникающего вследствие аэрации. Для предотвращения такого режима А.-в. оборудуют четырьмя—шестью попеременными перегородками с отверстиями для перепуска иловой смеси. При повышенных концентрациях загрязнений (БПК 150 мг/л) А.-в. работает с регенераторами. В многоступенчатых схемах очистки сточных вод А.-в. применяют на последних ступенях, что обеспечивает высокую эффективность очистки.

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

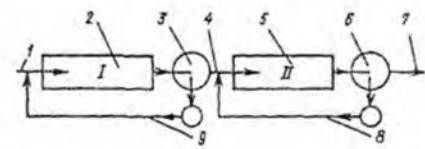


Схема аэротенка двухступенчатого

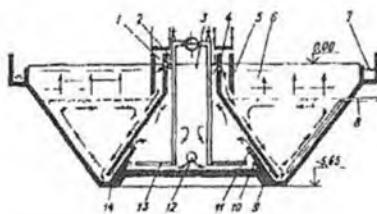
1 — исходная сточная вода; 2 — аэротенк первой ступени; 3 — вторичный отстойник; 4 — очищенная вода после первой ступени; 5 — аэротенк второй ступени; 6 — третичный отстойник; 7 — очищенная вода после второй ступени; 8 — циркуляц. ил второй ступени; 9 — циркуляц. ил первой ступени

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

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

А.-о. представляет собой прямоугольный железобет. резервуар, разделенный на ряд секций наклонными перегородками. Зона аэрации расположена между зонами осветления и разделяется наклонными перегородками, не доходящими до дна и образующими щель. В верхней части А.-о. находятся переливные окна для циркуляции ила из зоны аэрации в зону осветления. Через щель у дна иловая смесь из зоны осветления возвращается в зону аэрации вследствие ежектирования восходящей струей воды от действия пневматич. аэрации. Исходная сточная вода поступает в донную часть зоны аэрации по дырчатой трубе. Очищенная вода сливается в лотки, расположенные в верхней части зоны осветления. А.-о. может работать с повышенной дозой ила, что увеличивает его производительность по сравнению с аэротенками-смесителями. А.-о. применяют для очистки городских сточных вод и близких к ним по составу производственных вод на очистных сооружениях пропуск. способностью 2—300 тыс. м³/сут.

АЭРОТЕНК-ОТСТОЙНИК — сооружение для биологич. очистки сточных вод, совмещающее в едином блоке аэротенк и вторичный отстойник, работающий с большой дозой активного ила, т.е. большой окислит. мощностью и высоким эффектом осветления. А.-о. просты по



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

конструкции и изготавливаются заводским способом. Благодаря плоскому дну А.-о. можно компоновать в блоки с др. очистными сооружениями.

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

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

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

Расчетные скорости восходящего потока в отстойной зоне принимают в преде-

лах 0,11—0,44 мм/с при дозах ила в аэрац. зоне 2—8 г/л, высоте взвеш. слоя ила 0,69—2,2 м и концентрации ила во взвешенном слое 3,0—8,7 г/л (при иловом индексе 70 см³/г).

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

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

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

АЭРОТЕНК ПРОДЛЕННОЙ АЭРАЦИИ — сооружение для биологич. очистки сточных вод, в к-ром осуществляется также минерализация осадка и избыточного активного ила. Он применяется при небольших расходах (до 1000 м³/сут) сточных вод с БПК до 500 мг/л и концентрацией взвешенных в-в не менее 350 мг/л. Процесс продленной аэрации происходит в аэро. лентках или аэротенках-отстойниках с пневматич. или механ. аэрацией. Исходная сточная вода без первичного отстаивания подается в аэротенк. При периоде аэрации 24 ч помимо окисления раствор. органич. в-в происходит минерализация грубодиспергированных в-в и микроорганизмов активного ила, вследствие чего прирост ила значительно сокращается. А.п.а. используют в составе компактных установок для обслуживания малых населенных мест.

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