

или решетках-дробилках и песколовках. Устройства септиков или двухъярусных отстойников перед ними не требуется. Аэрац. установки с аэробной стабилизацией активного ила используются при расходе сточных вод более 200 м³/сут. Механич. очистка перед ними сводится к освобождению от крупных загрязнений на решетках или решетках-дробилках и песколовках. Такие установки изготовляют на заводах серийно. Аэрац. установки обоих типов стабильно обеспечивают высокую эффективность О.с.в.м.н.п.; они могут применяться в любых климатич., грунтовых и гидрогеологич. условиях и не требуют отвода больших площадей земли.

Циркуляц. окислит. каналы — наиболее дешевые и простые по конструкции из числа сооружений, основанных на искусств. методах очистки. Их применяют в р-нах с расчетной темп-рой не ниже -25°С в тех случаях, когда установки заводского изготовления применять нецелесообразно.

Капельные биофильтры допускается применять только в особых случаях при соответствующем технико-экономич. обосновании. Перед подачей на биофильтры сточные воды должны пройти механич. очистку в септиках (при пропускной способности до 25 м³/сут) или на решетках, песколовках и двухъярусных отстойниках. В средней полосе нашей страны капельные биофильтры располагают в зданиях. Все это обуславливает их высокую строят. стоимость. На работу биофильтров отриц. влияние оказывает снижение темп-ры воздуха, они периодически выходят из строя из-за забораживания; эксплуатац. персонал этих сооружений иногда работает в неудовлетворит. сан.-гигиенич. условиях. На биофильтрах терится напор воды до 3 м, вследствие чего часто требуется стр-во насосных станций. Поэтому капельные биофильтры не получили широкого распространения. Биофильтры с пластмассовой загрузкой, к-рые не имеют перечисленных недостатков капельных биофильтров, находят применение в условиях резкого перепада уровней, позволяющих исключить перекачку сточных вод. Для малых очистных сооружений (до 200 м³/сут) могут применяться погружные биофильтры, не требующие большого перепада отметок свободной поверхности сточных вод (биоконтакты).

Во всех случаях применения очистных сооружений с искусств. методами очистки достигаются результаты полной биологич. очистки со снижением БПК_{полн} и содержания взвешенных в-в до 10—15 мг/л и частичным удалением биогенных в-в. Поэтому в ряде случаев при более высоких требованиях к качеству очистки необходимо дополнить указ. сооружения сооружениями доочистки либо изменить или дополнить технологич. схему очист-

ных сооружений. Для очистных сооружений, располагаемых в р-нах с суровым климатом (с расчетной зимней темп-рой ниже -40°С), емкостные сооружения необходимо защищать от охлаждения или размещать в павильонах. Для объектов с периодич. пребыванием людей целесообразно применение физико-хим. очистки сточных вод с доочисткой.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОБЪЕКТОВ С КРАТКОВРЕМЕННЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ ЛЮДЕЙ (базы отдыха, кемпинги, туристские и спортивные базы) — очистка, осуществляемая физико-

позволяет не только упростить эксплуатацию установки путем редкой регенерации загрузки, но и при перерывах в работе не более 8—10 сут отказаться от обеззараживания сточных вод реагентами. Продолжительность фильтроцикла прошедших физико-хим. обработку сточных вод при скорости фильтрования 0,1 м/ч составляет 40—60 сут. После окончания фильтроцикла необходимо заменить верхний слой песка толщиной 20—30 см. Во время работы фильтра через 3—5 сут на его поверхности образуется биологич. пленка, улучшающая эффективность очистки и обеззараживающая сточные воды. При перерывах

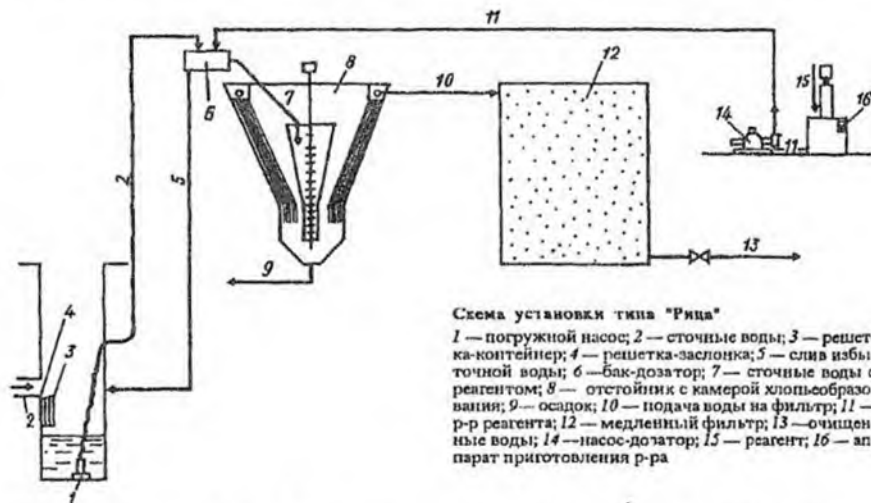


Схема установки типа "Рица"

1 — погружной насос; 2 — сточные воды; 3 — решетка-контейнер; 4 — решетка-заслонка; 5 — слив избыточной воды; 6 — бак-дозатор; 7 — сточные воды с реагентом; 8 — отстойник с камерой хлопьеобразования; 9 — осадок; 10 — подача воды на фильтр; 11 — р-р реагента; 12 — медленный фильтр; 13 — очищенные воды; 14 — насос-дозатор; 15 — реагент; 16 — аппарат приготовления р-ра

хим. методами в установках, к-рые характеризуются коротким пусковым периодом; высокой степенью изъятия фосфора и занимают небольшую площадь. К ним относятся установки заводского изготовления типа "Рица". Эти установки отличаются простотой устройства и эксплуатации и имеют следующие хар-ки: пропускная способность 25 м³/сут; условное число жителей, обслуживаемых установкой — 125; макс. часовой расход сточных вод — 3 м³/ч; мощность электрооборудования: установочная — 3,8, рабочая — 2,7 кВт; габариты установки в собранном виде 3,5х6,0х5,7 м; масса 9,23 т. Особенностью их является наличие рециркуляции осадка и применение медленных фильтров. Благодаря рециркуляции осадка имеется возможность добавлять постоянную дозу реагента независимо от изменяющегося в течение суток состава сточных вод и интенсифицировать хлопьеобразование. Степень рециркуляции — 0,25—0,5 расхода сточных вод. Концентрация взвешенных в-в в камере хлопьеобразования должна быть 2—3 г/л. Тонкослойный отстойник обеспечивает осветление сточных вод до содержания взвешенных в-в не более 15 мг/л. Наличие медленных фильтров

вах в работе установки до 8—10 сут биологич. пленка сохраняет способность удалять органич. загрязнения, оцениваемые по БПК₅ до 15—20 мг/л и снижать число бактерий Е.Коли до 120—150 шт/мл. При отключении установки на более продолжит. период на фильтре осуществляется лишь механич. очистка, поэтому необходимо предусматривать обеззараживание сточных вод.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА — удаление этих соединений биологическим способом перед сбросом сточных вод в водоемы или перед повторным использованием в системах водоснабжения. В городских сточных водах кол-во соединений азота составляет около 30—60 мг/л, в нек-рых пром. сточных водах может превышать 1000 мг/л. В них могут находиться трудноокисляемые органические и неорганические, токсичные для микроорганизмов азотсодержащие соединения.

Присутствие соединений азота в сточных водах вызывает в водоемах массовое развитие планктона, водорослей, появление привкусов и запахов воды, нарушение кислородного режима и норм. жизн-

недеятельности гидробионтов, создает дополнительные трудности при очистке воды водоемов, используемой для хоз.-питьевых и производств. целей.

Присутствие аммиака в водоеме оказывает сильное токсич. влияние на рыб, наличие нитритов в питьевой воде вызывает онкологические заболевания, нитратов — метгемоглобинемию у детей. Присутствие соединений азота в оборотной воде приводит к биологическому обрастанию трубопроводов и технологического оборудования.

Органические и минеральные соединения азота (белки, аминокислоты, амины, пурины, пиримидины, мочевины, аммиак, нитриты, нитраты и др.) присутствуют в сточных водах многих отраслей пром-сти: хим., нефтехим., медицинской, микробиологич., металлургич., коксохим., пищевой, агрохим., а также в подземных и хоз.-бытовых водах.

Очистка вод от соединений азота хлорированием, озонированием, ультрафиолетовым облучением, ионным обменом, электролизом, деминерализацией, отдувкой аммиака воздухом требует дорогостоящих реагентов и оборудования, сложна в эксплуатации и малоэффективна.

Сточные воды указанных отраслей пром-сти очищаются от органических в-в обычными биологическими методами (в аэротенках), однако соединения азота в них практически не извлекаются. Для их удаления требуются биологические методы с использованием взвеш. культуры активного ила, прикреплен. микроорганизмов активного ила или комбинациями этих двух методов.

В обоих методах происходят процессы нитрификации и денитрификации — окисления аммиака до азотной к-ты, сопровождаемые ассимиляцией углекислоты (нитрификация) нитрита до газообразного азота (денитрификация).

В активном иле бактерии — нитрификаторы находятся в ассоциации с гетеротрофной микрофлорой.

Усиленное поглощение ею кислорода в процессе окисления органич. в-в создает условия, при к-рых нитрифицирующие микроорганизмы находятся в невыгодном положении. Окисление аммонийного азота начинается после того, как органич. в-ва практически использованы, деятельность гетеротрофной микрофлоры вышла на стационарный режим и в аэрируемой смеси имеется раствор. кислород. Однако в результате изменений соотношения нитрификаторов и гетеротрофных микроорганизмов в активном иле, наблюдающихся при уменьшении или увеличении концентрации органич. в-в в сточной воде, может происходить изменение констант скорости нитрификации. На скорость нитрификации оказывают влияние темп-ра, концен-

трация раствор. кислорода, pH, окислит.-восстановит. потенциал среды, токсичные компоненты. Скорость нитрификации возрастает с увеличением темп-ры от 5 до 30°C. Оптим. значение pH — 8,4. От величины pH зависит доступность неорганич. углерода для нитрифицирующих бактерий. При снижении pH реакция равновесных состояний углерода сдвигается влево и большая часть углерода находится в форме угольной к-ты. Повышение pH также отрицательно сказывается на процессе нитрификации. При повышении pH в среде увеличивается содержание свободного аммиака, являющегося ингибитором нитрификации. Нитрифицирующие микроорганизмы требуют создания определ. окислит.-восстановит. потенциала среды: чем он больше, тем более низким должно быть оптим. значение pH для нитрификаторов. Оптим. значение pH для нитрификации первой и второй стадий равны соответственно 21,6 и 23. В биологич. очистке сточных вод для осуществления процесса нитрификации требуется щелочность в расчете 2 мг-экв HCO₃⁻ на 1 мг-экв аммонийного азота.

Денитрификация — совокупность превращений: $A_{\text{восст}} + \text{NO}_3^- \rightarrow A_{\text{окисл}}$, где $A_{\text{восст}}$ — в-во донор электронов, предствл. органич. соединениями или водородом; $A_{\text{окисл}}$ — окисл. органич. соединение или вода. Роль окислителя — акцептора электронов — в этом процессе выполняют нитраты, в аэробном — кислород. Денитрифицирующие бактерии обладают способностью восстанавливать нитрат через нитрит до газооб. закиси азота и азота.

В отсутствие кислорода нитрат служит конечным акцептором водорода. Способность получать энергию, используя нитрат как конечный акцептор водорода с образованием молекулярного азота, широко распространена у бактерий. Этот процесс денитрификации существует только у факультативных аэробов; среди облигатных анаэробов нет денитрификаторов. Мн. денитрификаторы могут расти, используя в качестве акцептора водорода не только нитрат, но и нитрит. На активность денитрификации влияют: источник органич. углерода и его концентрация, содержание нитратов, концентрация кислорода, pH, Eh, темп-ра, присутствие токсич. в-в и др. факторы. В качестве углеродного питания для денитрифицирующих микроорганизмов может быть использована любая неконсервативная органика — углеводы, спирты, органич. к-ты, углеводороды, продукты распада белков и др. В практике очистки сточных вод источником углеродного питания служат сточные воды, прошедшие очистку в первичных *отстойниках*, разл. спирты, чаще всего метиловый, ацетон, уксусная к-та, осадок из первичных отстойников, а также высококонцентриров. органич. стоки отд. произ-в. Рас-

твор. кислород тормозит денитрификацию, выступая в роли акцептора электронов и тем самым предотвращая восстановление нитратов. Его концентрация в зоне денитрификации не должна превышать 0,5 мгО/л. Однако практически процесс протекает при значит. большем содержании кислорода. Важным условием успешной денитрификации являются определ. значения окислит.-восстановит. потенциала среды (Eh), а не отсутствие кислорода. В отличие от нитрификации, денитрификация увеличивает щелочность среды и вызывает увеличение pH.

В раздельных системах О.с.в.с.а. с использованием взвеш. культуры после каждой ступени очистки имеется свой вторичный отстойник. Последовательность стадий процесса и схемы очистки могут быть разнообразными. Наиболее часто встречается такая: денитрификация, окисление органич. в-в, нитрификация; окисление органич. в-в, нитрификация, денитрификация. Процесс характеризуется высокими скоростями, легкостью управления и устойчивостью на каждой стадии. Недостаток раздельных систем — наличие дополнит. вторичных отстойников, требующих сооружения *насосных станций* для перекачивания циркулирующего ила и больших перепадов геодезич. отметок. Иногда в раздельных системах ф-ция окисления органич. в-в и нитрификации совмещены в одном сооружении, что позволяет значит. снизить прирост активного ила и обеспечить нитрифицирующие микроорганизмы неорганич. углеродом, к-рый в виде CO₂ выделяется при очистке сточных вод от органич. в-в. Однако эта схема менее устойчива к присутствию в сточных водах токсичным для нитрифицирующих микроорганизмов органич. в-вам.

В комбиниров. системах с использованием взвеш. культуры микроорганизмов процессы очистки сточных вод от органич. в-в, нитрификация и денитрификация происходят в одном сооружении смеш. популяцией микроорганизмов (однолюбая система). Процесс очистки осуществляется последовательно в неск. чередующихся аэробных и бескислородных зонах секциониров. биореактора с добавлением части исходных сточных вод в секции денитрификации.

Сооружения с прикрепленной культурой микроорганизмов могут быть комбиниров. или отд. стоящими. В качестве таких сооружений применяются биофильтры с гравийной или пластмассовой загрузкой, дисковые или бараб. биофильтры, затопл. биофильтры, сооружения с псевдоожив. слоем песка, керамзита, мрамора, клиноптилолита или активиров. угля, сооружения с фильтрацией жидкости через загрузку в виде плотного зернистого или волокнистого слоя. В сооружениях с прикрепл. илом поддерживается высокая концентрация микроорганизмов, поэтому

продолжит. процесса очистки заметно сокращается. В этих сооружениях в значительной степени сказывается отрицательное влияние пониженной температуры жидкости и залповых сбросов токсикантов на эффективность процесса очистки сточных вод. Эффективность очистки мало зависит от режима работы отстойников, во многих случаях они вообще не требуются. Основным недостатком сооружений с прикрепленным илом — необходимость периодической регенерации загрузки в связи с опасностью ее зарастания.

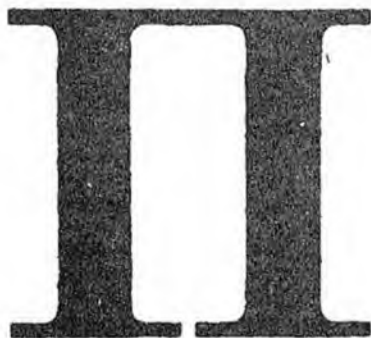
ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД С АКТИВНЫМ ИЛОМ — процесс, основанный на способности микроорганизмов активного ила потреблять загрязнения сточных вод в качестве эффективного источника энергии и материала для построения своих клеток. Процесс осуществляется в аэробных условиях, при этом комплекс растворенных, коллоидных и нерастворенных органических примесей сточных вод подвергается сложным превращениям с участием множества ферментов и микроорганизмов активного ила. Процесс очистки сточных вод с активным илом включает несколько стадий: массопередача кислорода и загрязнений к поверхности хлопьев; сорбция загрязнений активным илом; перенос в-в внутрь клетки, к-рому предшествует ферментативный гидролиз большинства исходных загрязнений; внутриклеточное биохимическое окисление загрязнений. Первые три стадии в совокупности составляют процесс изъятия загрязнений. Первоначально скорость изъятия существенно превышает скорость окисления и большая часть загрязнений оказывается сорбированной активным илом, затем скорости выравниваются и, наконец, скорость окисления начинает преобладать над скоростью сорбции. В этот период происходят

регенерация активного ила и восстановление его биохимической активности. В процессе регенерации окисляются коагулированные илом коллоидные и нерастворенные примеси сточных вод, продолжается развитие бактериальной культуры, что приводит к увеличению числа жизнеспособных клеток.

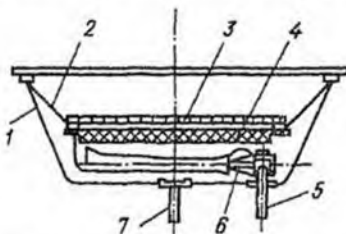
При очистке сточных вод прирост активного ила происходит не только вследствие клеточного синтеза, но и в результате изъятия части бионеразлагаемых в-в. Часть клеточного в-ва ила подвергается автолизу. Оставшаяся часть вновь синтезированного ила удаляется из системы (избыточный ил). Для синтеза клеточного в-ва, кроме углеродсодержащих соединений, необходимо присутствие в среде биогенных элементов — азота и фосфора. Гетеротрофные бактерии, осуществляющие процесс очистки, потребляют для этих целей аммонийный азот и растворимые фосфаты. Потребность в биогенных элементах изменяется в зависимости от состава загрязнений, вследствие неодинаковости прироста активного ила при окислении различных в-в.

Для городских сточных вод соотношение концентраций органических в-в, оцениваемых величиной БПК, азота и фосфора, принимают равным 100:5:1. Недостаток биогенных элементов замедляет биохимический процесс очистки, ухудшает свойства ила и снижает его биохимическую активность. Необходимая для процесса концентрация кислорода достигается подачей в иловую смесь воздуха (*аэротенки*) или технич. кислорода (*окситенки*). Воздух (или кислород), кроме того, поддерживает активный ил во взвешенном состоянии, обеспечивая контакт в системе "загрязнения сточных вод — микроорганизмы — кислород". Миним. кон-

центрация кислорода в биоокислителе, исключая возникновение анаэробных условий при отделении ила от воды во вторичных отстойниках, составляет 2 мг/л. При окислении органических в-в кислород расходуется на окисление органических загрязнений сточных вод для получения энергии клетками, синтеза клеточного в-ва, эндогенной респирации, нитрификации. При этом глубина процесса автолиза и степень окисления аммонийного азота зависят от технологических параметров работы биоокислителя. Чем выше нагрузка на активный ил, тем меньше доля эндогенного окисления. Нитрификация протекает в широком диапазоне нагрузок, но для глубокого и устойчивого процесса необходимы определенные условия: высокий возраст ила, достаточность кислорода и т.д. Скорость биохимического окисления увеличивается с возрастанием температуры сточных вод до 25—28°C, однако при температуре свыше 20°C необходимо увеличивать интенсивность аэрации вследствие снижения растворимости кислорода. Оптимальное значение рН для большинства окислительных систем лежит в интервале 6,5—8,5. При выходе за эти пределы эффективность процесса и скорость биохимического окисления снижаются. Однако биоценозы биоокислителей обладают свойством саморегулирования реакции среды. Важнейший параметр процесса — нагрузка на активный ил, т.е. кол-во загрязнений, мг БПК на 1 г беззольного в-ва ила в 1 сут. Процессу классической аэрации соответствуют нагрузки 150—400 мг БПК_{полн} на 1 г беззольного в-ва в 1 сут. Нагрузка менее 150 мг БПК_{полн} на 1 г в 1 сут соответствует процессу длительной аэрации или полного самоокисления. Активный ил, работающий с нагрузкой 400—1000 мг БПК_{полн} на 1 г в 1 сут, считается высоконагруженным.



ПАНЕЛЬ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ — беспламенная горелка панельно-лучистого отопления, в которой теплота, выделяющаяся при сгорании природного или сжиж. газа, передается в помещение путем инфракрасного излучения. П.и.и. состоит из корпуса, в котором размещены горелка, керамическая насадка излучателя и рефлектор. Струя газа, выходящая из сопла горелки, инжигирует необходимый для горения воздух; образование газовой смеси завершается в пространстве под керамич. насадкой. При сгорании газовой смеси



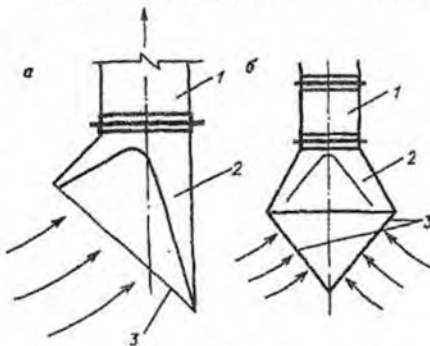
Разрез горелки

1 — корпус; 2 — рефлектор; 3 — сетка; 4 — панель из керамических излучателей; 5 — газопровод; 6 — сопло; 7 — стойка для крепления

с смеси керамич. насадка нагревается до темп-ры $850-900^{\circ}\text{C}$, при этом обеспечивается устойчивое излучение. Для повышения плотности теплового излучения и обеспечения пост. темп-ры керамич. насадки на ее лицевой поверхности устанавливается сетка из нержавеющей стали.

ПАНЕЛЬ РАВНОМЕРНОГО ВСАСЫВАНИЯ ВОЗДУХА — разновидность местного отсоса воздуха открытого типа. Применяют при сварке, когда выделяется высокодисперсная пыль, содержащая оксид марганца и др. соединения, способные вызвать отравление организма. Местный отсос в виде П.р.в.в. при ручной сварке на стационарных постах, включая и сварку в кабинках, не только воспринимает загрязн. воздух, но и искривляет траекторию загрязн. кон-

вективной струи и выводит ее из зоны ды-хания. П.р.в.в. представляет собой усеченную пирамиду с прямоугольным основанием, плоскость к-рого составляет с осью пирамиды угол α , равный 45° . Малое основание — круглой формы, к нему присоединяют вытяжной воздуховод. Панель устанавливают на рабочих местах, располож. вблизи перегородок или стен. Достаточная эффективность П.р.в.в. обеспечивается при отсосе воздуха $3200-3300 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 всасывающего отверстия панели. Равномерность вытяжки в плоскости всасывающего отверстия обеспечивается устройством в нем решетки из



Панель равномерного всасывания воздуха (а) и двухсторонняя панель (б)

1 — вытяжной воздуховод; 2 — кожух; 3 — всасывающее отверстие

У-образных или уголкового профиля. При сварке крупных деталей применяют двухсторонние (поворотные) панели равномерного всасывания.

ПАНЕЛЬНО-ЛУЧИСТОЕ ОТОПЛЕНИЕ — способ отопления помещения отопительными панелями, при котором радиационная температура помещения $t_{\text{р}}$ превышает темп-ру его воздуха $t_{\text{в}}$.

Упоминание о панельно-лучистом отоплении относится к I в до н.э. Высокий уровень строительной техники античного мира сказался при осуществлении центрального отопления с греющими полами. Полагают, что такое отопление было изобретено в Греции, поскольку названо оно было греческим словом *hypocauston*, примерный перевод которого означает "отопление снизу". В Италии это отопление было широко распространено, и поэтому его еще называют "римским отоплением".

В III в. н.э. в Римской империи насчитывалось около 800 общественных и небольших частных терм — бань с греющими полами. Таким отоплением были оборудованы также жилые дома в северных провинциях Италии и за ее пределами.

Греющий пол римского отопления

устраивался следующим образом. В подполье по всей площади устанавливались на грунте небольшие (по высоте) столбики из специального квадратного кирпича. На столбики укладывались каменные плиты пола. Образовавшееся подпольное пространство продувалось подогретым воздухом от специального центрального прибора. Каменные напольные плиты, а за ними и помещения нагревались до требуемой темп-ры в зависимости от степени подогрева воздуха.

Отопление выполнялось так, что в основных (трех) залах терм поддерживалась различная темп-ра воздуха, с постепенным переходом из "холодных" в более "теплые" залы.

В нек-рых термах и жилых домах в дополнение к греющим полам устраивались греющие стены: в зазор между двумя стенами также подавался подогретый воздух.

В 1874 русский военный инж. М. Фролов применил для отопления пороховых складов и жилых казематов крепостных сооружений оболочки, в промежутках между к-рыми циркулировал подогретый воздух. Эта оригинал. установка, запатентованная в России, Англии, Германии, явилась прообразом соврем. П.-л.о. Приоритет в создании "паробетонного" и "водобетонного" панельного отопления с греющими металлич. трубами, заделанными в бетонный слой стен, полов, потолков, пилястр, колонн, лестничных перил, принадлежит русскому инженеру В.А. Яхимовичу (1845—1942), к-рый, начиная с 1905, осуществил его в ряде больничных, школьных и общественных зданий в Саратове, Казани и др. городах России. В последующие 10 лет насчитывалось уже более 100 зданий, оборудованных панельным отоплением системы инж. Яхимовича. Затем такой способ обогрева зданий стал использоваться и в зарубежных странах, где его называли лучистым отоплением. После 1945 П.-л.о. стало широко применяться во мн. странах для отопления зданий различ. назначения. В нашей стране получили распространение бетонные отопит. панели заводского изготовления для крупнопанельных жилых домов.

П.-л.о. классифицируется по след. признакам: по виду теплоносителя в системе отопления — подогретая вода — водяное, пар водяной — паровое, подогретый воздух — воздушное, смесь продуктов сгорания газа и воздуха — газовойздушное, продукты сгорания природного или искусств. газа — газовое, при использовании электрич. энергии — электрическое; по названию ограждающих конструкций помещения, с к-рыми совмещены, приставлены или подвешены отопит. панели: стеновое, напольное, потолочное, потолочно-напольное. П.-л.о. может быть

центральный и местный. Отопит. панели в зависимости от материала и темп-ры теплоносителя бывают: бетонные, металлич., инфракрасного излучения.

Стеновое водяное П.-л.о. имеет разновидности в зависимости от размещения отопительных панелей: под окнами — подоконное (возможно также их размещение в простенках между окнами), в перегородках у наружных стен — перегородочное, по периметру перегородок — периметральное, в ригелях под потолком — ригельное, в колоннах и плинтусах — колонное, в плинтусах — плинтусное. Эти разновидности П.-л.о. применяются в жилых и обществ. зданиях, плинтусное — в детских дошкольных учреждениях.

Теплота от отопит. панелей передается в помещение излучением и конвекцией. Плотность теплового потока характеризуется общим коэфф. теплоотдачи панели $\alpha_n = \alpha_l [(t_n - t_R)/(t_n - t_n)] + \alpha_k$, где α_l и α_k — коэфф. теплообмена излучением и конвекцией, Вт/(м²·к); t_n — средняя темп-ра поверхности панели. На доле излучения в общем тепловом потоке оказываются высота и положение теплоотдающей поверхности в помещении: при расположении панели в потолке в помещении передается излучением 60—70%; в стене — 30—60, в полу — 30—50%. Достоинства П.-л.о. в сравнении с традиционным водяным: удовлетворение повыш. требований к тепловому режиму обогреваемых помещений; уменьшение теплопотерь вследствие допустимого понижения t_n на 2°С в рабочей зоне; уменьшение градиента темп-ры воздуха по высоте помещения; уменьшение запыленности помещения; соответствие интерьеру помещения при скрытых отопит. панелях; сокращение расхода металла вследствие увеличения теплоотдачи обестониров. труб (в среднем на 60%) по сравнению с открыто проложенными. Недостатки П.-л.о.: повыш. теплопотери при стеновых и подвесных панелях; повыш. тепловая инерция бетонных отопит. панелей, затрудняющая регулирование их теплоотдачи; необходимость соблюдения спец. требований к составу бетона и качеству бетонирования при изготовлении отопит. панелей. Осн. направления развития П.-л.о. — повышение эксплуат. надежности металлич. труб, заключенных в бетонные панели; применение в качестве греющих элементов труб из полимерных материалов; при подвесных панелях — использование теплоты, передаваемой в верхнюю зону помещений с направлением теплого воздуха в рабочую зону.

ПАР.— вещество в газообразном состоянии в условиях равновесия с тем же в-

вом в конденсированном состоянии (жидком или твердом). Различают насыщ. П., находящийся в термодинамич. равновесии с жидкостью или твердым телом, и перегретый П., имеющий темп-ру, большую темп-ры насыщения для данного давления. При темп-ре, меньшей темп-ры насыщения, П. наз. пересыщ., в нем возможна конденсация.

ПАР ВОДЯНОЙ — газообразное (парообразное) агрегатное состояние воды. Переход воды из жидкого состояния в парообразное осуществляется при подводе к ней определ. кол-ва теплоты при темп-

яния при сравнительно малых затратах энергии.

ПАР ВТОРИЧНОГО ВСКИПАНИЯ — водяной пар, образующийся в результате вскипания высокотемп-рного конденсата при быстром понижении его давления ниже давления насыщения. Естеств. вскипание высокотемп-рного конденсата происходит в конденсатопроводе системы парового отопления высокого давления после протекания через конденсатоотводчик, устанавливаемый у теплоиспользующих аппаратов (отопительных приборов, паровых калориферов и т.д.), в баке конденсатном, а

Физические свойства сухого насыщенного пара

Темп-ра насыщения, °С	Абс. давление, МПа	Плотность пара, кг/м ³	Уд. объем пара, м ³ /кг	Уд. энтальпия пара, кДж/кг	Уд. теплота испарения, кДж/кг
60	0,0199	0,1302	7,678	2609,2	2358
80	0,0474	0,2933	3,409	2643,1	2308,2
100	0,1013	0,5977	1,673	2675,8	2256,7
120	0,1985	1,122	0,8917	2706,3	2202,7
140	0,3614	1,966	0,5087	2734	2145
160	0,618	3,259	0,3068	2757,8	2082,5
180	1,003	5,157	0,1939	2777,9	2015,1

ре кипения (насыщения). П.в., находящийся в замкнутом пространстве над кипящей водой, наз. насыщ. паром, к-рый может быть сухим и влажным. Сухой насыщ. пар — пар в момент полного испарения кипящей воды, влажный — смесь воды, нагретой до темп-ры кипения, с сухим насыщ. паром. Кол-во теплоты, необходимое для превращения 1 кг кипящей воды в сухой насыщ. пар, наз. уд. теплотой испарения (парообразования). То же кол-во теплоты выделяется при обратном переходе сухого насыщ. пара в воду, к-рое при процессе конденсации наз. уд. теплотой конденсации. Темп-ра насыщения и уд. теплота испарения (конденсации) зависят от давления, под к-рым находятся вода и пар (табл.).

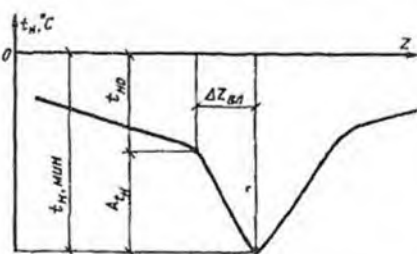
До завершения парообразования или конденсации при пост. давлении темп-ра жидкости и находящегося над ней насыщ. пара не изменяется. При сообщении сухому насыщ. пару дополнит. кол-ва теплоты он переходит в перегретый (ненасыщ.) пар. Это состояние пара характеризуется темп-рой, превышающей темп-ру насыщения при том же давлении.

В системе парового отопления в качестве теплоносителя используется сухой насыщ. пар. Ценность П.в. как теплоносителя — большое кол-во теплоты, выделяющейся при его конденсации в отопительных приборах. Низкая плотность пара и соответственно незначит. падение давления от трения в паропроводе позволяют транспортировать пар с высокой скоростью, передавая при этом большие кол-ва теплоты на значит. рассто-

также при вертикал. подъеме конденсата на значит. высоту. П.в.в. может использоваться в системе парового отопления низкого давления. Достаточное для этой цели кол-во пара получают, используя бак-сепаратор.

ПАРАМЕТРЫ НАРУЖНОГО КЛИМАТА — метеорологич. факторы теплового режима зданий. К осн. П.н.к. относят темп-ру воздуха, скорость ветра и солнечную радиацию. Их уровень и характер изменения оказывают решающее влияние на интенсивность тепловых потоков через ограждения, выбор тепловой мощности систем отопления и охлаждения. При расчете систем кондиционирования воздуха необходимо, кроме того, иметь полную хар-ку тепловлажностного состояния наружного воздуха.

Влияние наружного климата на тепловой режим ограждений, помещений и зданий является комплексным. Расчетные значения и сочетания параметров определяют, как правило, с учетом коэффициента обеспеченности расчетных условий. Климатологич. информация должна отражать динамику изменения параметров за возможности учета нестационарности процессов теплопередачи в ограждениях и элементах систем инженерного оборудования. Осн. показателями холодного периода года являются темп-ра наружного воздуха и скорость ветра. Изменение темп-ры для разл. р-нов имеет характерную и близкую по очертанию форму: в нач. монотонное, а затем резкое понижение темп-ры с последую-



Изменение температуры наружного воздуха при резком похолодании

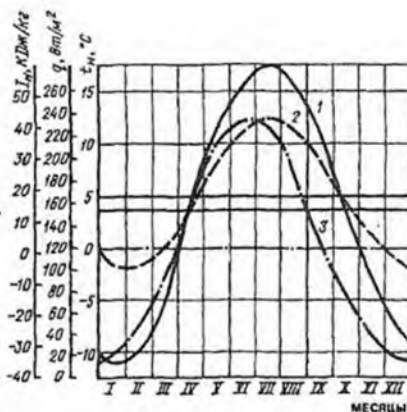
ующим активным повышением, переходящим вновь в монотонное. На участках с монотонным изменением темп-ры процесс теплопередачи в ограждениях зданий близок к стационарному. В период резкого похолодания процесс становится нестационарным. Для его описания необходимы 3 параметра: темп-ра нач. периода резкого похолодания $t_{н,о}$ (определяет нач. темп-рное распределение в ограждении), амплитуда $A_{тн}$ изменения темп-ры от нач. $t_{н,о}$ до миним. и продолжит. периода резкого похолодания $\Delta Z_{р,л}$ (определяет линейное граничное условие). Приняты 3 значения расчетной наружной темп-ры для каждого географич. р-на: средние темп-ры самых холодных суток $t_{нл}$ обеспеченностью 0,98 и 0,92 и средняя темп-ра наиболее холодной пятидневки $t_{н5}$ обеспеченностью 0,92. Выбор расчетной зимней темп-ры $t_{н}$ зависит от показателя тепловой инерции ограждения D :

$$D \dots \dots < 1,5 \quad 1,5 - 4 \quad 4 - 7 \quad > 7 \\ t_{н,с} \dots \dots t_{н1}^{0,98} \quad t_{н1}^{0,92} \quad (t_{н1}^{0,92} + t_{н2}^{0,92})/2 \quad t_{н2}^{0,92}$$

При этом предполагается, что наблюдаемое в период резкого похолодания понижение темп-ры на внутр. поверхности ограждения соответствующей массивности до допустимого миним. значения завершается к концу указ. временных интервалов и в дальнейшем происходит ее повышение. Такой подход позволяет для расчета переходных процессов теплопередачи в ограждениях использовать более простые закономерности теплопередачи стационарной. Расчетную скорость ветра в зимний период принимают равной макс. скорости из средних скоростей по всем направлениям за январь, повторяемость к-рых 16% и более, с поправкой на высоту здания. Летний период характеризуется прежде всего интенсивностью солнечной радиации и высокой темп-рой наружного воздуха. Расчетные условия определяют при наиболее невыгодном сочетании отдельных параметров, выбранных с различной обеспеченностью для наиболее жаркого периода. В ст. Коэффициент обеспечен-

ности приведены рекомендуемые значения коэффициентов обеспеченности для помещений различного назначения и соответствующая им продолжительность отклонений условий от расчетных. Там же в табл. отмечена степень их соответствия нормируемым градациям климата А, Б и В. Нормируемые темп-ры $t_{н}$ для всех категорий климата являются макс. темп-рами расчетных летних суток с заданным коэффициентом обеспеченности. Недостающие темп-рные параметры (среднее значение, амплитуда, время макс.) устанавливаются нормами. В них же приведены почасовые и среднесуточные значения прямой и рассеянной солнечной радиации в июле на различно ориентиров. поверхности. По ним нетрудно определить параметры суточного хода суммарной радиации (прямой совместно с рассеянной).

Для анализа изменения тепловой на-

Годовой ход параметров наружного климата
1 — температура наружного воздуха; 2 — энтальпия;
3 — интенсивность суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность

грузки на систему кондиционирования микроклимата в течение года обычно используют осредненные месячные значения П.н.к., полученные по данным многолетних наблюдений. Кривые годовых изменений П.н.к. имеют плавный характер и приближаются к правильным гармоническим. Такой характер кривых обусловлен периодически изменяющимися радиац. факторами и совокупностью местных условий. Все случайные процессы, действующие в ту или иную сторону, из процесса осреднения исключаются.

Макс. и миним. значения интенсивности суммарной солнечной радиации в средних широтах падают на июнь и декабрь с возможным незначит. смещением, обусловл. облачностью и запыленностью воздуха. Годовой ход изменения темп-ры наружного воздуха $t_{н}$ следует за годовым

ходом солнечной радиации $q_{н}$ с нек-рым запаздыванием в связи с нестационарностью теплообмена в приземном слое воздуха. Макс. темп-ра наружного воздуха обычно приходится на июль, а миним. — на январь. Годовой ход изменения энтальпии воздуха $I_{н}$ и скорости ветра связан с темп-рой наружного воздуха, но часто они не имеют столь правильного характера. Гармонич. характер изменения осн. климатич. параметров позволяет определить их функцией времени года (среднегодовое значение, годовая амплитуда, время макс., отсчитанное от выбранного момента) и использовать для расчета переменного теплового режима здания закономерности теории теплоустойчивости.

ПАРОВАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ — система теплоснабжения, в к-рой в качестве теплоносителя используется пар водяной. Состоит из источника, вырабатывающего пар, паропроводов, по к-рым он транспортируется к потребителям, тепловых установок потребителей, где пар конденсируется и отдает свою теплоту, и конденсатопроводов, по к-рым конденсат возвращается в паровые котлы источника. Конденсат водяного пара — ценный продукт, т.к. не содержит солей жесткости и растворенных агрессивных газов, поэтому большинство паровых систем строят с возвратом конденсата. Приготовление питательной воды для паровых котлов путем очистки ее от солей и деаэрации для удаления кислорода и углек-ты, как правило, оказывается дороже, чем сооружение системы возврата конденсата. Однако для небольших паровых систем теплоснабжения при использовании котлов с невысоким давлением может оказаться экономически выгодно полностью использовать теплоту конденсата у потребителей, после чего сбрасывать его в дренаж. У систем без возврата конденсата отсутствуют конденсатопроводы, связывающие потребителей с источником пара.

Осн. потребители паровых систем — технологич. установки пром. предприятий. При пароснабжении предприятия пар обычно используют и для отопления и вентиляции зданий, а также для горячего водоснабжения. Источниками для паровых систем являются отопительно-произв. котельные и пром. ТЭЦ. Котельные оборудуются паровыми котлами с давлением 1,4—4 МПа (14—40 ат) и произ-стью пара 10—75 т/ч. На ТЭЦ используют турбины с производств. отбором. Давление в отборе турбины в зависимости от ее типа изменяется в пределах 0,78—2,06 МПа.

Пар от источника к потребителю подают обычно по одному паропроводу. В этом случае система будет двухтрубная: паропровод — конденсатопровод. Если предприятиям пром. узла, получающим

пар от ТЭЦ, необходимы 2 уровня давлений, то экономически выгодной может оказаться трехтрубная система, состоящая из паралл. паропроводов разл. давлений и общего конденсатопровода. После каждого приемника пара — теплообменного аппарата, калорифера или пром. аппарата устанавливают конденсатоотводчик, к-рый отводит конденсат, но не пропускает пар. Конденсат собирается в сборнике — бачке конденсатном тепловом пункта предприятия, откуда конденсатным насосом перекачивается в котельную или ТЭЦ.

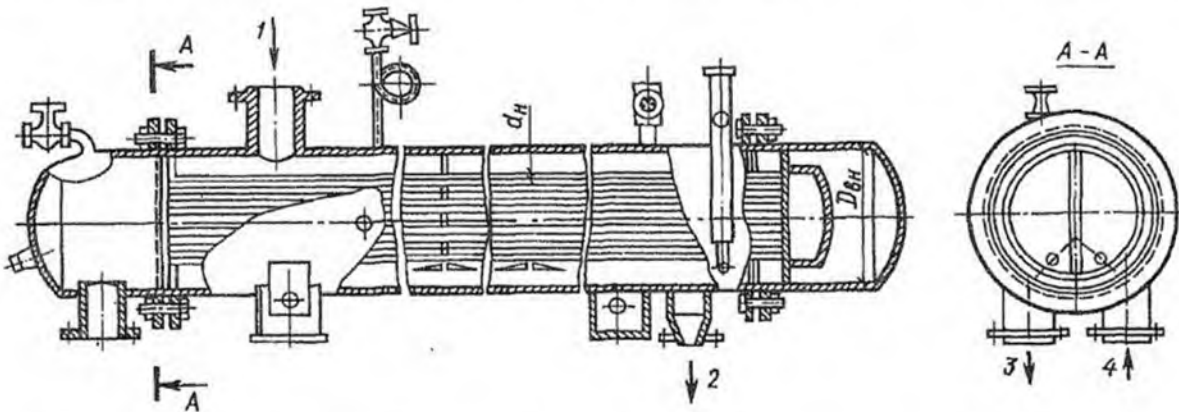
В малых паровых системах применяют открытую схему сбора конденсата. В ней сборник конденсата сообщается с атмосферой. В результате конденсат поглощает кислород воздуха, что вызывает коррозию конденсатопроводов. Это недостаток открытой схемы. Кроме того, если в сборник поступает конденсат с давлением выше атм., то происходит вторичное вскипание и возникают потери теплоты с уходящим паром. Поэтому открытые схемы используют редко. Наибольшее распространение получили закрытые схемы

ления присоединяют к паровым сетям через поверхностные теплообменники. Обычно через теплообменники присоединяют и системы горячего водоснабжения. Смесит. подогрев воды в пленочных и струйных подогревателях возможен только в системах без возврата конденсата. Пар в технологич. аппараты подают из паропроводов непосредственно или через редукторы в зависимости от требуемого давления.

ПАРОВОДЯНАЯ СМЕСЬ — смесь пара и воды, образующаяся при пузырьчатом кипении воды в паровых котлах (кипят. трубах или топочных экранях), в испарителях и др. теплообменных аппаратах. Плотность П.с. ниже плотности воды, что обеспечивает в котлоагрегатах естеств. циркуляцию.

ПАРОВОДЯНОЙ ПОДОГРЕВАТЕЛЬ — теплообменный аппарат, у которого греющей средой является пар водяной, а нагреваемой — вода. П.п. вертикал. и горизонт. типов применяют на ТЭЦ для подогрева теплофикац. воды, цирку-

пучка латунных труб и стального корпуса. Нагреваемая вода по патрубку поступает в камеру, располож. со стороны неподвижного конца трубок. Перегородками камера разделена на 2 или 3 части. Соответственно получаются двух- или четырехходовые теплообменники. Вода проходит по трубкам, в плавающей камере меняет направление движения на противоположное и по др. части трубок возвращается во входную камеру, но с обратной стороны перегородки и по выходному патрубку идет к потребителю. Если в водоводяных подогревателях используют противоточное движение теплоносителей (т.к. противоток, обеспечивая большее значение средней разности темп-р, позволяет нагреть воду до более высокой темп-ры), то для скоростных П.п. направление движения воды не играет роли, поскольку темп-ра пара при конденсации неизменна. Пар через патрубок поступает в межтрубное пространство, конденсируется на наружной поверхности латунных трубок, отдает скрытую теплоту и стекает по трубкам. Накопившийся конденсат выходит из теплообменника через конденсатоот-



Скоростной двухходовой пароводяной подогреватель
1 — вход пара; 2 — выход конденсата; 3 — выход воды; 4 — вход воды

сбора конденсата. У них в конденсатопроводах после конденсатоотводчиков и в сборном бачке автоматич. регулятором давления "до себя" (регулятором подпора) поддерживается повыш. (избыточное) давление по отношению к атмосферному. Конденсат из сборника под давлением, превышающим давление насыщения, насосом перекачивается в котельную источника пара.

Паровые системы отопления пром. зданий и калориферы вентиляции обычно присоединяют к паровым сетям через редукторы, снижающие давление пара до требуемого значения и поддерживающие его постоянным. Системы водяного отоп-

лирующей в системе теплоснабжения. Пар поступает в турбины из энергетич. котлов, одну часть своей теплоты отдает для выработки электроэнергии, а другую (низкого потенциала) — нагреваемой воде. П.п. используют как основные, т.е. работающие весь отопительный сезон. Если источником теплоты является котельная, то необходимую для системы теплоснабжения горячую воду также получают в П.п.

Скоростной П.п. состоит из стального корпуса, внутри к-рого расположен пучок труб, выполн. из латуни и имеющих диаметр 16 и толщину 1 мм. Одним концом трубки завальцованы в неподвижной трубной доске, зажатой во фланцах корпуса П.п., др. — в подвижной трубной доске, к-рая несет плавающую отнosit. корпуса П.п. водяную камеру. Такая конструкция компенсирует разл. темп-рные удлинения

водчик, к-рый пропускает конденсат, но не пропускает пар.

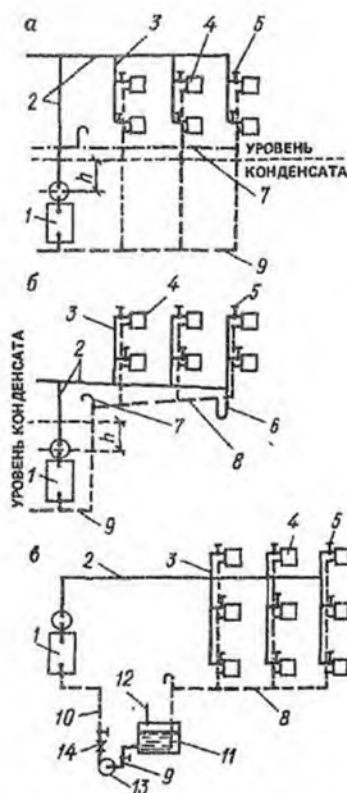
П.п. оснащают термометрами, манометрами и водомерным стеклом. С помощью последнего контролируют уровень конденсата. П.п. выпускают с трубами длиной в 2 и 3 м, площадью поверхности нагрева 6,3—108 м² и производительностью 0,67—20,3 МВт. По условиям прочности предельное давление воды — 1,6, пара — 1 МПа. Давление пара в П.п. следует держать на 0,1—0,2 МПа ниже давления воды для предотвращения попадания его в трубки при их повреждении и вскипания воды.

В системах горячего водоснабжения с периодическим разбором воды (напр., душевые установки предприятий) используют емкостный П.п. Его корпус представляет собой горизонт. стальной цилиндрич. емкость, внутри к-рой расположен зме-

вик. Пар поступает в змеевик, конденсируется в нем и отдает теплоту воде, которая заполняет объем корпуса. Холодная вода входит в корпус снизу и вытесняет нагретую воду через патрубок, расположенный в верхней части корпуса. При таком движении не происходит перемешивания холодной и нагретой воды, т.к. нагреваемая вода поднимается вверх, а холодная остается внизу. Рабочая емкость П.п. определяется объемом воды, расположенной выше змеевика. Благодаря значительному объему воды П.п. можно использовать как бак-аккумулятор. Из-за отсутствия существующих конвективных токов в воде снижается интенсивность теплообмена между ней и стенкой парового змеевика. Учитывая, что при конденсации пара коэффициент теплоотдачи высокий, увеличить общую теплопередачу в П.п. можно лишь путем повышения интенсивности теплоотдачи от стенки к воде. Этого достигают в скоростных П.п., у которых вода в трубках движется с определенной скоростью и обеспечивает интенсивную теплоотдачу от стенки вынужденной конвекцией. Емкостные П.п. выпускают с площадью поверхности нагрева $0,5-4,7 \text{ м}^2$ и вместимостью $400-4000 \text{ л}$.

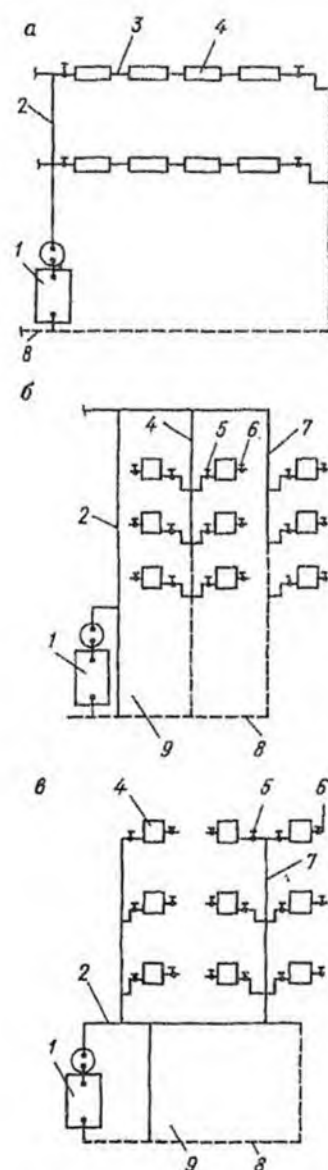
ПАРОВОЕ ОТОПЛЕНИЕ — обогревание здания или сооружения с помощью системы отопления, в которой теплоносителем является пар водяной. П.о. зародилось в XVIII в. с появлением на производстве паровых машин; отрабатывая в них (мягкий) пар стали использовать для отопления помещений. В России первая установка П.о. была сооружена в Петербурге в 1816. Впоследствии возникли и развивались различ. виды П.о., к-рым теперь оборудуются здания и сооружения, впрочем только при наличии источников производств. пароснабжения. Пар используется также в системах воздушного отопления и вентиляции, в к-рых применяются паровые калориферы. В П.о. используется сухой насыщ. пар. В зависимости от его абс. давления П.о. подразделяется на: вакуум-паровое (при абс. давлении пара менее $0,1 \text{ МПа}$, т.е. ниже атм.); низкого ($0,1-0,12 \text{ МПа}$); повыш. ($0,12-0,17 \text{ МПа}$); высокого давления (при давлении пара свыше $0,17 \text{ МПа}$). Вакуум-паровое отопление в России не применяется. Предельное давление пара при П.о. ограничивается прочностными характеристиками отопит. оборудования и материалов или давлением, соответствующим макс. допустимой темп-ре пара (130°C).

Системы П.о. состоят из: источников теплоты, паропроводов, отопительных приборов, конденсаторов и в зависимости от вида и особенностей систем спец. оборудования (арматуры, баков, насосов и т.д.). Системы П.о. применимы в зданиях любой



Схемы открытых двухтрубных систем парового отопления низкого давления с тупиковым движением теплоносителя в магистрали а — замкнутой с верхней разводкой паропровода и "мокрым" конденсаторопроводом; б — замкнутой с нижней разводкой паропровода и "сухим" конденсаторопроводом; в — разомкнутой со средней разводкой паропровода и "сухим" конденсаторопроводом; 1 — паровой котел; 2 — паропровод; 3 — двухтрубный стояк; 4 — отопительный прибор; 5 — вентиль; 6 — гидравлический затвор; 7 — воздушная труба; 8 — "сухой" конденсаторопровод; 9 — "мокрый" конденсаторопровод; 10 — напорный конденсаторопровод; 11 — конденсатный бак; 12 — атмосферная труба; 13 — конденсатный насос; 14 — обратный клапан

этажности, обеспечивают быстрые прогревание помещений и прекращение теплоподдачи при выключении систем, имеют меньшую площадь отопит. приборов и менее подвержены замерзанию в них воды. По сравнению с водяным отоплением системы П.о. имеют существенные недостатки: невозможность плавного регулировать теплоотдачу отопит. приборов, постоянно повыш. темп-ра их поверхности, короче срок службы, шум при движении пара и сложность эксплуатации. В системе П.о. низкого давления теплота, сообщенная пару в процессе его получения, переносится по паропроводу к отопит. приборам, где выделяется при конденсации пара. Образовавшийся в отопит. приборах конденсат возвращается по конденсаторопроводу в паровой котел для последующего получения пара.



Схемы однотрубных систем парового отопления низкого давления

а — горизонтальной; б — вертикальной с верхней разводкой паропровода; в — вертикальной с нижней разводкой паропровода; 1 — паровой котел; 2 — паропровод; 3 — горизонтальная ветвь; 4 — отопительный прибор; 5 — вентиль; 6 — кран для выпуска воздуха; 7 — однотрубный стояк; 8 — "мокрый" конденсаторопровод; 9 — труба для осушки паропровода

По способу возвращения конденсата системы П.о. бывают замкнутыми и разомкнутыми. Замкнутой наз. система, в к-рой конденсат возвращается в паровой котел самотеком за счет гидростатич. давления столба конденсата в конденсаторопровод (высотой h), преодолевающего сопротивление движению



Схема закрытой разомкнутой системы парового отопления высокого давления с использованием пара вторичного вскипания и попутным движением теплоносителя в магистралях
 1 — паропровод высокого давления; 2 — двухтрубный стояк; 3 — отопительный прибор; 4 — вентиль; 5 — край для выпуска воздуха; 6 — воздушная труба; 7 — конденсатоотводчик; 8 — двухфазный конденсатопровод; 9 — бак-сепаратор; 10 — паропровод низкого давления; 11 — бак конденсатный; 12 — конденсатный насос; 13 — обратный клапан; 14 — напорный конденсатопровод

конденсата и давление пара в котлах (избыточное давление пара в котлах, равное 0,01 МПа, уравновешивается давлением столба конденсата высотой 1 м). Замкнутая схема используется в осн. в системах П.о. низкого давления, когда возможное заглубление котлов по отношению к нижним отопит. приборам обеспечивает достаточную высоту столба конденсата. Разомкнутой наз. система со сбором конденсата в *бак конденсатный* и перекачкой оттуда конденсата в котлы *конденсатным насосом*. Такая схема в системах П.о. применяется при невозможности возвращения конденсата самотеком. В зависимости от конструктивных особенностей и трассировки *теплопроводов* системы П.о. подразделяются на двухтрубные вертикал. с параллельным присоединением отопит. приборов к вертикал. паро- и конденсатопроводам и однотрубные вертикал. и горизонт., в к-рых пар и образующийся конденсат проходят последовательно через ряд отопит. приборов, соединенных между собой соответственно вертикал. или горизонт. теплопроводом. Схемы магистр. теплопроводов могут обеспечивать тупиковое или попутное движение пара и конденсата по паро- и конденсатопроводам. Системы П.о. сооружают открытыми, сообщающимися с атмосферой, и закрытыми, находящимися во всех частях под избыточным давлением. Обычно открытыми выполняются системы П.о. низкого давления. При этом в замкнутых системах с атмосферой сообщаются "сухие" конденсатопроводы через *воздушную трубу*, в разомкнутых — через конденсатный бак. Системы П.о. высокого давления сооружаются по закрытой схеме для исключения выхода в атмосферу *пролетного пара* и *пара вторичного вскипания*. Наиболее распространены как при низком, так и высоком давлении пара

двухтрубные вертикал. системы с верхней разводкой паропроводов, к-рые прокладываются в верхней части здания. При отсутствии такой возможности, а также для экономии труб используется средняя или нижняя разводка паропроводов. В этих случаях во избежание *гидравлических ударов* высота стояков, по к-рым попутный конденсат стекает против направления движения пара, ограничивается; предусматривается *осушка паропроводов*, напр., с помощью *гидравлического затвора*. Однотрубные вертикал. и горизонт. системы П.о. могут применяться в системах низкого давления. Однако однотрубная вертикал. система не распространена из-за отсутствия отопит. приборов особой конструкции и значит. шумообразования. Однотрубная горизонт. система используется редко, обычно для нерегулируемого отопления помещений большого объема. Системы П.о. низкого давления сооружаются, как правило, тупиковыми. При повыш. и высоком давлении пара в системах П.о. предусматривается попутное движение в магистралях пара и конденсата. В зданиях, отапливаемых системами П.о. высокого давления, пар часто подается под чрезмерно высоким давлением. В таком случае в *тепловом пункте* предусматривается понижение давления с помощью *редукц. клапана* или *регулятора давления и расхода*. При подаче в систему П.о. перегретого пара для снижения его давления и темп-ры используется *редукционно-охлаждающая установка*. Конденсат после отопит. приборов в системе П.о. высокого давления имеет темп-ру выше 100°C. При быстром понижении давления из него выделяется пар вторичного вскипания, к-рый в дальнейшем используется в системах П.о. низкого давления. Для получения достаточного кол-ва пара вторичного вскипания применяются спец. *баки-сепараторы*.

К отопит. приборам относятся чугунные *радиаторы* секционные, *трубы отопительные* и *регистры*, изготовляемые из стальных труб. Кроме того, предусматривается различная запорно-регулирующая *арматура на трубопроводах*. У местных отопит. приборов систем П.о. устанавливаются: при низком дав-

лении — вентиль на паровой подводке и тройник с регулировочной пробкой на конденсатной подводке, к-рая препятствует проходу несконденсировавшегося пара в конденсатопровод; при высоком давлении — вентиль на паровой *подводке к отопительному прибору* и термостатич. *конденсатоотводчик* на конденсатной подводке. При установке общего конденсатоотводчика на группу отопит. приборов на конденсатной подводке добавляется вентиль. Запорная арматура предусматривается также для отключения стояков при числе этажей в здании более трех, горизонт. ветвей и отд. частей системы П.о.

В системах парового *теплоснабжения* вентиляц. установок на паровых подводках к каждому ряду паровых калориферов (кроме первого ряда по ходу холодного воздуха) устанавливаются вентиль и край для выпуска воздуха, а также общий вентиль для отключения каждой установки в целом. На общем конденсатопроводе после калориферов помещаются конденсатоотводчик с вентилями для отключения, краны для выпуска воздуха и аварийного спуска конденсата. Иногда вместо конденсатоотводчиков используются *подпорные шайбы*.

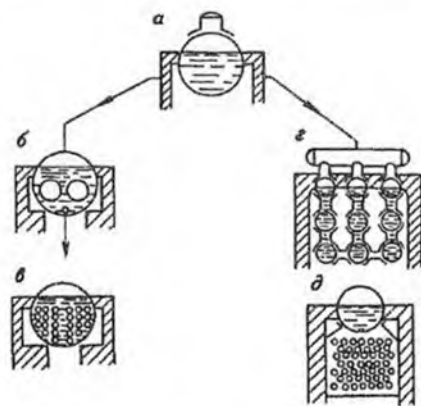
Теплогидравлич. расчет системы П.о. включает тепловой расчет паровых отопит. приборов, гидравлич. расчет паропроводов и конденсатопроводов, подбор оборудования (теплообменников, конденсатоотводчиков, конденсатных баков и насосов, редукционных и др. клапанов). Размер отопит. прибора выбирается в зависимости от поступающего от него теплового потока, к-рый должен соответствовать потоку, равному потерям теплоты в помещении при расчетных условиях. Тепловой поток от каждого отопит. прибора при теплоносителе определяется по величине номин. теплового потока для конкретного типа прибора с коррекцией по темп-ре используемого в нем пара. Паро- и конденсатопроводы систем изготовляются из стальных труб, имеющих неск. большую толщину стенок, чем у труб того же условного диаметра в системах водяного отопления. При этом учитывается повыш. *коррозия* труб в системах П.о. Трубы соединяются сваркой, фланцами с резьбой (при наружном диаметре до 60 мм). В качестве уплотнителя фланцевых соединений применяется паронит или фторопласт, а для уплотнения резьбовых соединений — лента из фторопластового уплотнит. материала или асбестовая пряжа вместе с льняной пряжей, пропитанные графитом, замешанным на олифе. Трубы систем П.о. прокладываются с уклоном: паропроводы — 0,002 в направлении движения пара или 0,006 против направления его движения, конденсатопроводы — 0,003 в сторону теплового пункта.

Магистр. паро- и конденсатопроводы pokrывают тепловой изоляцией. Виды ее, средства крепления труб, способы компенсации их тепловых удлинений — те же, что для теплопроводов водяного отопления. Смонтированные системы П.о. подвергаются гидростатич. испытанию путем заполнения водой: низкого давления — под избыточным давлением в нижней точке системы 0,25 МПа, высокого давления — не менее 0,3 МПа в верхней точке системы. Система признается выдержавшей испытание, если в течение 5 мин при отсутствии утечки воды падение давления в ней не превысит 0,02 МПа, а при последующем пуске в систему пара под рабочим давлением не наблюдается его утечек. Перед пуском системы П.о. в эксплуатацию производят ее монтажное регулирование, в результате к-рого обеспечивается равномерное поступление пара в отопит. приборы и исключается его пропуск в конденсатопровод. Монтажное регулирование осуществляется в осн. регулировочными вентилями, установл. перед отопит. приборами. Осн. требование, предъявляемое к системам П.о. в период их эксплуатации — поддержание пост. темп-ры воздуха в помещении при любой наружной темп-ре за счет регулирования подачи теплоты к отопит. приборам. Центр. и индивид. регулирование систем П.о. путем изменения давления и, следовательно, кол-ва подаваемого в систему или отопит. приборы пара, не дает удовлетворит. результатов, поэтому при эксплуатации систем П.о. прибегают к центр. регулированию "пропусками", подавая пар поочередно в отд. ветви системы.

ПАРОВОЙ КОТЕЛ — устройство, имеющее топку, обогреваемое газообр. продуктами и предназначен. для получения пара с давлением выше атм. Рабочее тело подавляющего большинства П.к. — вода. Упоминания о П.к. как о парогенераторе, отдел. от топки, встречаются в работах итальянца Дж. дела Порта (1601), француза С. де Ко (1615), англичанина Э.С. Вустера (1663). Ранние конструкции П.к. по форме напоминали шар и предназначались для варки пищи. Конструкции соврем. П.к. сложились в процессе изменения форм выпускавшегося до 2-й половины XIX в. простейшего цилиндрич. П.к. В дальнейшем развитие П.к. шло по двум направлениям: увеличение числа потоков газов (внутр. поверхности нагрева) — газо- и жаротрубные котлы и увеличение числа потоков воды и пара (внешн. поверхности нагрева) — водотрубные котлы. Первые газотрубные П.к. представляли собой цилиндрич. сосуды, в к-рые первоначально вставляли 1, 2 или 3 трубы большого диаметра (жаровые тру-

бы), а впоследствии десятки труб значительно меньшего диаметра (дымогарные трубы), по к-рым проходил газ. Увеличение площади поверхности нагрева газотрубных П.к. происходило в габаритах первонач. цилиндрич. котла или даже меньших. Следствием этого явилось нек-рое повышение паропроиз-сти котла и улучшение передачи теплоты от дымовых газов к поверхности нагрева, приводившее к снижению темп-ры газов на выходе из П.к., т.е. к повышению кпд. Газотрубные П.к. отличались от цилиндрич. относит. малыми размерами и высокими кпд (60%), однако паропроиз-сть их, ограничиваемая габаритами, не превышала неск. т/ч, а конструктивные особенности ограничивали давление пара в котле в 1,5—1,8 МПа. Поэтому газотрубные П.к. полностью вытеснены из стационарных установок водотрубными П.к., создание к-рых шло путем увеличения числа цилиндров, составляющих котел. Вначале число цилиндров относит. большого диаметра доходило до 3—9, затем число цилиндров небольшого диаметра, превратившихся в кипятильные, а в дальнейшем и в экранные трубы, составляло десятки и сотни. Увеличение площади поверхности нагрева водотрубных П.к. сопровождалось ростом их габаритов, в первую очередь высоты, многократным возрастанием паропроиз-сти, уменьшением уд. расхода металла, повышением параметров пара и кпд. Со 2-й половины XIX в. выпускали камерные и секц. горизонтально-водотрубные П.к. с естеств. циркуляцией, у к-рых кипятильные трубы были расположены с наклоном к горизонту. Камерные П.к. состояли из одного или неск. барабанов, подсоедин. к ним сборных камер и пучков кипятильных труб, ввальцов. в камеры. Замена плоских камер отд. секциями, в к-рые вальцовывали по одному ряду труб, позволила повысить давление пара, а с увеличением числа секций, из к-рых собирался котел, и площадь поверхности нагрева. Получившие широкое распространение пылеугольные топки повлияли на развитие конструкций П.к., значит. новисив его паропроиз-сть. Внедрение камерных топок привело к созданию топочных экранов, располож. на стенах топочной камеры.

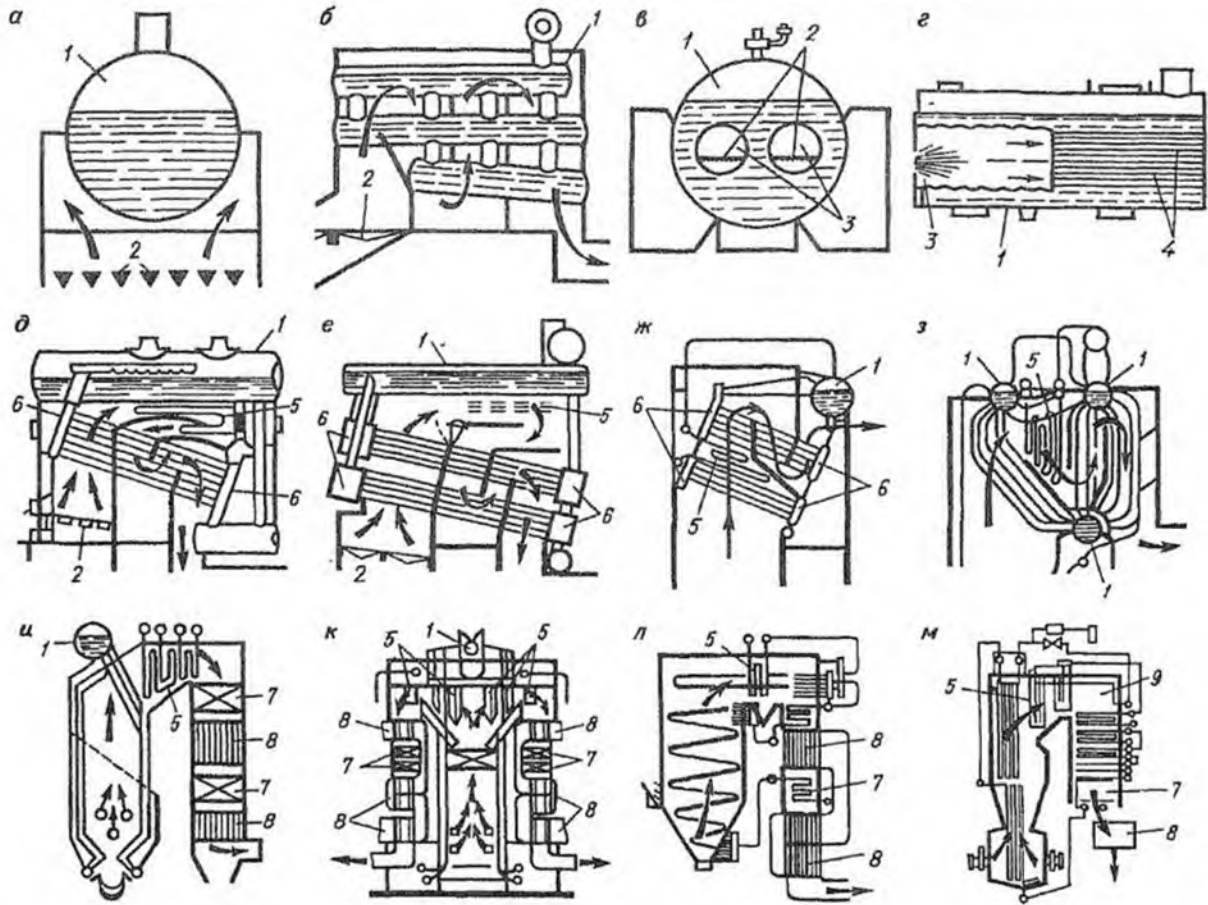
П.к. в зависимости от рабочего давления, МПа, делят на 4 группы: низкого (0,9—1,4), среднего (2,4—4,0), высокого (9—14) и сверхвысокого, закритич.; в зависимости от паропроиз-сти, т/ч, — на три: малой (до 25), средней (35—220) и большой. Широко распространены в разл. отраслях пром-сти, коммуна. и с.хоз-ве П.к. ДКВР (двухбараб., водотрубные, реконструиров.) произ-стью 2,5—35 т/ч, абс. давлением 1,4 и 2,4 МПа с



Схемы парового котла

а — цилиндрич., б — двухжаротрубный; в — газотрубный; г — батарейный; д — водотрубный

темп-рой пара 250—370°C. Котлы выпускают с топками для сжигания твердого (в слое), жидкого котельного и газообразного топлива. Наличие в котлах развитого кипятильного пучка обеспечивает глубокое охлаждение продуктов сгорания, в результате чего достигается высокая их экономичность. Экраниров. топочная камера обеспечивает интенсивный теплообмен продуктов сгорания с экранными поверхностями нагрева, а небольшие тепловые напряжения экранов — надежность и длительность работы обмуровки котла. Плотное расположение кипятильных труб малого диаметра в пучке — характерная особенность этих котлов. Движение газов в котлах — горизонт. с неск. поворотами. П.к. серии Е (КЕ) на твердом топливе давлением 1,4 и 2,4 МПа поставляют блоками в собранном виде с обвязочным каркасом без обмуровки и обшивки. Осн. элементами котлов Е (КЕ) являются: верхний и нижний барабаны, боковые экраны и конвективный пучок. В котлах применяется схема одноступенчатого испарения. Питательная вода из экономайзера подается в верхний барабан, откуда по задним обогреваемым трубам кипятильного пучка сливается в нижний барабан, а затем по перепускным трубам в камеры левого и правого экранов. Пароводяная смесь из экранов поступает в верхний барабан под уровень воды, в результате чего происходит барботаж пара через слой воды. Отсепариров. пар направляется в паропровод. Применение плотных экранов позволило заменить тяжелую обмуровку на боковых стенах котлов натрубной. Газомазутные вертикально-водотрубные П.к. типа Е (ДЕ) вырабатывают пар давлением 1,4 и 2,4 МПа, их топочная камера размещена сбоку от



Конструкции парового котла

а — цилиндрический; б — батарейный; в — жаротрубный; г — жаротрубно-дымогарный; д — камерный горизонтально-водотрубный; е — то же, конструкции В.Г. Шухова; ж — двухсекционный горизонтально-водотрубный; з — вертикально-водотрубный с П-образной компоновкой; и — вертикально-водотрубный; к — то же, с Т-образной компоновкой; л — прямоточный конструкции Л.К. Рамзина; м — прямоточный ТПП-210А; 1 — барабан; 2 — колосниковая решетка; 3 — жаровая труба; 4 — дымогарная труба; 5 — пароперегреватель; 6 — сборная камера; 7 — водяной экономайзер; 8 — воздухоподогреватель; 9 — газход

конвективного пучка. Основные части этих котлов: верхний и нижний барабаны, конвективный пучок, фронт., боковой и задний экраны, образующие топочную камеру. Недостатки котлов ДЕ: повышенные аэродинамические сопротивления и расход электроэнергии на тягу, а также загрязняемость конвективных пучков при работе на жидком топливе.

ПАРОВОЙ НАСОС — агрегат из паровой машины и поршневого насоса, поршни к-рых укреплены на противоположных концах общего штока. Применяют для перекачки воды, нефти, мазута и

др. жидкостей, а также для питания больших котлов. Обычно П.н. выполняют горизонт. и двусециным. Шток одной машины, совершая возвратно-поступат. движение, управляет золотником др. Движение обеих парпоршней происходит одновременно, но в противоположных направлениях. При крайнем положении поршня одного из насосов поршень др. находится в среднем положении, что обеспечивает неразрывность струи перекачиваемой жидкости. П.н., состоящий из паровой турбины и центробежного насоса, наз. турбонасосом.

ПАРОИЗОЛЯЦИЯ — элемент строит. конструкции, функционально предназначен для снижения или полного устранения диффузии водяного пара из одной части конструкции в другую. П. выполняют из пароизоляц. материалов, таких, как полиэтиленовая пленка, рубероид, фольгоизол и др. Хар-кой пароизоляции является его сопротивление паропроницанию, к-рое представляет собой величину, обратную паропроницаемости. Сопротивление паропроницанию R_n , $m^2 \cdot c \cdot Pa / kg$, опреде-

ляется из ур-ния для плотности потока влаги через пароизоляц. материал: $q = (1/R_n)(p' - p'')$, где q — плотность потока пара через пароизоляц. материал, $kg / (m^2 \cdot c)$; p' , p'' — упругости водяного пара по разные стороны пароизоляц. материала, Па.

П. целесообразно устанавливать в многослойных конструкциях из материалов с существенно различающимися значениями теплопроводности или паропроницаемости. В общем случае П. устанавливают в конструкции со стороны более "теплой" поверхности. Однако применяют и двустороннюю П. теплоизоляц. слоя. Недопустимо устройство П. только со стороны "холодной" поверхности конструкции, т.к. это может препятствовать удалению влаги и привести к пересулаживанию конструкции.

ПАРООБЕСПЫЛИВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ — осаждение взвеш. в воздухе частиц пыли за счет конденсации пара на их поверхности и последующего увеличения размера частиц. Наибольшая эффективность достигается при обеспыливании воздуха от гигроскопич. и

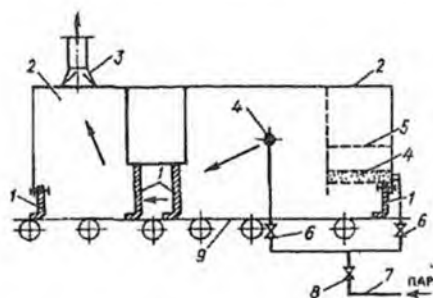
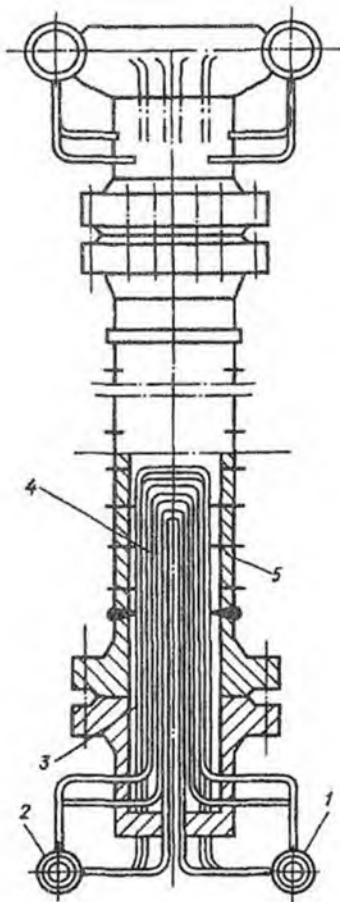


Схема установки парообеспыливания оборудования узла перегрузки титанового концентрата
1 — уплотнение; 2 — двухкамерное укрытие; 3 — аспирация, воронка; 4 — парораспределитель, устройство; 5 — лента дозатора; 6 — вентили для регулирования расхода пара; 7 — паропровод; 8 — основной запорный вентиль; 9 — конвейер

гидрофильных частиц пыли. Гигроскопич. частицы, находясь в потоке воздуха при его критич. влажности, начинают быстро увеличиваться в размерах, проходя при этом стадии конденсац. и коагуляц. роста (размеры частиц при этом могут превышать нач. в 20—40 раз). На рост частиц влияют их нач. размер и плотность, расход пара.

Установка П.о. может обслуживать одну или неск. единиц оборудования и представляет собой совокупность камеры для парообеспыливания, устройства для подачи пара, сети паропроводов, регулировочной арматуры и источника пара (парогенератор или технологич. паропроводы). Неск. установок объединяют в систему парообеспыливания, к-рую обычно применяют в комплексе с гидрообеспыливанием оборудования и аспирацией. Системы П.о. позволяют сократить расход и запыленность аспирируемого воздуха и снизить нагрузку на очистные устройства или вообще отказаться от них.

ПАРООХЛАДИТЕЛЬ — теплообменный аппарат в котлоагрегате, в трубопроводе редуционно-охладит. установки (РОУ) для регулирования темп-ры подаваемого потребителю перегретого пара. П. необходим для предотвращения чрезмерного перегрева пара и обеспечения норм. условий работы паровой турбины. В котлоагрегатах П. обычно устанавливают в промежуточном коллекторе, в к-рый поступает перегретый пар, или на выходе пара из пароперегревателя. Охлаждение пара в П. достигается путем отвода от него теплоты питательной воды, к-рая либо пропускается по трубкам теплообменного аппарата (поверхностные П.), либо непосредственно впрыскивается в аппарат (впрыскивающие П.). В последнем случае для впрыска часто применяют конденсат.



Поверхностный пароохладитель
1, 2 — входной и выходной коллекторы; 3 — входная камера; 4 — трубы, охлаждаемые водой; 5 — корпус пароохладителя

ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЬ — элемент котлоагрегата для перегрева пара, т.е. для повышения его темп-ры сверх темп-ры насыщения. П. представляет собой систему параллельно включ. (по пару) стальных труб (змеевиков) с внутренним диаметром 20—60 мм, омываемых с наружной стороны продуктами сгорания топлива и присоединенных непосредственно к барабану котла или к входному, выходному, а иногда к промежуточному

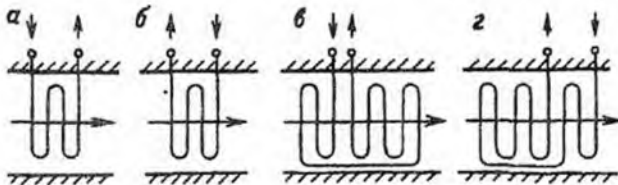
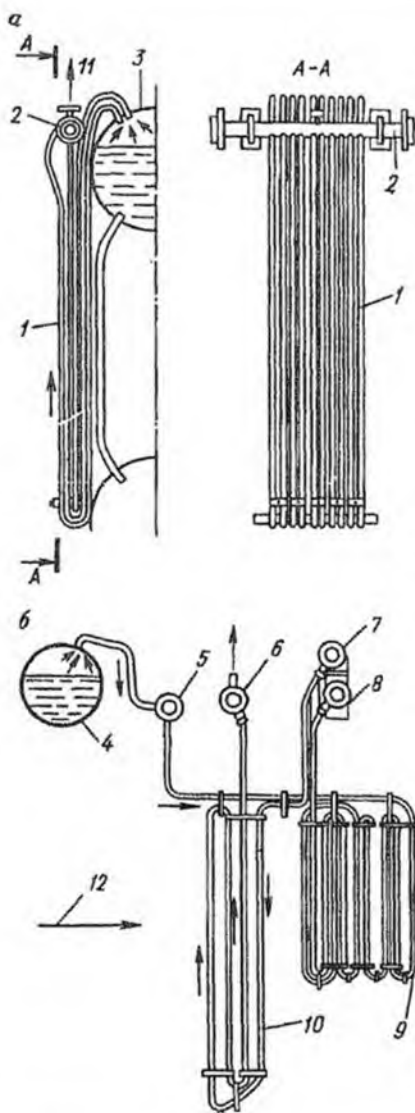


Схема взаимного движения пара и газа
а — паралл. ток; б — противоток; в и г — смешанный ток

коллектору. Змеевики П. работают в наиболее тяжелых темп-рных условиях, что обуславливается расположением их в зоне высоких темп-р продуктов сгорания и низким коэфф. теплоотдачи пару. П. изготавливают из легиров. высококачеств. стали, к-рая вследствие высоких темп-р работает на пределе своих прочностных возможностей. По направлению движения пара относительно дымовых газов различают П.: с паралл. током, противотоком и смешанным током. Наибольшая площадь поверхности нагрева при прочих равных условиях — при паралл. токе, наименьшая — при противотоке. При смеш. схеме большую по размерам и первую по ходу пара часть П. выполняют противоточной, окончание перегрева пара происходит во второй его части с паралл. током газа и пара. В зависимости от места расположения П. в котле и, следовательно, от вида теплообмена, осуществляющегося в нем, различают радиац., конвективно-радиац., ширмовые и конвективные П. Радиац. П. размещают на потолке или на стенках топочной камеры, часто между трубами экранов. Эти П., как и испарит. экраны, воспринимают теплоту, излучаемую факелом сжигаемого топлива. Конвективно-радиац. П., выполненные в виде отд. плоских ширм из параллельно включенных труб, укрепляют на выходе из топки перед конвективной частью котла. Теплообмен в них осуществляется как излучением, так и конвекцией. Конвективные П. располагают в газоходе котлоагрегата обычно за ширмами или за топкой; они представляют собой многорядные пакеты из змеевиков. Конвективный П. котлов ДКВР, КЕ и ДЕ, рассчит. на давление 1,4 и 2,3 МПа, выполняют одноступенчатым; рассчит. на давление 4 МПа — двухступенчатым. П., состоящие только из конвективных ступеней, обычно устанавливают в котлоагрегатах низкого и среднего давления (в нек-рых случаях высокого давления) при темп-ре перегретого пара не выше 440—510°С. В котлоагрегатах высокого давления со значит. перегревом пара применяют комбиниров. П., включающие конвективную, конвективно-радиац., а иногда и радиац. части. Котлоагрегаты ТЭС обязательно снабжают П., т.к. повышение темп-ры пара повышает кпд паросиловой уста-

новки. При давлении пара в 14 МПа и выше кроме осн. (первичных) П. устанавливают вторичные (промежуточные),



Конвективные пароперегреватели

a — типа ДКВР, ДЕ и КЕ; *б* — экранного типа; 1 — трубы пароперегревателя; 2 и 6 — камеры перегретого пара; 3 и 4 — барабаны котла; 5 — камера насыщенного пара; 7 — промежуток камеры; 8 — выходная камера; 9 — змеевик; 10 — первая ступень пароперегревателя; 11 — перегретый пар; 12 — продукты сгорания

в к-рых перегревается пар, частично отработавший в турбине.

ПАРОПРОВОД — трубопровод, по к-рому транспортируется водяной пар. П. монтируют из стальных труб, к-рые соединяют на сварке. Для снятия напряжения в трубах при темп-рных удлинениях используют компенсаторы теплопроводов или естеств. компенсацию, обеспечиваемую изгибами трубы. Для сокращения потерь теплоты транс-

портируемого пара П. покрывают тепловой изоляцией. На пром. площадках обычно применяют надземную прокладку П., к-рая дешевле подземной и позволяет непосредственно наблюдать за состоянием П. В большинстве случаев используют совместную прокладку П. с др. трубопроводами на общих опорах. На участках, где надземная прокладка невозможна или экономически невыгодна, применяют подземную прокладку. П. прокладывают с уклоном не менее 0,002. При движении пара против уклона его принимают равным 0,01. При пуске П., когда пар подают в холодный трубопровод (после завершения стр-ва или ремонта), происходит значит. конденсация пара, теплота от к-рой идет на разогрев П. (с изоляцией). Образовавшийся конденсат удаляют в дренаж. При работе П. в стационарном режиме пар также частично конденсируется, восполняя потери теплоты через изоляцию. Различают пусковой и пост. дренаж. Первый — без возврата конденсата, второй — с возвратом. Пост. дренаж предусматривают в нижних точках П. и перед его вертикал. подъемами; пусковой — в тех же точках, что и пост., и на прямых участках П.; через 400—500 м — при совпадении уклона с движением пара и через 200—300 м — при встречном уклоне. Для пускового дренажа к П. приваривают штуцеры, на к-рых устанавливают задвижки или вентили. При постоянном дренаже конденсат отводят через конденсатоотводчики в рядом пролож. конденсатопровод. Давление в паропроводе должно быть больше давления в напорном конденсатопроводе не менее чем на 0,1 МПа.

При расчете паровых сетей необходимо учитывать изменение плотности пара с падением давления. Плотность насыщ. пара при транспортировании рассчитывают не по законам идеальных газов, т.к. их использование приводит к значит. ошибкам. При расчете П. плотность пара определяют в зависимости от давления по таблицам водяного пара. Т.к. давление пара в свою очередь зависит от гидравлич. потерь, П. рассчитывают методом итераций. Вначале задаются потерей давления на участке, определяют среднее давление пара в нем и по нему с помощью таблиц устанавливают плотность пара. Далее рассчитывают действит. потери давления. Если получ. значение потерь давления существенно расходится с предварит. принятым, то расчет повторяется. Число итераций зависит от требуемой точности расчета.

ПАРОПРОНИЦАЕМОСТЬ — изотермич. процесс влагопереноса в материале, определяемый наличием градиента упругости водяного пара. Происходит в результате совместного влагопереноса по механизмам изотермич.

переноса пара, пленок и капиллярной влаги. При небольших значениях относительной влажности воздуха $\varphi < 30\%$ в порах материала конденсата нет, поверхность пор и капилляров может быть покрыта адсорбц. слоем воды толщиной в 1—2 молекулярных слоя. Влага при этом перемещается только в виде пара. При увеличении значения φ адсорбц. пленки утолщаются и может начаться поверхностная диффузия. Кроме того, начинается капиллярная конденсация в мезопорах ($r < 10^{-7}$ м), что вызывает капиллярную диффузию пара. При увеличении $\varphi > 90\%$ внутр. поверхность материала покрывается смачивающими пленками, к-рые перемещаются под действием возникающих градиентов раскливающего давления. Капиллярная конденсация в мезопорах приводит не только к усилению капиллярной диффузии пара, но и к капиллярному переносу жидкой влаги. Однако при этом могут снизиться диффузия и эффузия пара вследствие заполнения мезокапилляров конденсатом. В целом при увеличении влажности П. материала возрастает.

Количественно П. материала выражается коэфф. μ , к-рый численно равен массе влаги, проходящей через единицу площади материала на расстояние единицы длины в единицу времени при перепаде упругости водяного пара в единицу давления.

ПАССИВНАЯ СИСТЕМА СОЛНЕЧНОГО ОТОПЛЕНИЯ — система отопления (с.о.) здания с использованием солнечного излучения, в к-рой в качестве коллектора солнечной энергии и аккумулятора теплоты служат в осн. ограждающие конструкции самого здания, а циркуляция воздуха в помещениях осуществляется путем конвекции естественной. От П.с.с.о. требуется обеспечение теплового комфорта и регулирование темп-рного режима в помещениях. При этом тепловой комфорт достигается при более низкой темп-ре воздуха по сравнению с обычными зданиями, т.к. темп-ра большинства внутри. ограждений выше темп-ры воздуха. Для отопления зданий используются след. типы П.с.с.о.: система прямого улавливания солнечного излучения, поступающего через остекл. поверхности окон большой площади на южном фасаде здания; система улавливания солнечного излучения, проникающего через поверхности солнечной теплицы, примыкающей к южной стене здания; система с остекл. теплоаккумулирующей стеной (стеной Тромба); система с контуром конвективной циркуляции воздуха и галечным аккумулятором теплоты. Пассивная система прямого улавливания солнечного излучения эффективно работает при соб-



Пассивные системы солнечного отопления зданий

а — с прямым улавливанием солнечного излучения; б — с пристроенной теплицей; в — с теплоаккумулирующей стеной

людности след. условий: ориентация дома вдоль оси восток-запад (отклонение от нее не более 30°); площадь окон на юж. стороне дома — не менее 50—70% всей площади остекления, на сев. — не более 10% в условиях холодного климата, причем юж. окна снабжены двухслойным, а сев. — трехслойным остеклением; улучшенная теплоизоляция стен, пола, потолка здания, а теплопотери из-за нерегулируемого поступления наружного воздуха сведены к минимуму; достаточная теплоаккумулирующая способность внутр. стен и пола, предназнач. для поглощения и аккумуляции теплоты солнечного излучения; над окнами для предотвращения перегрева помещений в летнее время предусмотрены навесы, козырьки и т.п. Кпд П.с.с.о. — 25—30%, а в особо благоприятных климатич. условиях может достигать 60—75%. Недостаток системы — значит. суточные колебания темп-ры воздуха в помещениях из-за тепловой инерции их теплоаккумулирующих элементов. При рационал. проектировании обеспечиваются оптим. масса теплоаккумулирующих элементов и наилучшее расположение каждого из них. Эффек-

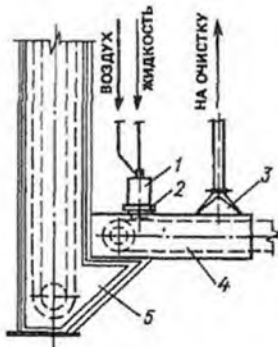
тивность прямого улавливания солнечного излучения повышается при *теплоизоляции* светонепрозрачных поверхностей в ночное время, автоматич. управлении заслонками для регулирования поступления и удаления воздуха, форточками и фрамугами и т.п. Наряду с отоплением обеспечивается эффективное использование дневного освещения, благодаря чему снижается потребление электроэнергии. В системе с солнечной теплицей (зимним садом, солариум или оранжереей), примыкающей к южной стене здания, солнечное излучение используется как для отопления здания, так и для выращивания растений. Общий кпд такой системы повышается до 60—75%, однако в здание поступает всего лишь 10—30% кол-ва излучения, падающего на остекление теплицы. При этом следует применять 2—3-слойное остекление теплицы в сочетании с окнами в примыкающей стене здания. Площадь остекления теплицы должна быть в 1,5—3 раза больше площади окон жилого дома. В солнечной теплице предусматривается аккумуляция теплоты в бетонной плите или емкости с водой. Пол делается темным для усиленного поглощения солнечного излучения, 15—25% его площади может быть занято растениями. Темп-ра воздуха в оранжерее не должна превышать $20—25^\circ\text{C}$ зимой и $25—28^\circ\text{C}$ летом, а при понижении темп-ры до $7—13^\circ\text{C}$ необходимо включать дополнит. отопление. Для улучшения распределения теплоты в помещении в стене предусматривается несколько отверстий, чтобы обеспечить циркуляцию воздуха с расходом не менее $0,1 \text{ м}^3/\text{с}$. П.с.с.о. с остекл. юж. теплоаккумулирующей стеной высокоэффективны. Проникающее через одно- или двухслойное остекление солнечное излучение поглощается поверхностью стены, покраш. темной матовой краской, и аккумулируется ее массой. Аккумулятив. стеной теплота передается внутрь помещений. Кпд этой системы достигает 35%. Целесообразна конструкция стены с отверстиями внизу и вверху для циркуляции воздуха. Движение воздуха регулируется поворотными заслонками. Для усиления циркуляции воздуха может использоваться вентилятор. У стены могут быть установлены одна над др. бочки с водой, что увеличивает аккумуляцию теплоты. Теплотехнически наиболее эффективна система с солнечной теплицей, неск. ниже эффективность с теплоаккумулирующей стеной.

ПАТРУБОК ДЛЯ РАЗДАЧИ ВОЗДУХА — отрезок *воздуховода*, присоединяемый к гл. магистрали системы *вентиляции* или располож. на конце ответвления воздуховода и служащий для сосредоточ. подачи воздуха в определ. направлении. Наиболее широкое приме-

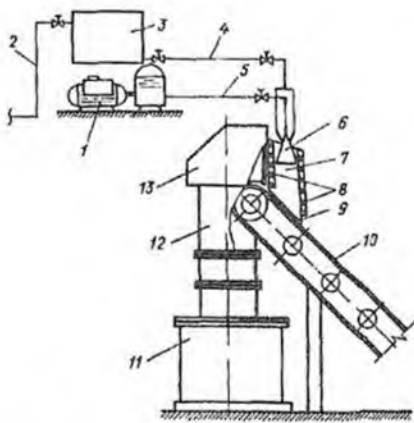
нение П.д.р.в. получили при сосредоточ. подаче *воздуха* и при устройстве *воздушных душей* на пост. *рабочих местах* в горячих цехах при тепловом облучении рабочих. При душировании рабочих мест с помощью поворачивающегося П.д.р.в. можно подавать в помещение наружный или внутр. воздух с предварит. его очисткой и охлаждением.

ПЕЛЬТЬЕ ЭФФЕКТ — выделение или поглощение *теплоты* в месте контакта (спая) двух металлов (полупроводников) при прохождении через контакт электр. тока. При изменении направления тока эффект меняет знак.

ПЕНООБЕСПЫЛИВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ — один из способов подавления источников пылеобразования и осаждения взвеш. частиц пыли. Процесс П.о. осуществляют как в установке, так и в системе обеспыливания пеной. Улавливание и осаждение пыли на пузырьки пены происходит за счет инерц., гравитац. и диффуз. сил, а также поглощения частиц пыли массой пены (пенного экрана), представляющей собой структуриров. дисперсную систему, т.е. скопление пузырьков воздуха (дисперсная фаза), раздел. тонкими прослойками жидкой дисперсной среды. Пена имеет значит. больший объем, чем жидкость, из к-рой она образована, что позволяет при отнosit. незначит. расходе жидкости увеличить площадь поверхности взаимодействия ее с пылью по сравнению с площадью ее взаимодействия при *гидрообеспыливания оборудования*. Слоем пены можно изолировать источники пылеобразования и воспрепятствовать переходу пыли во взвеш. состояние и распространению ее в воздушную среду. Это определяет целесообразность применения П.о. в произ-вах, где пыль плохо смачивается водой, а использование систем гидро- и паро-

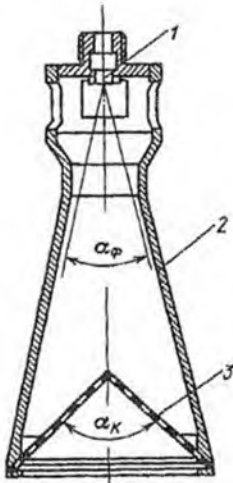


Установка обеспыливания оборудования пеной узла перегрузки с конвейера в элеватор
1 — пеногенератор; 2 — насадок; 3 — аспирац. воронка; 4 — конвейер; 5 — элеватор



Установка обеспыливания оборудования пеной загрузочной воронки дробилки СМ-599

1 — компрессор; 2 — трубопровод; 3 — бак вместимостью 0,3 м³; 4, 5 — трубопроводы р-ра и сжатого воздуха; 6 — пеногенератор; 7 — пенный экран (затвор); 8 — сетки; 9 — рама пенного затвора; 10 — конвейер; 11 — дробилка; 12 — загрузочная воронка; 13 — крытие



Эжекционный сеточный парогенератор установки обеспыливания оборудования пеной

1 — форсунка с углом раскрытия α_f ; 2 — корпус со смесительной камерой; 3 — сеточный пакет конусной формы (угол конусной части α_k)

обеспыливания оборудования малоэффективно или недопустимо по технологии. Для обеспыливания наиболее приемлема пена, к-рая при контакте с пылью устойчива в течение нек-рого времени, поскольку при быстром разрушении пены действие ее сводится к гидрообеспыливанию, и, наоборот, при чрезмерно медленном разрушении она будет оказывать лишь экранирующее действие. В зоне контакта пены с пылью пузырьки пены разрушаются, и освободившаяся при этом жидкость смачивает частицы пыли и материала. Процесс разрушения пены за-

медляется при отсутствии сухой поверхности, в результате чего кол-во пены, расходуемой на обеспыливание, пропорционально ее массе. Стойкость пены при воздействии на нее пыли в большой степени обусловлена ее дисперсностью. С увеличением гидрофильности частиц пыли расход пены на их улавливание увеличивается. Скорость разрушения пены значит. возрастает с возрастанием скорости движения воздуха над ней.

Установка П.о. представляет собой совокупность камеры для осуществления процесса, пеногенератора, дозатора пенообразователя, компрессора (воздуходувки), вспомогат. элементов (регулирующие вентили, резиновые шланги, баки, трубопроводы и др.). Пеногенераторы подразделяются на шевматич., воздушно-пенные стволы и сеточные. Последние бывают вентиляторными и эжекционными. В сеточных процесс пенообразования протекает упорядоченно, пузырьки пены формируются при равномерной подаче воздуха, и пена получается близкой к монодисперсной. Наиболее приемлемы эжект. сеточные парогенераторы. Раствор пенообразователя подается к форсунке под давлением $P_{по} = 0,8...1,0$ МПа. Произ-сть, м³/с, парогенератора по пене $L_{пр} = 1,65 \sigma \frac{d_{вд}^2}{\sqrt{P_{по}}}$, расход раствора $L_{до} = 5,2 \cdot 10^{-3} d_{эж} P_{по}^{0,5}$ здесь σ — диаметр выходной трубы диффузора, $d_{эж}$ — коэфф. расхода форсунки). Оптим. кратность пены — 300—500, дисперсность — 1 мм. Оптим. (миним.) толщина пенного экрана зависит от дисперсного состава частиц пыли и скорости их движения, а также от параметров пены. Установки предназнач. для сокращения образований пыли, работают зачастую в сочетании с системами аспирации, при этом снижаются расходы и загрязненность аспирируемого воздуха. Установки с экранирующим действием, как правило, не требуют аспирации. Оптим. толщина пенного экрана не более 0,1—0,14 м. Установки могут быть децентрализов. и централизов.

Система П.о. — комплекс установок в здании (помещении), сокращающих и локализующих образование и выделение пыли в воздушную среду помещений. Она позволяет уменьшить произ-сть систем аспирации и очистных устройств, а в ряде случаев отказаться от них. Системы П.о. по сравнению с системами гидро- и паро-обеспыливания на 4,5—2,5% снижают влажность перерабатываемых материалов и в 3—8 раз уменьшают образование и выделение пыли.

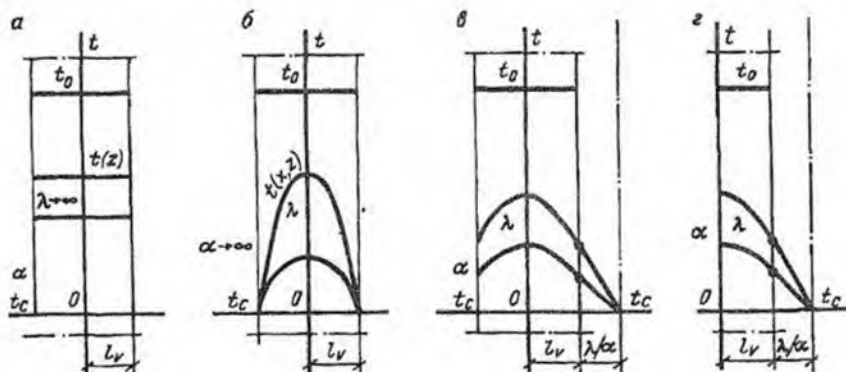
ПЕРЕВАЛ — полость над кладкой внутри отопительной печи, где движущиеся горячие дымовые газы поворачивают сверху вниз.

ПЕРЕДАЧА КЛИНОРЕМЕННАЯ — устройство для передачи вращения между валами с помощью приводного ремня, имеющего сечение в форме трапеции (клина). П.к. широко используется в вентиляторных установках. Относит. громоздкость и нек-рое непростоянство передаточного числа вследствие проскальзывания ремня окупаются эластичностью, плавностью хода, способностью выдерживать перегрузки. П.к. хорошо работает при малых расстояниях между валами. Для увеличения передаваемой мощности передача осуществляется неск. параллельно работающими клиноремнями.

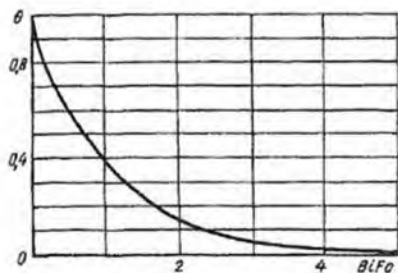
ПЕРЕКРЫША ПЕЧИ — верхнее перекрытие отопительной печи, устраиваемое в 3 ряда кирпичных плашмя в печи умеренного прогрева или из иных строит. материалов в печи повыш. прогрева.

ПЕРЕКТАНИЕ ВОЗДУХА — перемещение масс воздуха из одного помещения или из одной зоны помещения в др. Неорганизов. П.в. под действием гравитац. и ветровых сил приводит к распространению загрязняющих воздух примесей и запахов, к увеличению теплопотерь помещений, к выравниванию параметров воздуха по зданию и помещениям. Неорганизов. П.в. недопустимо для лечебных зданий, объектов, связ. с исследованием и произ-вом вредных в-в. Для предотвращения неорганизов. П.в. и управления этим процессом применяют архитектурно-строит. и вентиляц. приемы: установка дополнит. дверей и тамбуров (пассивных шлюзов), разумное размещение в здании блоков чистых и загрязн. помещений; создание дисбаланса воздуха, подаваемого и удаляемого системами общесобм. вентиляции с механич. побуждением, активное шлюзование (тамбуршлюз с притоком или вытяжкой) и установка у проемов шибрирующих воздушных завес. Организов. П.в., кроме предотвращения распространения по зданию вредных примесей, во мн. случаях позволяет снизить требуемый воздухообмен за счет более эффективного использования вентиляц. воздуха. Организов. П.в. — широко применяемый способ вентиляции пищеблока (обеденный зал — кухня). Подпор в обеденном зале (за счет избыточного притока) и разрежение в кухне (за счет избыточной вытяжки) способствуют П.в. и предотвращению распространения запахов из кухни. Суммарный воздухообмен при П.в. меньше суммы требуемых воздухообменов для каждого из помещений, т.к. загрязненность удаляемого из кухни воздуха выше.

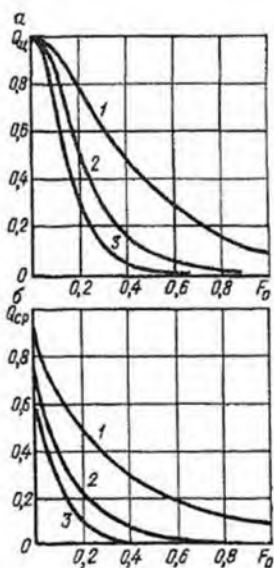
ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ — процессы теплопере-



Характерные типы переходных тепловых процессов задачи: а — внешняя; б — внутренняя; в — симметричная краевая; г — несимметричная краевая



Изменение во времени относительной избыточной температуры тела с бесконечной теплопроводностью



Изменение во времени температуры а — в центре тела; б — средней по объему; 1 — пластина; 2 — цилиндр; 3 — шар

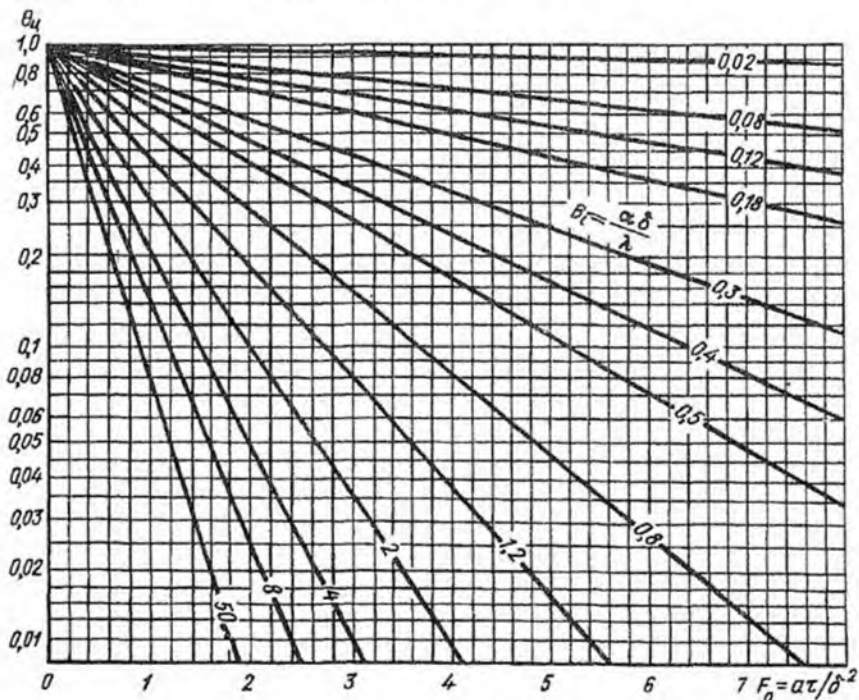
дачи нестационарной в телах огранич. размеров при ступенчатом изменении условий на границах. Характеризуются перестройкой темп-рного поля из одного установившегося состояния в другое. Различают П.п.т. в телах с малым термич. сопротивлением (внешн. задача), с интенсивным теплообменом на поверхностях (внутр. задача), с умеренной интенсивностью теплообмена внутри тела и на поверхностях (симметричная краевая задача) и с односторонним нагревом (охлаждением) тел (несимметричная краевая задача). В условиях внешней задачи темп-рное поле тела пространственно изотермично и изменяется только во времени (небольшие металлич. предметы, емкости с водой, отопительные приборы и др.). Характеризуется малым значением критерия Bi [Bi = alpha l_v / lambda <= 0,1, где alpha — коэффициент теплообмена поверхности с

окружающей средой; Вт/(м²·К); lambda — теплопроводность материала, Вт/(м·К); l_v — обобщ. линейный размер, м, равный отношению объема тела V, м³, к его поверхности F, м² (для неорганич. пластины — половине толщины, цилиндра — половине радиуса, шара — 1/3 радиуса, куба — 1/6 длины ребра)].

Изменение относит. избыточной темп-ры theta = (t - t_c) / (t_0 - t_c) теплопроводного тела с нач. темп-рой t_0 в среде с темп-рой t_c != t_0 описывается экспоненциальной зависимостью, а кол-во поглощ. или отданной телом теплоты за время z, с, определяется по ф-ле Q = c rho V (t_0 - t_c) (1 - theta), где c rho — объемная удельная теплоемкость тела, Дж/(м³·К); a = lambda / c rho — коэфф. темп-ропроводности, м²/с. Процесс перехода к новому стационарному состоянию в основном завершается за время z_kp, к-рому соответствует Bi*Fo = 3.

В условиях внутр. задачи (Bi >= 100) (темп-ра поверхности тела сразу становится равной темп-ре окружающей среды — граничное условие I рода). Темп-рное распределение в толще тела является неравномерным. Наибольшая разница наблюдается между темп-рой в центре и на поверхности. На схеме приведены кривые изменения относит. избыточной темп-ры в центре theta_c = (t_c - t_c) / (t_0 - t_c) и средней по объему theta_cp = (t_cp - t_c) / (t_0 - t_c) во времени, выражаемым числом Fo. Кривые даны для случая, когда нач. темп-ра t_0 во всех точ-

Безразмерная температура в центре однородно ограждения (симметричная задача)



ках тела была одинаковой, а темп-ра поверхности тела мгновенно изменилась до темп-ры окружающей среды t_c .

Кол-во теплоты, отдаваемой или ассимилируемой телом за время z , с. снач. переходного процесса, определяется как для внешн. задачи с замсой θ на $\theta_{ср}$.

Условия краевой задачи ($0,1 < Bi < 100$) наиболее общие и чаще всего встречаются в инж. практик. Интенсивность теплопередачи определяется и переносом теплоты в толще тела, и теплообменом на поверхности. В этом случае темп-ра поверхности может значительно отличаться от темп-ры в центре и не совпадает с темп-рой окружающей среды.

Темп-рное поле в толще тела описывается сложной комбинацией трансцендентных и спец. функций. Безразмерная темп-ра в центре $\theta_{ц}$ однородного ограж-

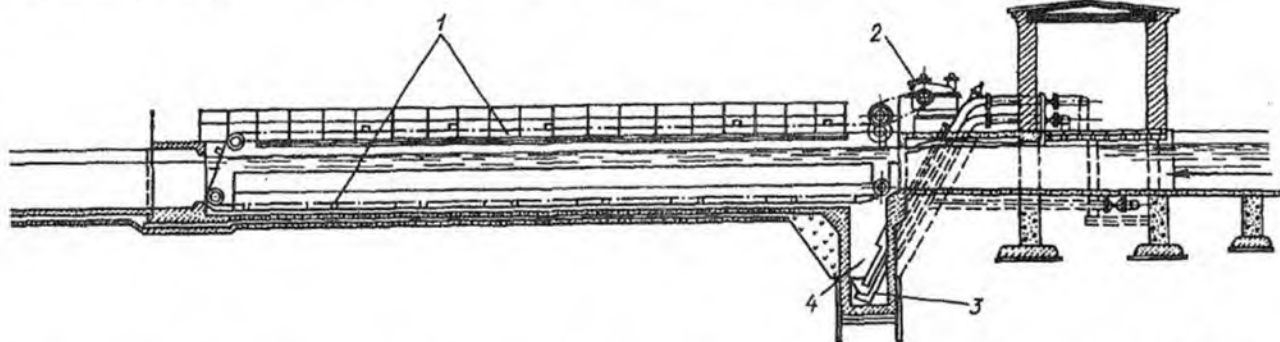
микроклимата под влиянием повторяющихся тепловых возмущений (см. *Теплоустойчивость ограждения и Теплоустойчивость помещения*).

ПЕСКОЛОВКА — сооружение для выделения из сточных вод нераствор. минер. частиц: песка, шлака, боя стекла и др. При отсутствии в составе очистных сооружений П. или плохой ее работе затрудняется выгрузка осадка из *отстойников*, накапливается песок в последующих сооружениях для очистки сточных вод и обработки осадков, что приводит к сокращению полезных объемов сооружений и др. нарушениям их работы. В П. песок из сточных вод выделяется под действием силы тяжести. П. подразделяют на горизонт., вертикал. и с вращат. движением жидкости; последние бывают тангенц. и

эрлифтами, шнековыми или иными подъемниками. Скребокные механизмы применяют двух типов: на бесконечных цепях и в виде тележки со скребком, перемещаемой с помощью тросов. Гидромехан. система представляет собой лоток в днище П., внутри к-рого расположен смывной трубопровод со срысками, ориентированными в сторону бункера. Смыв осадка производится при подаче в систему расхода воды с восходящей скоростью по площади лотка $0,0063$ м/с. В П. обеспечивается максимально возможное улавливание песка и исключается выпадение в осадок органич. загрязнений, что достигается при средней скорости

Горизонтальная песколовка

- 1 — скребокный механизм; 2 — привод механизма; 3 — гидроэлеватор; 4 — бункер

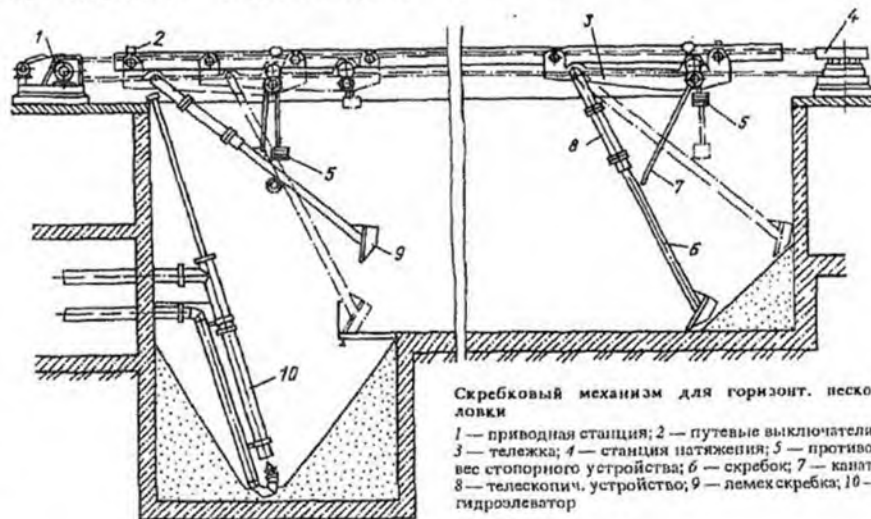


дения зависит от времени F_0 и интенсивности симметричного теплообмена с окружающей средой Bi . Такие же зависимости имеются для др. тел и условий однозначности. Односторонний (несимметричный) нагрев или охлаждение ограждения представляет частный случай симметричной краевой задачи. Используя принцип отражения и дополняя ограждение аналогичным с зеркальным темп-рным распределением, получают вариант симметричного теплообмена с адиабатич. осевой плоскостью. Такая схема справедлива для случая остывания ограждения при отключении системы отопления. Односторонний нагрев (при включении системы отопления) имитируют симметричным нагревом, стыкувая реальное и дополнит. ограждения с их наружными поверхностями (вариант симметричного нагрева пост. тепловым потоком).

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ — процесс периодич. изменения темп-ры в каждой точке тела около среднего значения (квазиустановившийся режим). Периодич. процессы формируются в ограждениях зданий и элементах систем кондиционирования

азрируемые. Горизонт. П. — удлиненное в плане сооружение с прямоугольным или полигональным поперечным сечением. В начале ее располагают бункер для сбора и накопления осадка. Горизонт. П. оборудуют скребокными механизмами или гидромехан. системами для транспортирования осадка в бункеры. Осадок из них откачивают гидроэлеваторами,

движения воды в ней $0,3$ м/с. П. чувствительна к нестабильности расхода, концентрации и гидравлич. крупности песка. Ее нельзя изготовлять больших размеров или для большей продолжительности пребывания в воде, чем предусмотрено расчетами, иначе ухудшится качество осадка — происходит засорение его органич. примесями.



Скребокный механизм для горизонт. песколовки

- 1 — приводная станция; 2 — путевые выключатели; 3 — тележка; 4 — станция натяжения; 5 — противовес стопорного устройства; 6 — скребок; 7 — канат; 8 — телескопич. устройство; 9 — лемех скребка; 10 — гидроэлеватор

в помещении неравномерно и в нем наблюдается нестационарный тепловой режим. Наибольшая теплоотдача печи приходится на конец топки, когда темп-ра стенок достигает макс. Наименьшая — ко времени перед началом очередной топки. Средняя суточная темп-ра поверхности печи поддерживается на уровне 55—60°C. Изменение теплоотдачи печи в помещении характеризуется коэфф. неравномерности теплопередачи, выражающим отношение полуразности наибольшей и наименьшей теплоотдач к их среднему значению. Этот коэфф. зависит от объема кладки печи и числа топок в сутки. Определяется для каждой конструкции печи экспериментально. Колебания теплопередачи вызывают изменение темп-ры воздуха и радиац. темп-ры помещения. При П.о. происходит пост. изменение темп-ры помещения, зависящее от его теплоустойчивости. Достаточно теплоустойчивым считается помещение, в к-ром при отопит. печи, неравномерно передающей теплоту, обеспечиваются колебания темп-ры воздуха в пределах 3°C. Печи длит. горения рассчитаны на продолжит. *отопление* без повторной загрузки твердого топлива. Создается пост. процесс горения, что способствует повышению КПД печей, к-рые можно уменьшать по размерам и массе.

П.о. известно давно. В течение нескольких столетий применялись глинобитные печи, топившиеся "по-черному", с отводом дыма в помещение и через него наружу. В России лишь в XV—XVI вв. печи в жилых помещениях были дополнены трубами и стали называться "белыми" или "русскими". В 1867 И.И. Свиззевым (1797—1875) был написан обобщающий труд "Теоретические основания печного дела". В нашей стране более трети жилищного фонда (в осн. за счет старых домов в сельской местности) оборудовано П.о. Но при новом капит. стр-ве П.о. допускается в жилых домах, в зданиях управлений при числе этажей не более двух (не считая цокольного), в небольших обществ. зданиях (напр., в общеобразоват. школах при числе мест не более 80), в производств. помещениях категорий Г и Д площадью не более 500 м². П.о. часто используется в садовых домиках. Распространение П.о. объясняется его достоинствами: меньшей стоимостью устройства по сравнению с др. видами отопления; малой затратой металла (только на *колосниковую решетку*, дверцы, печи, задвижки, иногда на каркас); простотой устройства и обслуживания; независимостью отопления отд. помещений; одноврем. обеспечением *вентиляции* помещений. Огранич. область применения П.о. обусловлена его недостатками: пониж. уровнем теплового комфорта по сравнению с *водяным отоплением* (нестационарный тепловой

режим, переохлаждение нижней зоны помещения); затруднениями при эксплуатации (заботы о топливе, уход за печью, загрязнение помещения); повыш. пожарной опасностью; возможностью отравления оксидом углерода при неправильном уходе за печью; потерей (до 5%) рабочей площади помещения.

Отопит. печь обычно размещают у внутр. стены помещения, используя ее для прокладки дымового канала, что облегчает вывод его в атмосферу и позволяет сократить длину оголовка, а значит улучшить тягу в печи. Однако при таком расположении печи переохлаждается нижняя зона помещения. Потоки воздуха, охлаждающегося у поверхности наружных ограждений помещения, опускаются к полу. В результате охлад. воздух перемещается от наружных ограждений вдоль пола в сторону печи, нарушая норм. самочувствие людей, находящихся в помещении. Такой циркуляции воздуха с холодным дутьем по ногам людей можно избежать, размещая отопит. печь у наружной стены помещения. В этом случае требуется утепление дымовых каналов в наружной стене во избежание конденсации на их внутр. поверхности водяных паров из отводимых дымовых газов. При этом неизбежно ухудшение тяги в печи, дополнит. загрязнение помещения при переносе через него топлива, *золи* и *шлака топливного*. Не допускаются отвод дымовых газов в вентиляц. каналы, а также установка вентиляц. решеток на дымовых каналах: каналы обеих систем — П.о. и естеств. вытяжной вентиляции — должны быть обособлены во избежание нарушения их действия. Печи в здании размещают так, чтобы одна обогрела не более трех помещений, располож. на одном этаже. В здании с коридорной системой связи помещений печи устанавливают, выводя фронт их обслуживания в коридоры или подсобные помещения, имеющие окна с форточками и оборудов. естеств. вытяжной вентиляцией. В двухэтажных зданиях можно устраивать двухъярусные печи как обособл., так и с одной общей топкой на первом этаже.

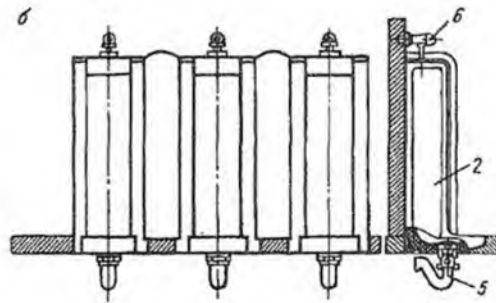
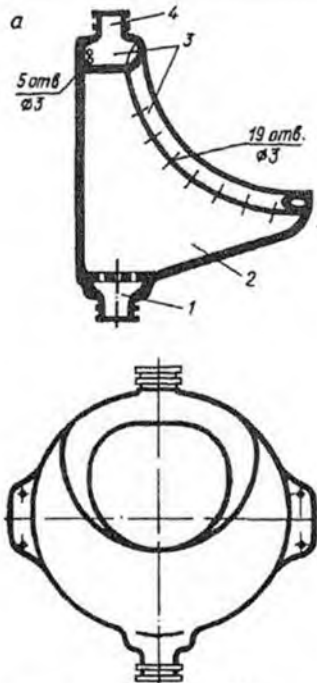
Теплоотдача отопит. печи должна соответствовать теплопотребности помещения, к-рая в осн. определяется теплопотерями через его ограждающие конструкции. Упрощенно *теплопотери помещения* высотой 2,5 м рассчитываются в р-нах с тем-рой наружного воздуха для проектирования отопления -30°C (разность темп-ры внутри и снаружи 50°C) по ф-ле 125kF для углового или 80kF для рядового помещения (k — коэфф. теплопередачи наружной стены, Вт/(м²°C); F — площадь пола, м²). При разности темп-ры, отличающейся от 50°C, в ф-лу вводится соответствующая поправка. Исходя из теплопотери помещения выбирает-

ся одна из типовых конструкций отопит. печей с наиболее близкой номин. теплоотдачей при работе ее в сутки 2 раза в сев. районах страны и один раз — в юж. Выбранная печь проверяется в зависимости от вида топлива по необходимым тепловосприятию внутр. поверхности дымооборотов и теплоаккумуляции массива. Вычисляется также амплитуда колебания темп-ры воздуха помещения при обогревании выбранной печью (в жилых зданиях, детских и лечебных учреждениях).

ПИРОЛИЗ ОСАДКОВ — процесс высокотемп-рной обработки органич. осадков сточных вод без доступа воздуха, в результате к-рого из органич. в-ва осадка образуются твердый углеродный остаток — кокс, горючий газ и *конденсат*. В зависимости от темп-рного режима обработки в результате П.о. может произойти: коксование (карбонизация), когда основное кол-во органич. в-ва осадка перерабатывается в твердый углеродсодержащий остаток — кокс, или газификация, когда большое кол-во органич. в-ва перерабатывается в газовую фазу и конденсат. Коксование и карбонизацию производят при темп-ре 400—500°C, газификацию — при более высоких темп-рах. Полученный в результате П.о. кокс после активации — дополнит. обработки паром при темп-ре примерно 700°C — может использоваться в качестве сорбента. Образующийся в результате П.о. сточных вод газ — достаточно калорийное топливо с теплотой сгорания до 3500 кДж/м³. Пиролиз применяют также для получения сорбентов из лигнина, древесины, каменного угля.

Имеется зарубежный опыт по совместному П.о. и твердых бытовых отходов. При переработке осадков или смеси осадков и твердых бытовых отходов не выделяются стадии карбонизации или газификации и процесс ведут в условиях дефицита воздуха. В результате часть органич. в-ва сгорает, а выделяющаяся при этом теплота обеспечивает термич. деструкцию оставшейся части органич. в-ва осадка в режиме пиролиза. В качестве реактора для проведения процесса используют многоподовые печи. Пиролиз имеет нек-рые преимущества по сравнению со сжиганием осадков: более простое и качествен. управление процессом; более стабильный режим работы; значит. меньшее загрязнение воздушного бассейна; возможность проведения без дополнит. топлива при меньшем содержании сухого в-ва в осадке, чем при сжигании; возможность переработки осадка, прежде всего избыточного активного ила, в сорбент.

ПИССУАР — сан.-технич. прибор, устанавливаемый в обществ. мужских туалетах. Состоит из чаши, выпуска, сифона

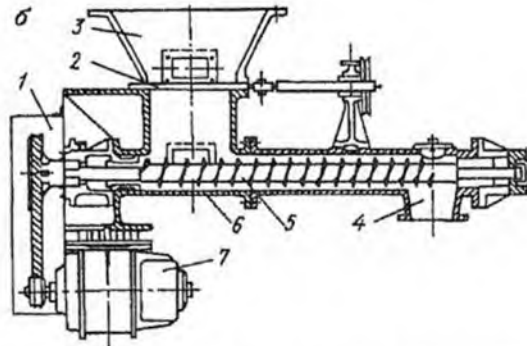
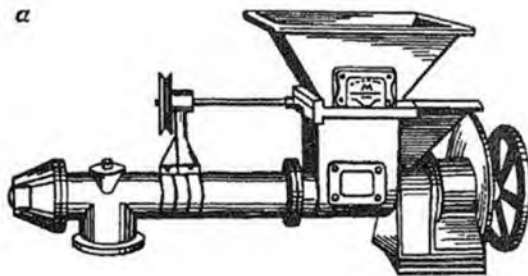


Писуар

а — настенный; б — напольный; 1 — патрубок для присоединения сифона; 2 — чаша; 3 — водораспределительное устройство; 4 — патрубок для присоединения промывочного крана; 5 — выпуск сифона; 6 — промывочный кран

и промывочного крана. Изготавливают П. настенные (закрепляемые на стене) и напольные (устанавливаемые на полу). Керамич. (фаянсовая или полугфарфоровая) глазуров. чаша П. имеет входной патрубок для присоединения к ней и водопроводу промывочного крана, водораспределит.

ПИТАТЕЛЬ ПЫЛИ — устройство для равномерной и регулируемой подачи угольной пыли из бункеров к топке. Подачу регулируют изменением частоты вращения П.п. Наиболее распространены шнековые и лопастные П.п. В шнековом П.п. горизонт. винт (шнек) при вращении



устройство, обеспечивающее промывку всей внутр. поверхности чаши, встроенные выпуск и сифон, выпускной патрубок, присоединяемый к канализационной сети. Изготавливают также чаши с выпускным отверстием для присоединения отпластмассового или металлич. сифона. Промывка П. осуществляется промывочными кранами, периодически открываемыми вручную или автоматически с помощью светолучевых, тепловых или электронных датчиков. Применяют также автоматич. бабки смывные, обслуживающие группу П.

от электродвигателя забирает пыль из бункера и переносит ее в др. конец цилиндрич. корпуса, откуда она по патрубку сыпается в отводящий трубопровод. Эти П.п. просты в изготовлении и ремонте, однако не всегда обеспечивают необходимую равномерность подачи топлива. В лопастных П.п. на вертикал. валу одновременно вращаются два колеса, раздел. перегородкой с окном. Угольная пыль взрыхляется ворошителем и подается через верхнее окно на верхнее колесо, лопасти к-рого переносят пыль на противоположную сторону П.п., где через второе

окно пыль просыпается на нижнее колесо и через патрубок выходит в отводящий трубопровод. Равномерность подачи пыли при любых питателях надежно обеспечивается при достаточно большой высоте слоя пыли в бункере.

ПИТАТЕЛЬНАЯ ВОДА — вода, подаваемая питательными насосами в паровой котел для возмещения убыли воды, ушедшей в виде пара. В крупных котлоагрегатах П.в. представляет собой смесь возвращаемого конденсата и подпиточной воды, восполняющей потери конденсата как внутри тепловой станции, так и у производств. потребителей (внешн. потери). Качество П.в. котлов с естеств. циркуляцией должно удовлетворять след. нормам: общая жесткость (для котлов давлением до 4 МПа) не должна превышать 5 мкг-экв/л (на жидком котельном топливе) и 10 мкг-экв/л (на др. видах топлива); содержание кремниевой к-ты (в пересчете на SiO₂) для котлов давлением 7—10 МПа отопит. ТЭЦ не выше 80 мкг/кг; содержание кислорода после деаэраторов для котлов давлением до 10 МПа не более 20 мкг/кг; показатель рН (при 25°C), равный 9,1±0,1, достигается вводом аммиака. На тепловых станциях, работающих на органич. топливе, в дополнение к термич. деаэрации для котлов давлением до 7 МПа проводят обработку П.в. сульфитом натрия или гидразином.

Шнековый питатель пыли для пылеугольных горелок

а — общий вид; б — продольный разрез; 1 — привод шнека; 2 — шибер; 3 — загрузочная (приемная) воронка; 4 — тройник; 5 — шнек; 6 — корпус питателя; 7 — электродвигатель

ПИТАТЕЛЬНЫЙ НАСОС — насос для подачи питательной воды в паровой котел. П.н. бывают поршневыми и центробежными с электрич. и паровыми приводами, а также струйными — инжекторами. В отопит. установках используют поршневые насосы ПВД и ПДГ для питания котлов водой при темп-

ре до 100°C с рабочим давлением 0,4—2,0 МПа и произ-стью 2—6 т/ч. Однако из-за недостатков (низкая экономичность, высокий расход пара, неравномерность подачи воды, чувствительность к механич. примесям и загрязнениям) их используют как резервные. В качестве осн. применяют центробежные с электроприводом. Их преимущества: экономичность и надежность работы, удобство регулирования произ-сти, простота обслуживания и др. Инжекторы (пазоструйные устройства) используют для питания водой мелких отопит. котельных. Для их надежной работы темп-ра питат. воды должна быть не выше 40°C и высота подачи — не более 2 м. Расход пара инжекторами составляет 7—9% кол-ва подаваемой воды. П.н. — важный элемент котельной установки, т.к. даже кратковремен. прекращение подачи воды может привести к аварии котла. Вследствие этого П.н., как и др. насосы тепловой схемы, оборудуют устройством автоматического включения резерва (АВР). Произ-сть, вклю. типы П.н. и их приводов для производств.-отопит. и энергетич. котельных регламентированы правилами технич. эксплуатации электростанций.

ПИТО ТРУБКА — прибор для измерения давления движущейся жидкости или газа. Ее гл. частью являются две трубки, при этом часть одной расположена во внутр. полости др. Спец. обтекаемый насадок, имеющий отверстие, к к-рым присоединены трубки, размещают в потоке. Др. концы трубок выполнены в виде штуцеров для присоединения шлангами к микроманометру. Вблизи отверстия насадка за счет торможения потока возникает избыточное статич. давление, равное полному давлению потока в измеряемой точке. Это давление фиксируется микроманометром, присоедин. к штуцеру. Отверстие на цилиндрич. части насадка расположено так, что в этой точке избыточное статич. давление, возникающее за

счет набегания потока на насадок, равно нулю. Следовательно, микроманометр, присоедин. шлангом к штуцеру со знаком "-", покажет значение статич. давления в измеряемой точке *воздуховода*. Используя П.т., можно измерить полное, статич. и динамич. давления. При изменении последнего к микроманометру присоединяют оба штуцера, определяя т.о. разность полного и статич. давлений, т.е. динамич. давление. При измерениях соответствующих давлений в трубопроводах, заполн. жидкостью, необходимо учитывать гидростатич. давление, возникающее за счет разности отметок измерит. устройства и трубопровода.

ПЛАВЛЕНИЕ — переход в-ва из кристаллич. состояния в жидкое, происходящий с поглощением теплоты. При пост. внешн. давлении П. происходит при определ. темп-ре, наз. темп-рой П. и зависящей от природы в-ва и давления.

ПЛАФОН ДЛЯ РАЗДАЧИ ВОЗДУХА — *воздухораспределитель*, расположен на потолке. В зависимости от его конструкции и способа установки воздух обычно раздают веерными настилающимися на потолок или ниспадающими струями. П.д.р.в. бывают регулируемые и нерегулируемые. Первые состоят из неподвижных и подвижных частей. Регулируя подвижную часть, можно менять площадь живого сечения приточного отверстия, а следовательно, и расход, скорость и направление вытекающего воздуха. П.д.р.в. широко используют в *системах кондиционирования воздуха* обществ. и производств. зданий. Особенно эффективны плафоны, встроенные в светильники. Распределение воздуха через люминесцентные светильники уменьшается поступление теплоты в помещение, если их конструктивное решение предусматривает отвод вытяжного воздуха. П.д.р.в. выпускают неск. модификаций: работающие одновременно на приток и вытяжку, работающие только на приток или только на вытяжку. При выпуске приточного воздуха струи, настилающиеся на потолок, создают разрежение под П.д.р.в. В эту зону с восходящими потоками поступает нагретый воздух, загрязн. вредными примесями. Вытяжные отверстия для его удаления можно располагать в верхней зоне по оси группы П.д.р.в., установл. в один ряд, или встраивая их в конструкцию плафонов.

ПЛОСКАЯ ПРИТОЧНАЯ СТРУЯ — воздушная струя, выходящая из щелевого отверстия и имеющая форму клина. Для нее характерно затухание скорости воздуха, обратн. пропорциональное корню квадратному из расстояния. П.п.с. применяют очень широко. Это воздушные

завесы, разл. рода передувки для местной вытяжной *вентиляции*, приток в вентилируемое помещение. *Воздухораспределители*, создающие П.п.с., как правило, — *воздуховоды* равномерной раздачи воздуха. Метод расчета П.п.с. обычный. Особенности П.п.с. учитывают, вводя соответствующие коэфф. затухания скорости и темп-ры.

ПЛОСКОПЛАМЕННАЯ ГОРЕЛКА — горелка турбулентного смешения, обеспечивающая радиац. режим *теплообмена* за счет нагрева кладки агрегата (обычно свода) при поверхностном сжигании газа в разомкнутом факеле. Под разомкнутым понимают факел с углом раскрытия 180° , веерообразно растекающийся тонким слоем по поверхности керамич. горелочного камня или свода. Излучающие поверхности, на к-рых происходит поверхностное сжигание, имеют форму полусферы (чашечные горелки), полутора, конуса с большим углом раскрытия, криволинейного диффузора (плоскоплам. горелки). Растекание факела по излучающей поверхности про-

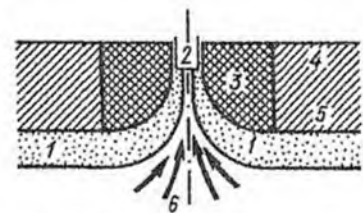


Схема разомкнутого факела

1 — разомкнутый факел; 2 — газовое сопло; 3 — горелочный камень; 4 и 5 — наружная и внутренняя поверхности свода; 6 — рециркулирующий вихрь

изводится механич. (с помощью airstойких направляющих) или аэродинамич. (закручивание потока) способами. Поверхностное сжигание газа обычно осуществляется при раздельной подаче газа и воздуха. Газ подается по центр. трубе и истекает из малых отверстий в сильно закруч. поток воздуха; в результате интенсивного турбулентного перемешивания на входе в горелочный камень создаются условия, когда газозвушная смесь полностью сгорает на излучающей поверхности. Разомкнутый факел обеспечивает высокую конвективную теплопередачу от факела к горелочному камню и кладке, к-рые нагреваются и становятся источником теплового излучения. Создание факела, равномерно распредел. по поверхности, основано на использовании эффекта Коанда: безотрывное обтекание криволинейных диффузоров полными потоками или предварт. закрученным потоком. При этом возникает поперечный градиент давлений, направл. в сторону поверхности керамич. горелочного камня,

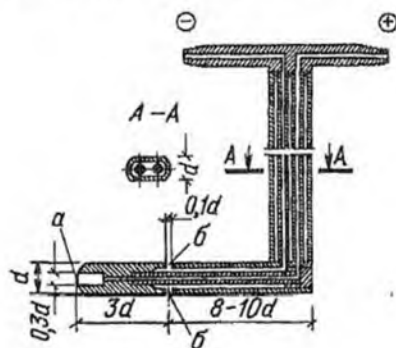
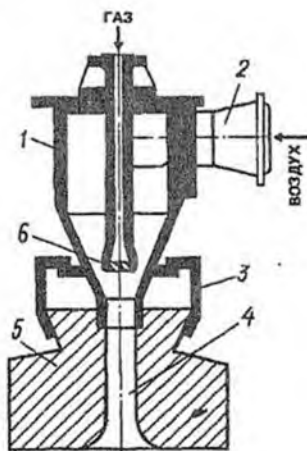


Схема трубки Пито

a — отверстие для измерения полного давления; b — щелеобразное кольцевое отверстие для измерения статич. давления; d — диаметр насадка трубки Пито

и струя горящего газа безотрывно движется вдоль его поверхности. Процесс горения приводит к увеличению турбулентной вязкости струи и усилению этого эффекта. Устойчивость горения обеспечивается сжиганием у основания пламени предварительно подготовленной смеси с местной скоростью, равной скорости распространения пламени (зажигат. пояс), а также возникновением в осевой части горелки зон рециркуляции продуктов сгорания, которые движутся внутрь туннеля и поджигают газозадушную смесь.

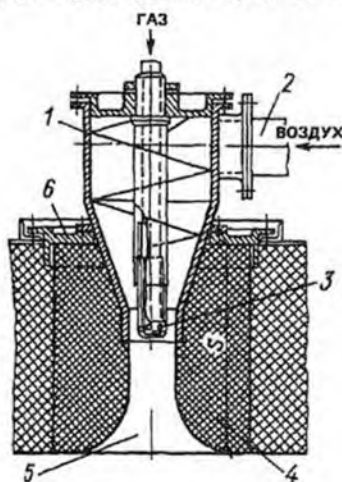
Применяют П.г. типа ГПП и ГР для установки и нагреват. и термич. печах (в своде или боковых стенах). Горелки ГПП предназначены для сжигания природного газа. В них плоский разомкнутый факел создается закручиванием воздуха, с помощью улиткообразного корпуса П.г. и направляющего винта с перем. шагом и применением горелочного туннеля в виде криволинейного диффузора (радиус кривизны диффузора 60—185 мм). Газ подается по центр. трубке, истекая из к-рой через небольшие отверстия, попадает в воздушный поток и смешивается с ним. Разработаны три серии П.г. тепловой мощностью 198—790 кВт (всего 21 типоразмер): Н — низкого ($P_{ном} = 3$ кПа); С — среднего ($P_{ном} = 12$ кПа); В — высокого ($P_{ном} = 70$ кПа) давлений. Номин. давление холодного воздуха — 3 кПа. Темп-ра подогрева воздуха — до 300°C . Пределы регулирования произ-сти гор-



Горелка ГР

1 — корпус; 2 — воздушный патрубок; 3 — держатель; 4 — зона предварительного смешения; 5 — горелочный камень; 6 — газовое сопло

сового и смеш. газов. Работают они аналогично горелкам ГПП, но закручивание воздуха осуществляется вследствие тангенц. его подачи в корпус горелки, а закручивание газа — истечения его через сопла с косыми щелевидными прорезами. Разработано их 10 типоразмеров с номин. теплопроиз-стью 70—1750 кВт. Номин. теплопроиз-сть определена при $\alpha = 1,05$, давление холодного воздуха — 2,5, газа — 5 кПа. Пределы регулирования горелок ГР идентичны таковым горелок ГПП.



Горелка ГПП

1 — корпус; 2 — подвод воздуха; 3 — газовое сопло; 4 — горелочный камень; 5 — амбразура выхода газозадушной смеси; 6 — фронтальная плита

лок с сохранением плоского факела — 1:4 номин. пропускной способности по газу. П.г. работают в диапазоне изменения коэфф. избытка воздуха $\alpha = 0,8...2$ с противодействием в камере 5—10 кПа.

Плоскопламенные горелки ГР предназначены для сжигания природного, кок-

териалы, используемые для возведения П., — бетон, железобетон, местные грунты (песок, супесь, суглинок, камень), дерево, металл, комбинированные. Земляные П. с напором до 15 м наз. низкими, 15—50 м — средненапорными, более 50 м — высоконапорными; каменные и каменно-земляные с напором до 20 м наз. низкими, 20—70 м — средненапорными, с 70—150 м — высоконапорными и более 150 м — сверхвысоконапорными. Бетонные и железобет. П. на нескальных основаниях можно возводить высотой не более 45 м. На скальных основаниях высота П. не ограничивается и зависит от конкретных геологич., гидрогеологич. и сейсмич. условий р-на стр-ва. По способу пропуска воды П. подразделяют на глухие и водосливные. В состав гидроузла обычно входят П. обоих типов. В глухих П. нет спец. устройств для пропуска воды в нижний бьеф. В водосливных П. воду в нижний бьеф пропускают через гребень плотины либо поверхностные водосливные отверстия. Водопропускные сооружения могут располагаться как в теле П., так и на берегах, обеспечивая транспорт воды в обход тела П. В нек-рых случаях П. из камня, выполняемые без каких-либо противофильтрац. устройств, обеспечивают пропуск расчетного расхода воды в нижний бьеф только за счет фильтрации потока сквозь тело П. (фильтрующая П.). Существуют переливные П., в к-рых расчетные расходы воды пропускают в нижний бьеф через поверхностные водосборы или через укрупненные откосы П.

Бетонные П. подразделяют на неск. осн. видов: гравитационные — П., имеющие значит. массу и распластанное поперечное сечение, за счет к-рого обеспечивается большая устойчивость. Недостаток таких П. — неоправданно высокий запас прочности, обуславливающий перерасход строит. материалов. Его устраняют выполнением П. облегч. конструкций: с расширенными швами у основания; с экраном на напорной грани; с анкеркой в основании П.; с уменьшением угла наклона основания; с устройством сухих или мокрых продольных полостей (потери), свободных или заполняемых дешевыми инертными материалами (в основном у П., возводимых на несвязных грунтах); контрфорсные — П. более легкие по сравнению с гравитац., устойчивость и прочность к-рых достигается устройством на нижней грани ребер жесткости (контрфорсов) различной конструкции. Эти П. могут выполняться из отд. примыкающих один к др. контрфорсов, к-рые имеют уширение со стороны верхнего бьефа (массивные оголовки), в этом случае П. наз. массивно-контрфорсной. Если пространство между отдельно стоящими контрфорсами перекрывают арками, то П. наз.

ПЛОТИНА — гидротехнич. сооружение, перегораживающее реку или др. водоток для подъема уровня воды перед ним, для создания напора воды и водохранилища. П. характеризуется понятиями: уровень мертвого объема (УМО), т.е. объема, предназнач. для осаждения наносов за весь срок эксплуатации водохранилища. При заборе воды из водохранилища для водоснабжения уровень воды в нем не должен быть ниже УМО; норм. подпорный уровень (НПУ) — уровень, соответствующий расчетному объему водохранилища; форсиров. подпорный уровень (ФПУ) — макс. возможный (аварийный) уровень воды в водохранилище, превышение к-рого недопустимо. Акватория, образованная перед П., наз. верхним бьефом, а поток за плотиной — нижним. Общие для всех П. определения: напорная грань (откос) — поверхность П. со стороны верхнего бьефа; низовая грань (откос) — поверхность П. со стороны нижнего бьефа; подошва (подземный контур) — основание П., контактирующее с грунтом, на к-ром она возводится; гребень — верхняя горизонт. часть П., на к-рой обычно располагают транспортные магистрали. Осн. ма-

многоарочной контрфорсной. Пространство между контрфорсами может перекрываться и плоскими плитами. Контрфорсные П. всех видов возводятся на прочных основаниях; арочные, многоарочные — П., имеющие в плане конфигурацию арки. Это наиболее легкие П., к-рые применяются в строго определенных природных условиях и служат для создания высоких (до 300 м) и сверхвысоких напоров. Их относят. тонкостенные конструкции имеют поперечное сечение сложного очертания (двойная кривизна или купольный тип), обращенное выпуклостью в сторону верхнего бьефа.

Д е р е в я н н ы е П., как правило, низконапорные, водосливные свайно-ражевого типа. Их устойчивость достигается забивкой свайного основания и загрузкой ражей дешевыми инертными материалами. Деревянные П. строят очень редко, в основном в местностях, имеющих в избытке качеств. и недорогой лес.

М е т а л л и ч е с к и е П. (щитовые, разборно-щитовые) строят крайне редко из-за дороговизны металла, к-рый широко используется в гидротехнич. стр-ве в виде проката (для затворов, закладных элементов, трубопроводов, резервуаров и т.д.) и в качестве арматуры в железобет. конструкциях (армопакеты, армофермы, каркасы, сетки).

Т к а н е в ы е П. с напором до 5 м при соответствующем технико-экономич. обосновании могут выполняться из резиноканевых, пленочно-тканевых и пленочных материалов, используемых для создания мягкой, гибкой, заанкерванной в основании оболочки, заполняемой водой, воздухом или водой и воздухом.

З е м л я н ы е П. или П. из м е с т н ы х м а т е р и а л о в подразделяют на след. осн. группы: однородные земляные, — не имеющие спец. противофильтрац. устройств, сооружаемые из малофильтрующих грунтов насыпным или намытым способом; неоднородные земляные — возводимые из грунтов разл. гранулометрич. состава с обязат. выполнением противофильтрац. конструкций в виде ядра, экрана или экрана с понуром. В качестве противофильтрац. конструкции применяют диафрагмы из бетона, железобетона или металла; каменно-набросные, возводимые насыпным способом из щебня, гравия, гальки, крупнообломочных пород с обязат. сооружением противофильтрац. устройств; комбинированные, сооружаемые из разл. карьерных грунтов, укладываемых по зонам строго определ. образом, с обязат. устройством противофильтрац. конструкций.

П. из к а м н я в зависимости от конкретных условий стр-ва (инженерно-геологич. хар-ки створа П. и карьеров, расположения последних относит. створа П., наличия соответствующих транспортно-

погрузочных средств и т.д.) могут возводиться насыпкой, наброской взрывом, механич. наброской, из сухой кладки. Каменные П. возводят с искусств. уплотнением укладываемого материала или без уплотнения. П. из сухой кладки выполняют из соответствующим образом подобр. или обработ. камней.

Все грунтовые плотины имеют трапецидальное поперечное сечение с ломаным профилем напорного и низового откосов. Верхние П. возводят с искусств. уплотнением гребня П. наз. бровками, а нижние, обусловленные топографией створа П., — подошвами. На откосах через определ. расчетные высотные интервалы располагают горизонт. участки — бермы, предназначен. для обеспечения проезда транспортно-строит. средств при проведении строит. и эксплуат. работ, а также для повышения устойчивости откосов. Для защиты откосов грунтовых П. от разрушения волнами применяют различные материалы — бетонные или железобет. плиты, камень, асфальтобетон, биологич. крепление (посадки быстрорастущих многолетних трав и растений). Границы крепления откосов определяются величиной сработки водохранилища и распространяются ниже отметки УМО. Габариты крепления изменяются по высоте плотины и зависят от высоты волны. Обязательным элементом земляной П. является дренаж — устройство, предназначен. для сбора и транспортирования в заданное место фильтрац. вод, проходящих через тело П. Конструкцию дренажа выбирают в зависимости от фильтрац. расхода, характеристик грунта, расположения места выклинивания фильтрац. потока на низовой откос П., т.е. от очертания кривой депрессии фильтрац. потока в теле П., а также от уровня воды в нижнем бьефе.

ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ, пневмотранспорт — механическое перемещение твердых (чаще сыпучих) материалов в трубопроводах под воздействием потока воздуха. Установки П.т. нашли широкое применение в разл. отраслях пром-сти, например в угольной и горнорудной — для транспортирования в шахты крупнокусковых закладочных материалов, а также для доставки полезных ископаемых из карьеров на обогатит. фабрики. Всасывающие пневматич. установки используют для разгрузки сыпучих и пылящих материалов с судов (зерновых продуктов, песка, цемента и т.п.), а также на элеваторах, мельницах, комбикормовых заводах, предприятиях пищевой пром-сти. Установки П.т. применяют: на деревообрабатывающих заводах — для подачи технологич. дробленой щепы, идущей на изготовление древесно-стружечных и древесно-волокнистых плит, а также для получения целлюлозно-бумажной

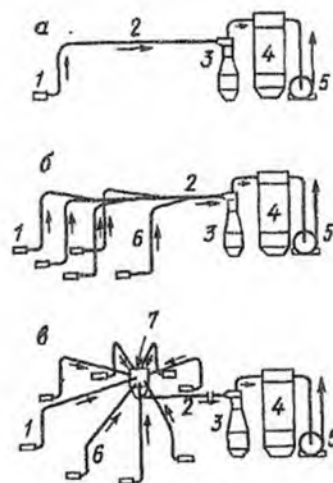
продукции; в кожевенно-обувной и меховой пром-сти — для транспортирования исходных градиентов для получения искусств. кож и пленочных материалов, шкурок каракуля, зайца, кролика и их обрезей; в стр-ве и производстве строит. материалов — для перемещения, загрузки и разгрузки многих сыпучих и пылящих материалов; в цехах машиностроит. заводов — для удаления стружки и пыли от режущих инструментов при механич. обработке хрупких материалов (чугуна, бронзы, латуни, графита, древесины и др.). Работа установок П.т. складывается из трех осн. последовательно протекающих процессов: всасывание сыпучих материалов, их транспортирование по трубопроводам и отделение сыпучих материалов от воздуха. Все эти процессы должны быть взаимосвязаны расчетным путем.

Осн. элементы пневмотранспортных установок: загрузочные устройства (или *местные отсосы* от оборудования), трубопроводная сеть, определители крупных частиц, пылеочистные устройства (фильтры) и побудители тяги.

В зависимости от назначения и принципа действия различают 4 класса установок П.т. Наиболее часто применяют установки 1-го класса, в к-рых П.т. частиц осуществляется во взвешенном состоянии. Ко 2-му классу относится т.н. *аэрозоль-транспорт*, принцип действия к-рого состоит в том, что перед вводом в трубопровод транспортируемый материал насыщается воздухом и перемещается в аэриров. состоянии. Под действием перепада давления он в виде пробок транспортируется по нижней стенке горизонт. материалопровода. К 3-му классу относятся П.т. принадлежат т.н. *аэрожелоба*, в к-рых аэриров. материал перемещается по наклонному желобу вследствие приобрет. текучести. В установках П.т. 4-го класса (контейнерах) транспортируемый материал перемещается в патронах под действием сжатого воздуха.

Установки П.т. 1-го класса бывают нагнетательные, всасывающие и всасывающе-нагнетательные. Первые применяют для транспортирования цемента, муки, закладочных материалов. Все их элементы находятся под избыточным давлением. Достоинства нагнетательных установок: сравнительно легкое обнаружение неплотностей в системе — по видимому пылению; возможность использования сжатого воздуха с высоким давлением, что в свою очередь расширяет радиус действия установок и позволяет работать с более высокими концентрациями смеси; отсутствие необходимости строгой герметизации *циклонов*; возможность использования трубопроводов меньших диаметров.

Установки всасывающего типа широко используются для отсоса и уда-



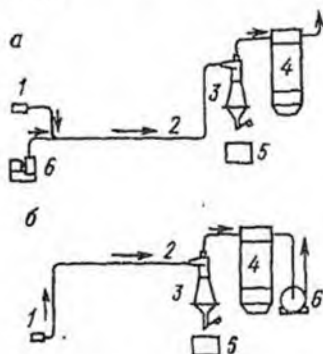
Схемы трубопроводных сетей пневматического транспорта

a — простая неразветвл. сеть; *б* — разветвл. сеть; *в* — паукообразная сеть; 1 — местный отсос; 2 — магистр. трубопровод; 3 — циклон; 4 — фильтр; 5 — вентилятор; 6 — отсасывающий патрубок; 7 — коллектор

Классификация установок пневматического транспорта

Трубопроводную сеть всасывающей установки выполняют в след. вариантах: простая неразветвленная; разветвленная без коллектора; разветвленная с коллектором (паукообразная). Первая применяется сравнительно редко, остальные используются для отсасывания и транс-

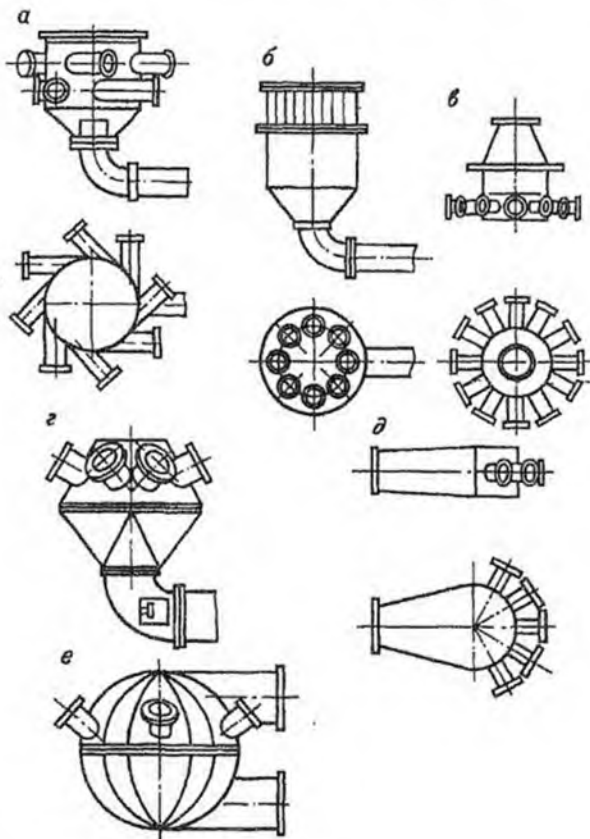
портирования пылевидных материалов с их централиз. сбором. Разветвленная сеть без коллектора нестабильна в работе.



Схемы установок пневматического транспорта *a* — нагнетательные; *б* — всасывающие; 1 — местный отсос; 2 — магистр. трубопровод; 3 — циклон; 4 — фильтр; 5 — бункер; 6 — побудитель тяги

ления стружки и пыли от металло- и деревообрабатывающих станков, текстильного, размольного и др. пылевывделяющего оборудования. Их достоинство — в полном отсутствии пыления в помещениях. В пром-сти и коммунальн. х-ве используют установки вакуумной пылеуборки, сходные по конструкции с установками всасывающего типа, к-рые применяют для удаления твердых бытовых отходов (мусора) из жилых домов, гостиниц и т.п.

Во всасывающе-нагнетат. установках воздуходувное устройство расположено в середине трассы. Поэтому на ней имеются всасывающий и нагнетат. участки. Длина их различна, но обычно всасывающий участок короче, а нагнетат. длиннее (на расстояние транспортирования материала). Такие установки обладают всеми преимуществами и недостатками всасывающих и нагнетат. установок.



Схемы коллекторов *a* — паукообразный; *б* — типа "крутильной трубки"; *в* — сферический; *г* — конусообразный; *д* — горизонт.; *е* — шаровой

При поступлении материала в часть ответвлений в них повышается сопротивление, в результате чего скорость воздуха в незагруженных ответвлениях резко возрастает, а в загруженных, наоборот, падает и может стать ниже критич., что приводит к снижению эффективности местных отсосов и закупорке ответвлений транспортируемым материалом. Поэтому предпочтительны установки, оборудованные коллекторами, являющимися камерами постоянного статического разрежения, сглаживающими взаимное влияние ответвлений при их неравномерной загрузке. Коллекторы могут быть цилиндрич. секторными, прямоугольными, типа "курительной трубки" и "люстры" и т.п. При наличии большого кол-ва обеспыливаемого оборудования возможно применение установок с двумя коллекторами, соединенных уравнил. трубой или без нее и обслуживаемых одним вентилятором.

По величине концентрации твердой фазы в потоке воздуха μ , кг/кг, различают установки П.т. низкой ($\mu < 0,5$), средней ($\mu = 0,5 \dots 2$) и высокой концентрации ($\mu > 2$). Иногда их классифицируют по создаваемому воздуходувным устройством давлению — низкого и высокого давления.

Согласно теореме Н. Жуковского на тело действует сила, равная $P = 2\pi R^2 \rho v \omega$, где R — радиус поперечного сечения тела; ω — угловая скорость вращения тела. Под действием силы P тело может отрываться от нижней стенки трубы и взвешиваться в потоке воздуха.

В общем случае скорость витания является функцией многих величин: плотности материала, величины и формы частиц, их концентрации, степени турбулентности потока и др. Ее используют в расчетах систем П.т. Транспортную скорость смеси в горизонт. трубопроводах ориентировочно принимают в 2—2,5 раза больше скорости витания наиболее крупных частиц. В этом случае обеспечивается их надежное транспортирование. В расчетах многих пылеулавливающих аппаратов эта скорость является одной из осн. величин. Зная диаметр частиц, можно определить их скорость витания, пользуясь спец. номограммами, к-рые составлены для частиц плотностью материала 500—10 000 кг/м³. Поскольку частицы в большинстве своем имеют неправильную форму, за их размер принимают эквивалентный диаметр транспортируемой частицы материала. Скорость витания наиболее показательна для условий движения частиц в вертик. трубопроводах.

Для условий движения в горизонт. трубопроводах наиболее характерна скорость витания — миним. скорость воздушного потока, при к-рой введенное в него одиночное твердое тело транс-

портируется, не оседая на дно трубопровода. Однако в расчетах эту скорость почти не применяют. Гораздо чаще используют так называемую скорость трогания — усредненную по сечению трубопровода скорость воздуха, при к-рой одиночная твердая частица, лежащая на дне трубопровода, начинает передвигаться путем скольжения. Она неск. меньше скорости витания. Скорость витания, как и др. характерные скорости процесса П.т. определяют эксперимент. путем.

Важное значение для эксплуатации систем П.т. имеет концентрация смеси воздуха в транспортируемом материале, кг/кг, к-рая бывает расходная и

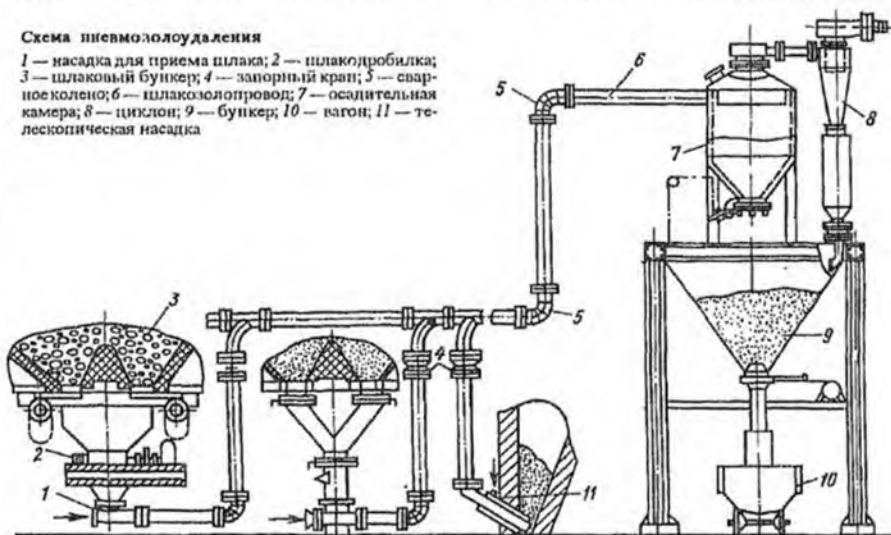
привода; типа и размера разгрузителя и фильтра.

В системах П.т. используют побудители тяги или воздуходувные устройства разл. типов, что обуславливается видом установок П.т. и их эксплуатац. хар-ками. Чаще всего в установках П.т. применяют лопастные воздуходувные машины — вентиляторы, воздуходувки и вакуум-насосы.

ПНЕВМОЗООУДАЛЕНИЕ — зооудаление потоком воздуха. Из шлаковых бункеров котла золу и шлаки топливные (шлаки предварит. дробятся) транспортируют в шлакопроводах сжатым

Схема пневмозооудаления

1 — насадка для приема шлака; 2 — шлакодробилка; 3 — шлаковый бункер; 4 — запорный кран; 5 — сварное колено; 6 — шлакозолопровод; 7 — осадительная камера; 8 — циклон; 9 — бункер; 10 — вагон; 11 — телескопическая насадка



действительная. Первую подсчитывают по ф-ле $\mu_p = G_M/G_B = G_M/(L \rho v)$, вторую $\mu_g = \mu_p (v_{воз}/v_M)$, где G_M — расход материала, кг/ч; L — объемный расход воздуха, м³/ч; ρ — плотность воздуха, кг/м³; G_B — весовой расход воздуха, кг/ч; $v_{воз}$, v_M — скорость движения соответственно воздуха и материала, м/с.

Действит. массовая концентрация выше расчетной, т.к. скорость $v_{воз}$ всегда больше v_M на значение скорости витания транспортируемых частиц. Чем выше значение μ_p , тем экономичнее пневмотранспортная установка. Как правило, всасывающие аспирац. установки работают на пониж. массовых концентрациях смеси ($\mu_p < 0,5$ кг/кг), а в нагнетат. системах она может достигать 5—10 кг/кг и выше. Чем короче длина материалопроводов, тем выше может быть μ_p .

Расчет систем П.т. сводится к определению: диаметра трубопроводов на различных участках в соответствии с необходимыми расходом и скоростью воздуха; потребного напора, создаваемого воздуходувным устройством, и типа последнего, а также мощности электродвигателя для его

воздухом в циклон, где они выпадают в сборный бункер, а обеспыл. воздух направляют в дымовую трубу. Скорость воздуха в шлакопроводах при П. достигает 30—35 м/с, его уд. расход — 1 м³/кг. П. применяют в р-нах с продолжит. и суровой зимой, с огранич. водными ресурсами и при использовании сухих золы и шлаков в качестве сырья для произ-ва строит. материалов.

ПНЕВМОТРАНСПОРТ — см. Пневматический транспорт.

ПНЕВМОТРАНСПОРТ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ — способ сбора и удаления твердых бытовых отходов жизнедеятельности человека из зданий микрорайона города. Отходы в вакуумных системах пневматического транспорта собирают в спец. шахтах-накопителях, установл. в зданиях в нижней части мусоропроводов, в технич. подполье зданий, не имеющих мусоропроводов, или в подземном пространстве открытых пунктов сбора твердых бытовых отходов. В жилых и обществ. зданиях микрорайона отходы попадают в шахты-накопители через стан-

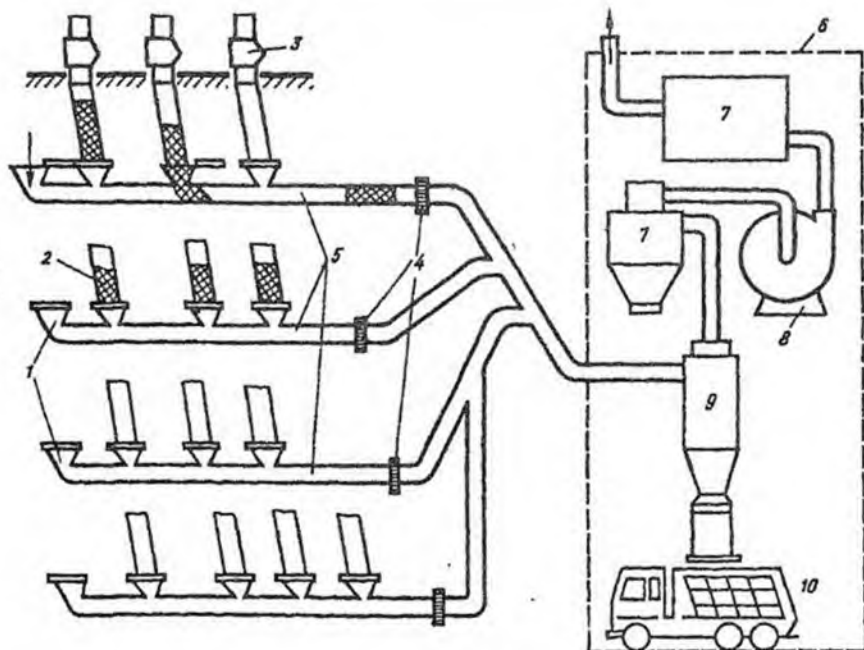


Схема вакуумной системы мусороудаления

1 — воздухоприемный клапан; 2 — шахта-накопитель; 3 — мусороприемный люк; 4 — герметизирующий клапан; 5 — пневмотранспортная сеть; 6 — центр. станция; 7 — воздушные фильтры; 8 — трубовоздуходувка; 9 — сепаратор; 10 — мусоровоз

дартные мусороприемные люки. При этом макс. размер частиц отходов не должен превышать 300—350 мм. 1—2 раза в сутки, в зависимости от темпов накопления твердых бытовых отходов, в шахтах включается система, к-рая поочередно транспортирует эти отходы из шахт-накопителей на центр. станцию. Шахты-накопители соединяются между собой трубопроводами, образующими единую пневмотранспортную сеть. В начале каждой ветви трубопроводов установлен воздухоприемный клапан. Для транспортирования твердых бытовых отходов после пуска трубовоздуходувок открываются воздухоприемный и герметизирующий клапаны ветви. При этом в ней создается поток воздуха со скоростью, обеспечивающей движение компонентов твердых отходов. По команде с пульта управления открывается ближайший к центр. станции клапан ввода. Под действием собств. веса и перепада статич. давлений отходы опускаются в транспортный трубопровод, перекрывая его сечение. После этого клапан ввода закрывается. Перепад статич. давлений на образовавшемся поршне ускоряет его движение и одновременно вызывает образование в нем воздушных каналов, при этом с ростом перепада давлений скорость воздуха в этих каналах

возрастает. Начинается унос частиц из передней части движущегося поршня. Каналы расширяются, скорость проходящего по ним потока возрастает, все большее кол-во частиц уносится — поршень начинает распадаться. Перепад давлений на нем уменьшается. Дальнейшее движение отходов в трубопроводе характеризуется разрушением остатков поршня и распределением частиц в трубопроводе в соответствии с их аэродинамическими свойствами, т.е. аэросепарацией частиц. В конце этого процесса в осн. заканчивается взаимодействие частиц твердых бытовых отходов между собой и прекращается их ускоренное движение. Осн. наиболее продолжит. этап транспортировки — отход до центр. станции происходит в режиме, характеризующемся отсутствием взаимного воздействия частиц, незначит. изменением их скоростей и оставанием заднего фронта движущихся твердых бытовых отходов от переднего. В зависимости от их аэродинамич. свойств и параметров воздушного потока движение частиц при этом может осуществляться в 3 режимах: по дну трубопровода скольжением или качением, скачкообразно и во взвеш. состоянии.

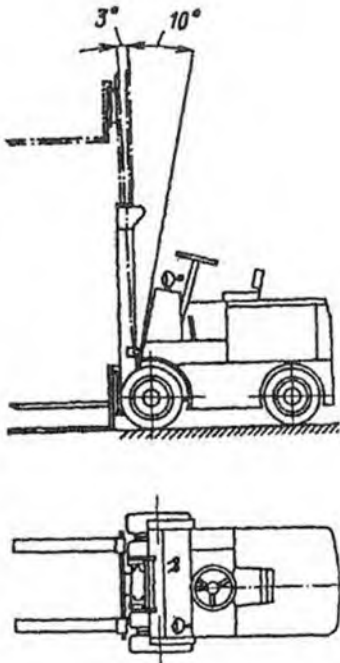
После ввода первой порции твердых бытовых отходов в транспортный трубопровод по команде с пульта управления открывается след. клапан ввода, куда засыпается новая порция отходов, затем очередной и т.д. По окончании разгрузки всех шахт-накопителей работающей ветви по команде с пульта закрываются ее воздухоприемный и герметизирующий клапаны. Аналогично производится последова-

тельное опорожнение шахт-накопителей всех ветвей трубопровода. Т.о. пневмотранспортировка твердых бытовых отходов является единым сложным процессом взаимодействия разнообразных по форме, размерам и массе частиц с воздушным потоком и стенками трубопровода и в общем случае представляет собой совокупность последовательно протекающих 4 фаз, различающихся физ. сущностью. К первой фазе относится ввод твердых бытовых отходов в транспортный трубопровод. Этот процесс характеризуется взаимодействием сил гравитации и давления, действующих на столб материала, и сил внешн. трения в узле ввода системы. Вторая фаза — поршневой режим движения отходов в транспортном трубопроводе, когда под действием возникающего при вводе перепада давлений вся масса отходов начинает двигаться с ускорением, полностью перекрывая сечение трубопровода. Эта фаза характеризуется взаимодействием сил давления и трения, уплотняющих поршень при его движении, с силами трения проходящего по каналам внутри поршня воздушного потока, стремящимися его разуплотнить. Третья фаза — аэросепарация, процесс разрушения поршня под действием сил трения воздушного потока, движущегося по каналам внутри поршня, и распределение частиц твердых бытовых отходов по длине транспортного трубопровода в соответствии с аэродинамич. хар-ками. Четвертая фаза — процесс транспортирования отходов в стационарном режиме, характеризующийся непрерывным уменьшением мгновенной массовой концентрации. Это происходит вследствие разл. скоростей движения переднего фронта отходов, в к-ром перемещаются легкие компоненты, и заднего, включающего тяжелые компоненты твердых бытовых отходов.

Внедрение вакуумных систем и пневмотранспорта отходов позволяет получить значит. сан.-гигиенич. эффект: в жилых домах практически исключаются условия для размножения насекомых и грызунов, для распространения патогенной микрофлоры, а также контакта населения и обслуживающего персонала с бытовыми отходами. Кроме того, не требуется въезд на территории домовладений мусоровозного транспорта, благодаря чему сокращается суммарный выброс автотранспортных газов и снижается уровень шума.

ПОГРУЗЧИК — машина для погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования грузов как внутри складских помещений, так и на небольшие расстояния на территории сооружений. Электропогрузчик аккумуляторный ЭП-201 выпускают трех модификаций: 1; 2 и 3. Его технич. хар-ка приведена ниже.

Макс. высота подъема груза, м.....	1	2	3
Грузоподъемность, т.....	1,8	2,8	4,6
Скорость подъема груза, м/мин.....	10		
Скорость передвижения, км/ч:			
с грузом.....	10		
без груза.....	2		
Высота с вилами, м:			
опущенными.....	1,6	2,1	2,95
поднятыми.....	2,5	3,4	5,2
Масса, т.....	3,3	3,5	3,64



Электропогрузчик аккумуляторный ЭП-201

ПОДАЮЩИЕ ЛИНИИ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ — трубопроводы, по к-рым теплоноситель транспортируется от места его приготовления к месту использования. Подающие линии системы централизованного горячего водоснабжения служат для доставки горячей воды от *тепловой точки* к водоразборным приборам.

Подающие трубопроводы состоят из магистр. трубопровода и подающих водоразборных стояков. Первый имеет головной участок (или неск. участков в разветвл. сети) и участки с регулярным присоединением стояков. Часто все стояки одного здания (или секции здания) присоединяют к подающей магистрали в одной точке через промежуточный элемент — разводящий подающий трубопровод здания (секции здания). В *квартирных системах горячего водоснабжения*, где горячая вода готовится в *центральных тепловых пунктах*, головные участки магистр. трубопровода прокладывают в непроходных каналах или в проходных квартирных коллекторах совместно с др.

подземными коммуникациями. Подающий магистр. и разводящий трубопроводы в здании прокладывают обычно в технич. подполье (т.н. схема с нижней разводкой), чтобы при недостаточном давлении воды в системе не прекращалось водоснабжение нижних этажей. Подающие водоразборные стояки прокладывают в кухнях, ванных комнатах, шахтах сантехкабин. К ним присоединяют ответвления в квартиры. Частью подающих водоразборных стояков в системах горячего водоснабжения являются *полотенцесушители*. Неск. подающих стояков, объединенных кольцующей перемычкой, образуют вместе с присоединенным к ним циркуляц. секционным циркуляционно-водоразборный узел. Наличие кольцующей перемычки позволяет уменьшить диаметр подающих стояков, т.к. при макс. водоразборе подача воды в одном из закольцов. стояков может происходить не только из подающего разводящего трубопровода, но и через соседние подающие стояки и кольцующую перемычку. Последнюю прокладывают по чердаку здания или под потолком квартиры верхнего этажа.

П.л. системы горячего водоснабжения монтируют, как правило, из стальных оцинков. труб. Допускается применение стальных неоцинков. труб при диаметре св. 150 мм и в открытых системах горячего водоснабжения. Возможно использование труб из термостойких пластмасс или стальных с покрытием внутр. поверхности термостойкими материалами (напр., силикатом натрия).

Диаметры подающих трубопроводов и потери давления в них определяют гидравлич. расчетом. Для проведения его подающий трубопровод разбирают на участки. Участком считают часть трубопровода, по к-рой протекает определ. расход воды. Для выяснения расчетного расхода воды, *определяющего диаметр* трубопровода, необходимо знать число одновременно включенных приборов, получающих горячую воду от рассматриваемого участка. Включение водоразборных приборов — случайный процесс, число одновременно включенных приборов — случайная величина, подчиняющаяся законам вероятностей. Вероятность включения прибора — отношение числа возможных включенных приборов в пик потребления к общему их числу. Расход воды возможными к включению приборами в пик потребления составит $g_{\text{н}}/3600$, где $g_{\text{н}}$ — норма расхода горячей воды на одного потребителя в час наибольшего потребления, л/чел·ч; i — число потребителей, получающих воду от расчетного участка, чел. Один водоразборный кран расходует воды $g_{\text{пр}}$ л/с; следовательно, число благоприятных исходов (возможных включений прибора в пик потребления) бу-

дет равно: $g_{\text{н}}/3600 \cdot g_{\text{пр}} = N_{\text{благ}}$.

Общее число исходов (включений приборов) N — вероятность включения приборов в пик, коэфф. одновременности K_0 равен: $K_0 = P^m \cdot N_{\text{благ}}/N^m = g_{\text{н}}/i(g_{\text{пр}}N/3600)$, где P^m — лишь оценка вероятности. Сама вероятность составит $P = P^m/K_0$. Поэтому при расчетах $N \rightarrow \infty$ $N^m \rightarrow \infty$

вероятность P правильно определять по общему числу потребителей.

В соответствии с теоремой о повторении опытов вероятность $P_{m,N}$ того, что событие (включение прибора) произойдет в N опытах m раз, выражается ф-лой $P_{m,N} = C_N^m P^m (1-P)^{N-m}$.

Пользуясь приведенным выражением, строят ряд распределения случайной величины и ее функцию распределения. Число одновременно включенных приборов, не превышающее значение m , рассчитывают, задаваясь доверит. вероятностью определения макс. расхода воды. Принимая ее значение, следует учитывать, что точность расчетов должна соответствовать точности исходной информации, полож. в основу определения расчетного расхода воды. Макс. секундный расход воды на расчетном участке зависит от принятого числа одновременно включ. приборов m и секундного расхода горячей воды одним прибором.

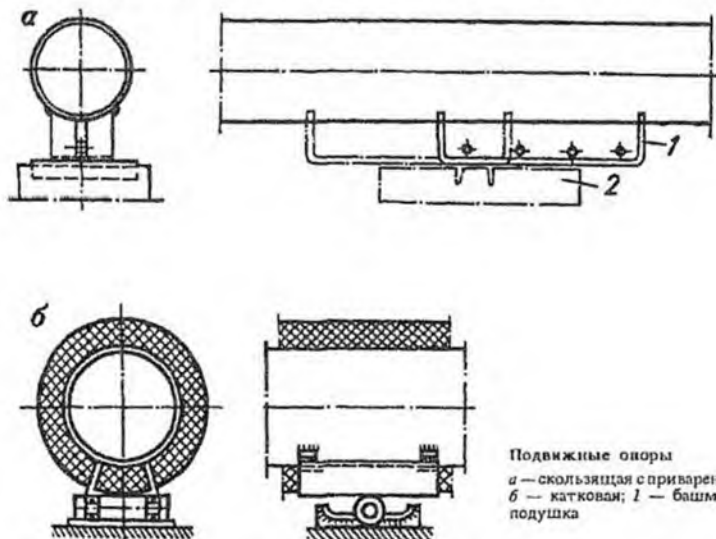
Из-за отсутствия соответствующей автоматики в тепловых пунктах при макс. водоразборе *циркуляционный насос* продолжает работать и сохраняется циркуляция через секционные узлы, близко расположен. к теплому пункту. По головным участкам подающих трубопроводов проходит дополнит. циркуляц. расход воды. Во избежание значит. падения давления диаметры головных участков определяют на суммарный расход воды, складывающийся из расхода воды на водозабор и циркуляц. расхода.

Диаметры подающих трубопроводов выбирают в зависимости от расхода горячей воды на участке, ориентируясь на ее макс. скорость. Следует учитывать, что в процессе эксплуатации системы горячего водоснабжения на внутр. поверхности труб отлагается накипь, в результате чего площадь их сечения уменьшается. Макс. скорость в трубопроводе, находившемся несколько лет в эксплуатации, не должна превышать 3 м/с исходя из допустимого уровня шума. Движение горячей воды по подающим трубопроводам в режиме водоразбора происходит за счет избыточного давления в холодном водопроводе на вводе его в тепловой пункт (в закрытых системах) или в трубопроводах тепловой сети (в открытых системах). Требуемое избыточное давление должно обеспечить подачу воды в верхние водоразборные точки с избыточным напором 2—3 м при макс. водопотреблении.

ПОДВЕРТКА ПЕЧИ — полость под кладкой внутри отопительной печи, где двужущиеся горячие дымовые газы поворачивают снизу вверх. Для очистки П.п. от золы устраивается чистка.

ПОДВИЖНЫЕ ОПОРЫ — устройства, на к-рых лежит теплопровод, передающий на них свой вес, и по к-рым он перемещается при темп-рных изменениях длины. Для труб, прокладываемых в кана-

дения из него теплоносителя, отдавшего теплоту. Обе П.о.п. вместе с отопит. прибором образуют приборный узел системы отопления. П.о.п. размещается в помещении открыто у стены или скрыто в спец. выемке или полу. В системах водяного и парового отопления П.о.п. прокладывается с уклоном, при длине до 500 мм допускается без уклона. При конструировании П.о.п. предусматривают компенсацию теплового удлинения не только



Подвижные опоры
а — скользящая с приваренным башмаком;
б — катков; 1 — башмак; 2 — опорная подушка

лах, применяют скользящие и катковые (шариковые) П.о. У скользящих П.о. к телу трубы приваривается башмак, к-рый лежит и перемещается по стальной подкладке, задел. в бетонную подушку. У катковых П.о. башмак при удлинениях трубы перемещается вдоль опорного листа по катку, вращая его. Для предотвращения перекосов катка предусматривают направляющие планки и выточки. Наиболее часто применяют простые скользящие П.о. При надземной прокладке трубопроводов монтируют подвесные П.о. При использовании гибких компенсаторов участки теплопроводов мало чувствительны к перекосам и в таких случаях ставят П.о. с жесткой подвеской. При сальниковых компенсаторах применяют пружинные П.о., к-рые воспринимают перекосы смонтир. теплопровода. Расстояние между П.о. определяют при расчете трубопровода на прочность и прогиб (см. Компенсация температурных удлинений теплопроводов).

ПОДВОДКА К ОТОПИТЕЛЬНОМУ ПРИБОРУ — теплопровод системы отопления, соединяющий стояк или ветвь системы отопления с отопительным прибором. П.о.п. наз. подающей при использовании для подачи теплоносителя в отопит. прибор и обратной — для отве-

их, но и соединенных с ними отопит. приборов путем изгиба труб с применением отводов. При гидравлическом расчете системы отопления стремятся к получению больших потерь давления в П.о.п. двухтрубных систем (в пределах допустимой скорости движения теплоносителя) и меньших — в П.о.п. однотрубных.

ПОДГОТОВКА ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД — процесс улучшения их водоотдающих свойств перед механич. обезвоживанием. От правильного выбора способа и условий П.о.с.в. зависит эффективность их обезвоживания. Затраты на П.о.с.в. составляют осн. часть затрат на механич. обезвоживание. К методам П.о.с.в. относятся: уплотнение и усреднение состава осадков; реагентная обработка минеральными коагулянтами, синтетич. водорастворимыми полиэлектролитами (флокулянтами), вспомогат. фильтрующими материалами (присадками) или их сочетаниями; тепловая обработка; замораживание и оттаивание; промывка сброженного в метантенках осадка; аэробная стабилизация осадков. Наиболее универсальным и распространенным методом П.о.с.в. является реагентная обработка, при к-рой в качестве минер. коагулянтов чаще всего применяют

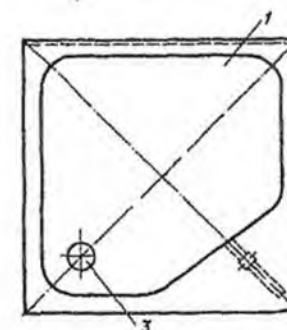
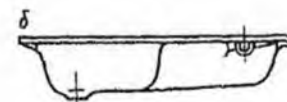
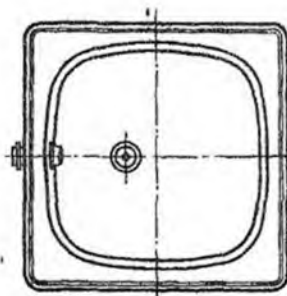
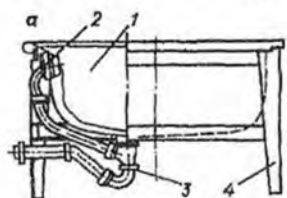
хлорное железо в сочетании с известью. В ряде случаев отходы нек-рых производственных процессов можно использовать в качестве коагулянтов, что позволяет комплексно решать задачу их утилизации и обеспечения очистных сооружений дешевыми и эффективными реагентами. К такого типа реагентам можно отнести железный купорос, отходы, содержащие хлористый алюминий, алюмосодержащие отходы, карбидный шлак, кислые железосодержащие сточные воды от травления черных металлов. Минер. коагулянты применяют в виде водных растворов с концентрацией активного в-ва примерно 10%. Рабочие дозы минер. реагентов в зависимости от вида и свойств осадков обычно составляют для кислых коагулянтов 2,5% массы сухого в-ва обрабатываемого осадка, для щелочных — 10—15%. Недостатками процесса П.о.с.в. с применением минер. коагулянтов являются большие объемы реагентов, трудность дозирования агрессивных растворов кислых реагентов, дефицит молотой извести или известкового раствора. Синтетические водорастворимые полиэлектролиты, к-рые получают все большее распространение, применяют для подготовки осадков различных видов: с органич. твердой фазой — катионные флокулянты, а с минер. твердой фазой — анионные. В ряде случаев эффективна последоват. обработка осадка катионными и анионными флокулянтами. Флокулянты используют преимущественно перед обезвоживанием осадков на центрифугах и ленточных фильтр-прессах. Однако их применение также эффективно при уплотнении осадка, подготовке его к подсушке на иловых площадках и обезвоживании на камерных фильтр-прессах. Флокулянты применяют в виде разбавленных водных растворов с концентрацией активного в-ва 0,1—0,3%. Рабочие дозы флокулянтов зависят от свойств и вида осадков, типа обезвоживающего оборудования и примерно равны 0,4—0,8% массы сухого в-ва обезвоживаемого осадка.

Вспомогательные фильтрующие присадочные материалы применяют при подготовке осадков к обезвоживанию на камерных фильтр-прессах. Присадочные материалы снижают коэфф. сжимаемости осадков, упрочняют его структуру, улучшают условия отведения влаги из обезвоживаемого осадка. В качестве присадочных материалов используют золу от сжигания угля или осадков сточных вод. Эффективным присадочным материалом является перлит. Доза присадочного материала в зависимости от свойств осадка составляет 50—100% сухого в-ва обезвоживаемого осадка. В нек-рых случаях присадочные материалы целесообразно применять совместно с флокулянтами или минер. реагентами, напр. известью. Теп-

ловую обработку (по способу Портеуса) применяют для органич. осадков. Замо-раживание и оттаивание наиболее эффек-тивно для гидроксидных осадков, напр. осадков, образующихся при очистке природных цветных вод с использованием сульфата алюминия.

ПОДДОН — 1) в вентиляции ме-таллич. плоское корыто, над к-рым распо-лагают оборудование, предназнач. для обработки воздуха, если в процессе ее воз-можны протечки воды, масла или др. жидкостей; 2) в сантехнике — чаша, пред-назнач. для присма и отвода сточных вод при пользовании душем. См. *Поддон ду-шевой*.

ПОДДОН ДУШЕВОЙ — сан-технич. прибор, устанавливаемый в сан. бытовых помещениях и предназнач. для присма и отвода сточных вод при пользо-



Поддон

а — стальной глубокий; б — чугунный мелкий; 1 — чаша; 2 — перелив; 3 — выпуск с сифоном; 4 — под-ставка

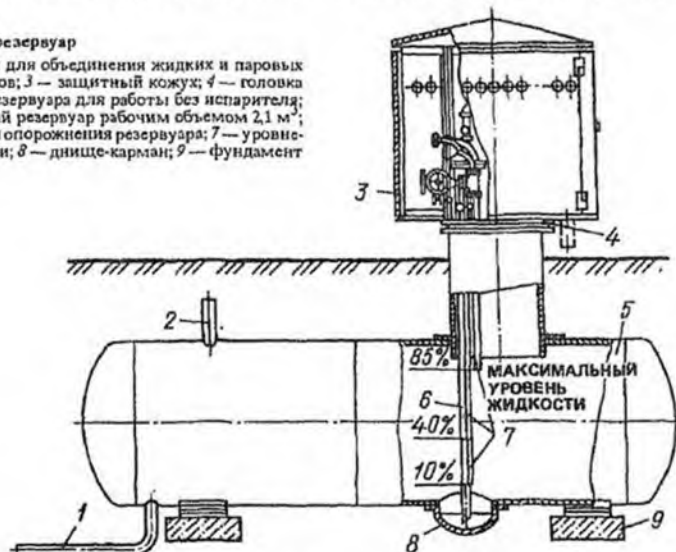
вании душем. П.д. изготавливают мелкие (с глубиной чаши 65—160 мм — схема б) и глубокие (210—365 мм — схема а). П.д. состоит из чаши различной формы (квад-ратной, прямоугольной, угловой) на нож-ках, подставках или заделываемой в пол, выпуска и сифона. Над П.д. устанавлива-ют водоразборный смеситель с душевой стационарной трубкой и сеткой или душе-вой сеткой на гибком шланге, закрепляе-мой на кронштейне или штанге с возмож-ностью перемещения на ней по высоте. Смеситель для глубоких П.д. имеет излив и переключатель потока с излива на душ и обратно. Сифон подсоединяют к кан-нализационной сети. Выпуск глубоких П.д. снабжен пробкой, что позволяет поль-зоваться ими с заполненными водой емко-стями. Чаши П.д. изготавливают чугунные, стальные эмалированные, керамические, полимербетонные или пластмассовые раз-мерами, мм: ширина 700—900, длина 700—1100 и глубина 65—365.

ПОДДУВАЛО ПЕЧИ — камера под топливником печи, предназнач. для подачи воздуха из помещения к горящему топливу. При твердом топливе служит также зольником печи. Кол-во поступаю-щего воздуха регулируется поддувальной дверцей.

ПОДЗЕМНЫЙ РЕЗЕРВУАР — емкость для хранения и снабжения сжиж. газом многоэтажных домов или групп зданий. Обычно применяют групповые ус-тановки, состоящие из двух и более емко-

Подземный резервуар

1 и 2 — трубы для объединения жидких и паровых фаз резервуаров; 3 — защитный кожух; 4 — головка подземного резервуара для работы без испарителя; 5 — подземный резервуар рабочим объемом 2,1 м³; 6 — трубка для опорожнения резервуара; 7 — уровне-мерные трубки; 8 — днище-карман; 9 — фундамент



стей. Макс. кол-во сжиж. газа в одной групповой установке не должно превы-шать при подземном хранении 300, при надземном — 5 м³. Расстояние от П.р. до жилых, обществ. и коммунально-бытовых

зданий устанавливают в 8—25 м в зависимости от геометрич. объема П.р. и степени огнестойкости зданий. Рассто-яние от П.р. до подземных сооружений со-ставляет 2—5 м. П.р. устанавливают под землей на фундаментах и покрывают уси-л. или весьма уси-л. противокорроз. изоляцией. П.р. газобалл. установки вместимостью 2,1 м³ на рабочее давление 1 МПа оборудован головкой для работы без испарителя сжиженного газа. Пары выхо-дят из П.р., проходят через регулятор да-вления газа и по подземным газопроводам поступают во внутренние газопроводы. Теплоту, необходимую для испарения жидкости, дает грунт через стенки резер-вуара. П.р. заполняют сжиж. газом из ав-тоцистерны через наполнит. шланг. Паро-вые фазы при наполнении соединяются между собой. Кол-во жидкости в П.р. кон-тролируют равномерными трубками, к-рые измеряют степень заполнения его на 10, 40 и 85%. Для опорожнения П.р. пред-усмотрена спец. труба.

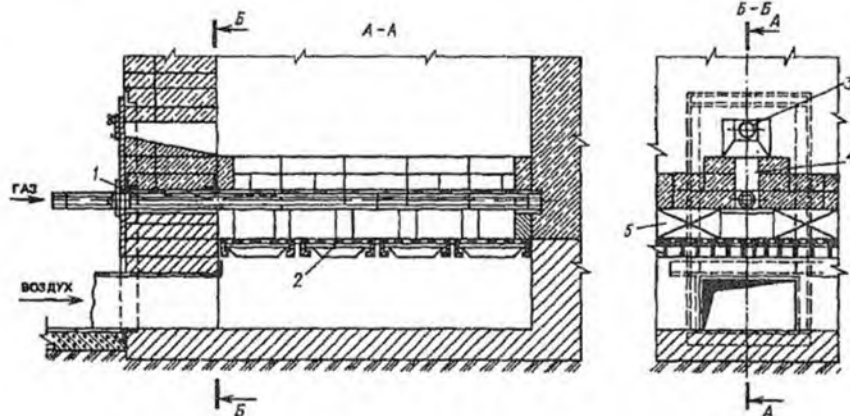
После заполнения подземной цистер-ны сжиж. газ из резиноканевого шланга сбрасывается в расходный газопровод. Давление газа в П.р. контролируют манометром. Для предотвращения повышения да-вления выше допустимого на головке ус-танавливают пружинный предохранит. клапан. Пары сжиж. газа выходят из П.р., проходят через предохранит.-запорный клапан, к-рый отключает подачу газа в сеть при недопустимом увеличении да-вления после регулятора, и через регулятор давления поступают в расходный газопро-вод. Давление в газовой сети конт-

ролируют манометром. Головка П.р. с ар-матурой защищена кожухом.

Групповые установки состоят из 2 или неск. П.р. При 2 П.р. каждый из них оборудуют головкой с арматурным узлом.

Соединяют П.р. только по паровой фазе, и они могут подавать газ в сеть как совместно, так и раздельно. При 3 П.р. 2 из них объединяют в 1 блок. П.р. в блоке соединены трубопроводами паровой и жидкостной фаз и оборудованы одной головкой с арматурой. 3-й резервуар объединен с блоком только по паровой фазе, поэтому может работать как совместно с блоком, так и раздельно. Такой принцип объединения П.р. позволяет производить их профилактич. ремонт без прекращения подачи газа потребителям.

ПОДОВАЯ ГОРЕЛКА — устройство, состоящее из перфориров. газового коллектора, изготовл. из стальной трубы и размещ. по оси прямоугольного канала, выполн. из огнеупорных материалов. П.г. работает по диффуз. принципу (см. *Горелки газовые*). Газ без предварит. смешения истекает из двух рядов отверстий,



Подовая горелка щелевая однотрубная дутьевая
1 — газовый коллектор; 2 — колосниковая решетка; 3 — глазок для зажигания газа и наблюдения за горением; 4 — туннель; 5 — опорные кирпичи

расположенных в шахматном порядке (расстояние между центрами отверстий в ряду — 15—26 мм) и образующих между собой угол 90° . Воздух подается через *колосниковую решетку* из поддувального пространства под газовый коллектор вентилятором или поступает туда за счет разрежения в топке, проходит в канале, с двух сторон омывая газовый коллектор, к-рый устанавливается строго по оси туннеля. Газовые струйки в результате турбулентной диффузии интенсивно перемешиваются с воздухом, и на расстоянии 20—40 мм от отверстий коллектора начинается процесс горения. Длина факела П.г. (0,5—1 м) требует соответствующей высоты топки. Полнота сгорания газа в горелках этого типа зависит от соотношения скоростей газа и воздуха, диаметра

и расположения газовых отверстий, расстояния между ними, размеров, формы и качества кладки канала, разрежения в топке. Оптим. скорость выхода струй газа из отверстий коллектора — 25—80 м/с, скорость воздуха в канале в плоскости коллектора — 2,5—8 м/с. П.г. обеспечивают полное сжигание природного газа при коэфф. избытка воздуха $\alpha = 1,1...1,3$. Концентрация оксидов азота в продуктах горения составляет $\sim 120 \text{ мг/м}^3$.

Горелки ПГОД предназначены для сжигания природного газа с $\alpha = 1,5...1,2$ в топках котлов ДКВР. Горелки щелевые однотрубные с принудит. подачей воздуха работают на газе низкого (1,3; 2 кПа) — ПГОД-Н и среднего (30 кПа) давлений — ПГОД-С. Номин. тепловая мощность для горелок типа Н — 150—1000 кВт, типа С — 500—3600 кВт; давление воздуха — соответственно — 200—300; 200—300 и 500—600 Па. Щелевые двухтрубные го-

релки типа ПГД-Н тепловой мощностью 150—3500 и ПГД-С тепловой мощностью 500—2160 кВт применяют на котлах ТВГ (КВГ).

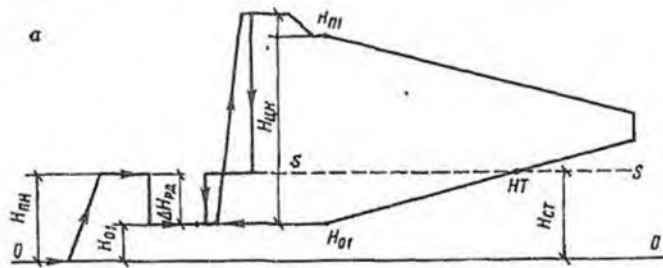
Достоинством П.г. являются простота изготовления, высокая устойчивость пламени, широкий диапазон регулирования тепловых потоков в топках с высотой, большей высоты факела. П.г. применяют в небольших печах и сушилках, а также при переводе на газовое топливо котлов, имеющих *слоевые топки* паропроиз-стью до 20 т/ч.

ПОДПИТОЧНОЕ УСТРОЙСТВО ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ — устройство, обеспечивающее пополнение системы теплоснабжения водой и поддерживающее полный статич. напор *тепловой сети* постоянным. В системе теплоснабжения из-за неполной герметичности возникают утечки, составляющие 2—3% расчетного расхода сетевой воды. П.у.т.с. восполняет их. Положение пьезометрич. графика по

высоте определяют высота и место расположения нейтр. точки, в к-рой давление сохраняется неизменным в динамич. и статич. режимах. Оно поддерживается пост. *подпиточным насосом*. При остановке *циркуляционных насосов* все пьезометры сольются в одну горизонт. линию, проходящую через нейтр. точку, в к-рой сохранится полный статич. напор тепловой сети. Если подпиточный насос включить непосредственно перед циркуляц. насосом, то нейтр. точка совпадает с точкой присоединения насоса и в ней будет постоянно поддерживаться статич. напор — как при работе циркуляц. насосов, так и при их остановке. Часто нейтр. точку необходимо поднять на большую высоту, а напор в нач. точке обратной линии H_{01} сохранить на более низком уровне и поддерживать пост. только при гидродинамич. режиме. Но при остановке циркуляц. насосов напор в точке OI должен стать равным статич. напору в нейтр. точке. Для этого вокруг циркуляц. насоса делается перемычка, к-рая моделирует гидравлич. режим тепловой сети. На перемычке устанавливают две задвижки, с помощью к-рых имитируют нейтр. точку. Вода по перемычке движется в направлении, противоположном движению ее через циркуляц. насос, и возвращается в его всасывающий патрубок. На задвижках сбрасывается весь напор, развиваемый насосом. Степень закрытия задвижек регулируют так, чтобы напор между ними был равен статическому.

При гидродинамич. режиме напор подпиточного насоса дросселируется клапаном регулятора т.о., чтобы в точке отбора импульса из перемычки сетевой насоса уровень статич. напора тепловых сетей поддерживался постоянным. Пространств. форма пьезометрич. графика сохраняется неизменной в результате работы циркуляц. насоса, поэтому в обратной линии перед подпиточным насосом будет поддерживаться напор H_{01} . На клапане регулятора давления сбрасывается напор $\Delta H_{ред}$.

При увеличении утечки *теплоносителя* давление в точке отбора импульса из перемычки снизится и клапан регулятора давления увеличит подпитку сети, при увеличении давления подпитка сократится. При росте давления и закрытом клапане регулятора давления, напор в результате прироста объема воды при повышении ее темп-ры, избыток воды сбросит дренажный клапан. При остановке сетевых насосов циркуляция теплоносителя в сети прекращается, напор во всей системе падает до $H_{ст}$. Регулятор давления открывается, а подпиточный насос поддерживает его во всей системе пост. напор $H_{ст}$. Подпиточный насос подбирают на расход утечек воды и напор статич. уровня по пьезометрич. графику.



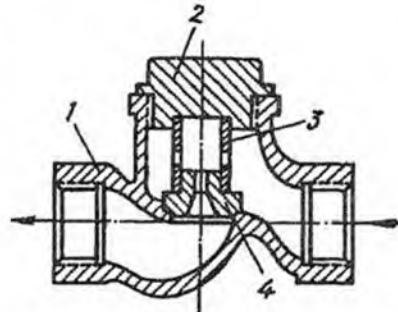
Подпиточное устройство тепловых сетей

а — график напоров; б — схема подпиточного устройства; S — уровень полного статич. напора тепловых сетей; ПН — подпиточный насос; РД — регулятор давления; ДК — дроссельный клапан; ЦН — циркуляционный насос; ТП — теплофикационные подогреватели; П1 и С1 — начальные точки на источнике теплоты

ПОДПИТОЧНЫЙ НАСОС — насос, применяемый в системе водяного отопления, присоединяемой по независимой схеме к тепловой сети централизованной системы теплоснабжения. Устанавливается в тепловом пункте, если гидростатич. давление в системе отопления превышает давление в наружных теплопроводах и предназначается для заполнения системы и ее подпитки — возмещение потери (утечки) воды в процессе эксплуатации. В отличие от циркуляционного насоса П.н. должен перемещать незначит. кол-во воды и развивать сравнительно большое давление, превышающее гидростатическое в системе отопления. Используются спец. моноблочные насосы, а также вихревые лопастные насосы, создающие большое давление при малой подаче. Недостаток вихревых насосов — низкий КПД в данных условиях не имеет существ. значения в связи с кратковременным их использованием.

ПОДПОРНАЯ ШАЙБА — шайба с калибров. отверстием, устанавливаемая на конденсатопроводе системы парового отопления после теплоиспользующего аппарата вместо конденсатоотводчика. П.ш. применяется для отвода определ. кол-ва конденсата при неизменном давлении пара в теплоиспользующем аппарате. В этих условиях П.ш. вызывает незначит. подтопление конденсатом теплоиспользующего аппарата, препятствуя выходу пара в конденсатопровод, т.е. выполняет функцию конденсатоот-

водчика. Диаметр отверстия П.ш. зависит от расхода конденсата и разности давления до и после нее. Для установки П.ш. используется, как правило, корпус муфтового вентиля (см. Арматура на трубопроводах). Схема установки П.ш. на конденсатопроводе аналогична схеме установки конденсатоотводчика.



Подпорная шайба в корпусе муфтового вентиля для систем парового отопления

1 — корпус; 2 — крышка; 3 — распорная втулка; 4 — подпорная шайба

ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ — машины, предназнач. для перемещения грузов и людей на относительно небольшие расстояния и используемые для механизации работ во всех отраслях нар. х-ва. Серийно выпускаемые пром-стью П.-т.м. общего назначения широко применяют на водопроводных и канализационных сооружениях, т.к. они позволяют значительно сократить и облегчить труд при стр-ве, монтаже, демонтаже и эксплуатации, при ремонте насосов, электродвигателей, задвижек, трубопроводов, технологич. аппаратов и устройств, а также при осуществлении технологич. операций на водозаборных сооружениях и сооружениях для очистки

сточных вод (подъем и опускание затворов, решеток и сеток). С помощью П.-т.м. производят выгрузку, складирование и перемещение в пределах сооружений реагентов, транспортирование осадка от обезвоживающего оборудования, уборку подсушенного осадка с силовых площадок и т.п. В зависимости от выполняемых функций П.-т.м. разделяют на три основные группы: грузоподъемные, транспортирующие и погрузочно-разгрузочные. Грузоподъемные машины — машины циклического действия, предназнач. для подъема и перемещения отд. грузов большой массы по произвольной пространств. трассе на небольшие расстояния. Они могут выполнять монтажные операции, связанные с подъемом и установкой оборудования. К грузоподъемным машинам относятся домкраты, лебедки, тали и краны. Транспортирующие и погрузочно-разгрузочные машины предназначены для перемещения сыпучих или мелких штучных материалов по линейной трассе, к-рая может иметь горизонт. и наклонные участки. На водопроводных и канализационных сооружениях из транспортирующих машин используют конвейеры и питатели. Погрузочно-разгрузочные машины служат для механизации погрузочно-разгрузочных работ. Для этих целей применяют грейферы, погрузчики и разгрузочную машину МВС-4М. Зачастую П.-т.м. одной группы используют для работ, производимых другой группой, напр., тали и краны — для погрузки и разгрузки, лебедки — для горизонт. перемещения предметов и т.п. Тип П.-т.м., их грузоподъемность и привод должны выбираться с учетом макс. массы перемещаемого груза и его габаритов, компоновки технологич. оборудования и размеров сооружения. Необходимо также учитывать степень и периодичность использования П.-т.м., безопасность выполнения работ. Перегрузка машин сверх номин. грузоподъемности не допускается.

ПОКАЗАТЕЛЬ ТЕПЛОПОГЛОЩЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЯ — хар-ка теплоустойчивости помещения по отношению к тепловой (температурной) волне, воздействующей изнутри помещения; векторная величина, равная отношению радиуса-вектора теплового потока к радиусу-вектору тем-ры воздуха помещения. П.т.п. P_n равен векторной сумме хар-к поглощат. способности ограждений $P_{огр}$, мебели или оборудования $P_{об}$, внутр. воздуха $P_{в.з}$ и вентиляц. воздухообмена $P_{вент.}$

Показатель теплопоглощения определяется коэффициентом теплопоглощения ограждения их внутр. поверхности

$$B: P_{огр} = \sum_{i=1}^I B_i A_i, \text{ где } A_i \text{ — площадь}$$

поверхности ограждения; i — текущий номер ограждения; I — общее число ограждений в помещении.

Показатель теплопоглощения мебели и оборудования учитывает увеличение площади поверхности, омываемой воздухом, и, следовательно, поглощает способность помещения по отношению к теплоте, передаваемой воздуху. Модуль $P_{об}$ определяют по ф-ле $P_{об} \sim (4,4/T)G_{об}C_{об}$, где T — период тепловой волны; $C_{об}$ — уд. теплоемкость материала оборудования; $G_{об}$ — вес оборудования.

Способность воздуха в объеме помещения к теплопоглощению невелика, однако ее нужно учитывать. Модуль показателя теплопоглощения воздуха $P_{вз}$ равен отношению амплитуды кол-ва теплоты, поглощаемой воздухом, к амплитуде его темп-ры и рассчитывается по выражению $P_{вз} = (2\pi/T)c\rho_{вз}V$, где V — объем помещения; $c\rho_{вз}$ — объемная теплоемкость воздуха.

Показатель теплопоглощения вентиляц. воздухообмена учитывает поглощать способность вентиляц. воздуха и равен $P_{вент} = Lc\rho_{вз}$, где L — воздухообмен.

Для векторного сложения отд. составляющих показателя теплопоглощения P_n за ноль отсчета принимают положение показателя $P_{вент}$, у к-рого аргумент $\varepsilon_{вент} = 0$, т.к. он совпадает по времени с колебаниями темп-ры воздуха. Аргументы $P_{об}$ и $P_{вз}$ равны $\varepsilon_{об} = \varepsilon_{вз} = \pi/2$. Аргумент $P_{отгр}$ показывает отставание колебаний темп-ры воздуха от теплового потока, проходящего через внутр. поверхности ограждений. Ориентировочно $\varepsilon_{отгр}$ лежит в интервале $0 < \varepsilon_{отгр} < T/8$.

ПОКАЗАТЕЛЬ ТЕПЛОУСВОЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЯ — хар-ка *теплоустойчивости помещения* по отношению к *тепловой (температурной) волне*, действующей изнутри помещения; векторная величина, равная отношению радиуса-вектора теплового потока радиусу-вектору *радиационной температуры помещения*. Обычно считают, что П.т.п. зависит только от *теплоустойчивости ограждения* по отношению к внутр. тепловым воздействиям, полагая, что только их темп-ра определяется радиационной темп-рой помещения: $Y_n = \sum_{i=1}^I U_i A_i$, где U_i — ко-

эффициент теплоусвоения поверхности ограждения; A_i — площадь поверхности ограждения; i — текущий номер ограждения; I — общее число ограждений в помещении.

Мебель и оборудование, имея развитую поверхность и частично экранируя ограждения, могут изменять

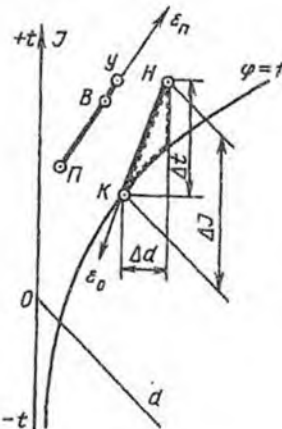
радиационную темп-ру помещения. В нек-рых случаях массивные предметы (колонны, массивное оборудование и т.п.) также следует учитывать при определении П.т.п.:

$$Y_n = \sum_{i=1}^I U_i A_i + Y_{об}, \text{ где } Y_{об} \text{ — показатель теплоусвоения оборудования или мебели, модуль к-рых определяют по ф-ле } Y_{об} = (\pi/T)c_{об}G_{об}, \text{ здесь } T \text{ — период тепловой волны; } c_{об} \text{ — уд. теплоемкость материала оборудования; } G_{об} \text{ — вес оборудования.}$$

П.т.п. является вектором, поэтому для его задания кроме модуля необходимо знать аргумент, т.е. хар-ку положения во времени. В инженерных расчетах обычно принимают аргумент П.т.п. (отставание колебаний радиационной темп-ры помещения от вызывающих их колебаний теплового потока), равный $\varepsilon_{jn} = T/8$.

ПОЛИВАЛЕНТНЫЕ И ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ — комбинированные системы кондиционирования микроклимата здания, к-рые в зависимости от способа нагревания *теплоносителя* подразделяют на *моновалентные*, имеющие однотипные теплоприготовит. установки (напр., только отопит. котлы или только солнечные теплоприготовит. установки); *бивалентные* или *поливалентные*, характеризующиеся наличием двух или более теплоприготовит. установок, работающих разновременно, т.е. при работе одной из них др. (или другие) отключаются (напр., солнечная теплоприготовит. установка, отключаемая при экстремально низкой темп-ре, и пиковые отопит. котлы, включаемые вместо нее в этот период); *гибридные*, имеющие также две или более разнотипных установок (как и поливалентные), но работающие паралл. (напр., солнечная теплоприготовит. установка, работающая круглогодично, и пиковый электрич. бойлер, подключаемый к ней при недостаточной интенсивности солнечной радиации).

ПОЛИТРОПНЫЙ ПРОЦЕСС — изменения состояния влажного воздуха — общее наименование группы простейших процессов, общей чертой к-рых является изменение каждого из трех основных параметров воздуха — темп-ры, уд. энтальпии и уд. влагосодержания воздуха. П.п. происходит во всех вентилируемых и кондиционируемых помещениях, в большинстве аппаратов для обработки воздуха. Каждый из осн. параметров воздуха может или увеличиваться, или уменьшаться в процессе изменения состояния воздуха. С учетом специфики *диаграммы I-d влажного воздуха* существует 6 вариантов, ха-



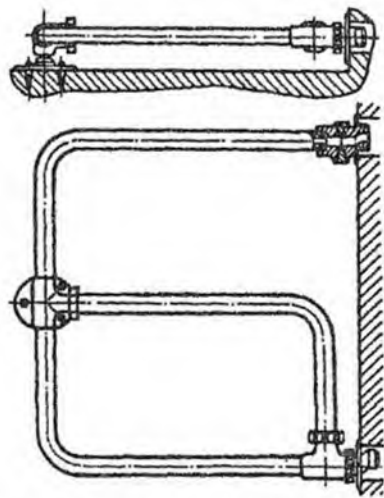
Примеры политропных процессов

точки P, B, Y — начало и конец вентиляц. процесса в помещении; точки H, K — начало и конец процесса охлаждения с осушкой воздуха в воздухоохладителе; Δt — перепад температуры; Δd — перепад уд. энтальпии; Δd — перепад уд. влагосодержания; ε_n и ε_o — угловые коэфф. лучей процессов в помещении и в воздухоохладителе

рактерных для этого процесса. Варианты отличаются направлением луча процесса, т.е. значением углового коэфф. луча процесса.

Частные случаи П.п.: *нагрев воздуха, увлажнение воздуха паром, увлажнение воздуха адиабатное, осушка воздуха и осушка воздуха сорбционной* при $t = \text{const}$.

ПОЛОТЕНЦЕСУШИТЕЛЬ — сантехнич. прибор, устанавливаемый в ванных или душевых комнатах и предназнач. для их обогрева и сушки полотенец. П. изготовляют из стальных оцинкованных или латунных труб с лакокрасочным,



Полотенцесушитель латунный с гальванопокрытием

полимерным или гальваническим покрытием. Его прикрепляют на стене и подсоединяют к системе горячего водоснабжения здания. П. изготавливают с диаметрами труб 25—32 мм, длиной 500—600 и высотой 330—600 мм, площадью поверхности нагрева 0,25—0,3 м² и средней теплоотдачей 100 Вт. Применяют также трубчатые электрич. настенные П. с вмонтированными в сухие трубы электронагревателями, подсоединяемыми к электросети и включаемыми периодически вручную на разл. мощность с помощью спец. переключателей.

ПОЛУОГРАНИЧЕННАЯ ПРИТОЧНАЯ СТРУЯ — воздушная струя, настилаящаяся на поверхность одного из ограждений вентилируемого помещения. В пристеночном слое струи образуются пограничный слой затормож. воздуха, к-рым в инж. расчетах обычно пренебрегают. Присоединение масс окружающего воздуха к П.п.с. происходит лишь с одной свободной стороны потока, поэтому настиление увеличивает дальность

струи. Если приточную струю выпустить вблизи поверхности ограждения, то потолок отклоняется от первонач. направления и настиляется на поверхность. При этом из-за одностороннего подсоса воздуха настиление очень устойчиво. Обычно П.п.с. огибает контур помещения. Отрыв П.п.с. от поверхности происходит при значит. неизоотермичности струи (напр., холодная струя отрывается от потолка) и при П.п.с., дующей в тупик (см. Стесненная струя). Расчет скоростного поля П.п.с. проводят, заменяя воздействие подстилающей поверхности действием фиктивной струи.

ПОТЕНЦИАЛ ВЛАЖНОСТИ — характеристика состояния влаги в материале, определяющая влагоперенос. Наличие градиента П.в. является единственной причиной влагопереноса. Ур-ние для плотности потока влаги в материале имеет вид:

$$q = -\alpha \text{ grad } \theta, \quad (1)$$

где θ — П.в., °В; α — коэфф. влагопроводности (отнесенный к П.в.), кг/(м⁰В).

Для практич. использования П.в. необходимо иметь его шкалу и зависимость потенциала от влажности и темп-ры материала. При построении шкалы П.в. используют постулат, сформулир. В.Н. Богословским: "Два влажных тела, находящиеся во влажностном равновесии с третьим, находятся во влажностном равновесии и друг с другом". За 1 град. П.в.

то же значение П.в., что следует из ур-ния (1). Его можно определить по сечению колонки, в к-ром темп-ра составляет 20°С, и это же значение П.в. соответствует влажностям и темп-рам в др. сечениях колонки. Серия таких опытов с разл. темп-рыми перепадами позволила построить зависимость П.в. от влажности и темп-ры фильтров. бумаги. Аналогичную зависимость можно построить для любого строит. материала. Для этого используется такая же колонка, в к-рой слой исследуемого материала перемежаются листками фильтров. бумаги. На основании постулата Богословского, П.в. исследуемого образца равен П.в. соприкасающегося с ним листа бумаги, к-рый в свою очередь может быть однозначно определен по его темп-ре и влажности. Поэтому, если увлажнить образцы материала в колонке и создать темп-рный перепад по ее длине, после чего периодически измерять распределение темп-ры по ее длине и влажность листов фильтров. бумаги и контактирующих с ними образцов материала, то можно получить зависимость потенциала от влажности и темп-ры исследуемого материала. Имея эту зависимость, можно рассчитать уд. влагоемкость материала, отнесенную к П.в., $\eta(\theta, t) = (\partial w / \partial \theta) |_{t = \text{const}}$. (2)

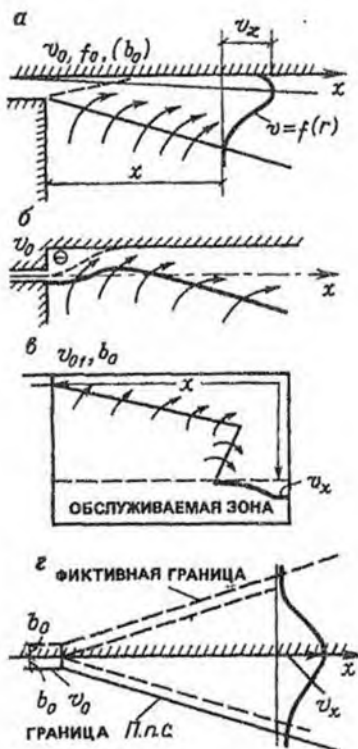
Непосредств. эксперимент. определение коэфф. влагопроводности α — более сложная задача. Значения коэфф. влагопереноса, отнесенные к частным П.в., определяют по довольно простым и отработ. методикам. Т.к. поток влаги в материале должен быть одним и тем же независимо от того, рассматриваются частные или общий П.в., то из равенства правых частей ур-ний (1) и (2), записанных для одномерного случая, имеем

$$\alpha = \sum k_i \frac{\partial \theta_i}{\partial x} / \frac{\partial \theta}{\partial x} \quad (3)$$

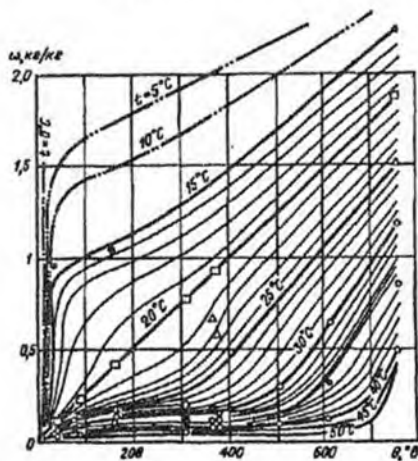
Это выражение позволяет рассчитать коэфф. влагопроводности α . Однако оно показывает, что этот коэфф. зависит не только от частных потенциалов влагопереноса, но и от их градиентов. Следовательно, может быть такое сочетание значений частных потенциалов влагопереноса, что значение α будет отрицат., что на первый взгляд противоречит самому понятию П.в. Однако это противоречие устраняется, если рассмотреть вопрос о физ. смысле коэфф. влагопереноса. Если в одномерном случае векторное поле потока влаги в образце материала задается ур-нием (2), то существует такой потенциал этого поля θ , что это поле определяется ур-нием:

$$q = -\text{grad } \theta. \quad (4)$$

Если теперь рассмотреть два соприкасающихся (с идеальным контактом) материала, в одном из к-рых существует потенциал θ , а в другом потенциал θ' , при этом потоки влаги в этих материалах



Полуограниченная приточная струя
а — компактная или плоская с пограничным слоем; б — настиление струи на поверхность при расположении приточного отверстия на некотором расстоянии от поверхности; в — огибание струей контура вентилируемого помещения; г — расчетная схема для определения скорости воздуха в полуогранич. приточной струе; v_x — скорость воздуха на границе пристенного пограничного слоя и струйного потока



Зависимость влажности фильтровальной бумаги от потенциала влажности и температуры

принимают 1/100 макс. сорбц. влажности фильтров. бумаги при 20°С. Если взять влагоизолиров. со всех сторон колонку, состоящую из предварительно увлажн. листов такой бумаги, создать по ее длине пост. темп-рный перепад, то после установления стационарного влажностного режима в колонке по ее длине будет одно и

выражаются ур-нием типа (4), то на стыке этих материалов потенциал одного является функцией потенциала второго, т.е. $\theta = F\theta$.

С учетом непрерывности потока влаги на стыке материалов имеем $\text{grad } \theta = F' \text{ grad } \theta$. Здесь F' выражается через коэфф. влагопереноса k_i и градиенты частных потенциалов влагопереноса θ_i ; точно так же, как и коэфф. γ в ф-ле (3). Следовательно, $\gamma = F'$ и является по своему физ. смыслу коэфф. перехода от градиента потенциала в одном материале к градиенту потенциала в др. (эталонном).

Использование П.в. позволяет существенно упростить методы расчета влагопереноса в материалах и конструкциях. Так, ур-ние нестационарного влагопереноса в одномерном случае принимает вид $\gamma \rho \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} (\gamma \frac{\partial \theta}{\partial x})$, где $\gamma \rho$ — плотность материала, кг/м³. Это ур-ние решается значительно более простыми способами, чем при использовании частных потенциалов влагопереноса.

ПОТОК ПОЛНОЙ ТЕПЛОТЫ — поток теплоты, поступающий в помещение в результате лучисто-конвективного теплообмена и теплообмена. П.п.т. равен сумме потока явной теплоты и потока скрытой теплоты водяного пара, поступившего в воздух помещения. Единица измерения П.п.т. — Вт, или кДж/ч.

ПОТОК ЯВНОЙ ТЕПЛОТЫ — поток теплоты, поступающий в помещение путем лучистого и конвективного теплообмена. Единица измерения П.я.т. — Вт, или кДж/ч.

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ (ПДК) вредных веществ в воздухе — см. Вредные выделения.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЕРВИЧНЫЙ, датчик — устройство для преобразования текущего значения технологич. параметра (температуры, давления, расхода и т.д.) в электрич. или пневматич. сигнал. В состав П.п. входят чувствит. элемент, к-рый непосредственно воспринимает состояние параметра, и преобразователь сигнала с чувствит. элемента в электрич. или пневматический. В простейшем случае чувствит. элемент является одновременно и датчиком. В системах вентиляции и системах кондиционирования воздуха осн. параметром служит темп-ра. Для измерения темп-ры широко применяют преобразователи термоэлектрич. или терморезистивного действия к-рых основан на зависимости термоэдс в цепи, составл. из разнородных

проводников, от темп-ры в месте их соединения.

ПРЕРЫВИСТАЯ ТЕПЛОПОДАЧА — периодич. (с периодом T) подача теплоты, к-рая на период продолжительностью m , ч, поддерживается на пост. уровне Q_n и на остальную часть периода продолжительностью $(T - m)$, ч, полностью прерывается. Задача о теплоустойчивости ограждения и теплоустойчивости помещения в режиме П.т. была решена А.М. Шкловером. Кривая П.т. в зависимости от времени Z может быть представлена в форме ряда Фурье:

$$Q_z = Q_{n.0} + (2Q_n m / \pi S) \sum_{k=1}^{\infty} (1/k) x \sin(k\pi m/T) \cos(2k\pi z), \quad (1)$$

где $Q_{n.0}$ — среднее за период тепловыделение, равное $Q_{n.0} = Q_n m/T$; k — номер гармоники в ряду Фурье.

Для ограждения, имеющего поверхностный слой больше слоя резких колебаний, коэффициент теплоусвоения поверхности ограждения для первой осн. гармоники с периодом T равен $S\sqrt{k}$ (S — коэффициент теплоусвоения материала), а для периодов прочих гармоник с номерами k коэфф. теплоусвоения поверхности равен $S_k \sqrt{k}$. Аргументы, определяющие опережение фаз тепловых потоков по отношению к фазе темп-ры, одинаковы и равны $\pi/4$. Исходя из физ. смысла коэфф. теплоусвоения поверхности, для получения гармонич. ряда колебаний темп-ры на поверхности $\tau_{в,z}$ ограждения, надо у каждой гармоники ряда (1) амплитуду колебаний разделить на $S\sqrt{k}$, а нач. фазу уменьшить на $\pi/4$:

$$\tau_{в,z} = \tau_{в.0} + (2Q_n m / \pi S) \sum_{k=1}^{\infty} (1/k\sqrt{k}) + \sin(k\pi m/T) \cos(2k\pi z/T - \pi/4),$$

где $\tau_{в.0}$ — средняя за период темп-ра поверхности, к-рая определяется законами стационарного режима с учетом темп-ры за стенкой, считающаяся в данной задаче постоянной. Выполнив некоторые преобразования и введя обозначение

$$\Omega_z = (1/\pi) \sum_{k=1}^{\infty} (1/k\sqrt{k}) \{ \sin[\pi k(2z+m)/T - \pi/4] - \sin[\pi k(2z-m)/T - \pi/4] \},$$

А.М. Шкловер получил выражение:

$$\tau_{в,z} = \tau_{в.0} + Q_n m / S \Omega_z. \quad (2)$$

Величина Ω_z зависит только от относит. продолжительности теплоподдачи m/T и относит. момента времени z/T , поэтому для разных значений m/T и z/T они рассчитаны и приведены в виде таблиц или графиков. Макс. темп-ра τ в соответствии с окончанием подачи теплоты, а миним. — началу теплоподдачи. Полный диапазон темп-ры поверхности в течение

периода равен:

$$\tau_{в,max} - \tau_{в,min} = Q_n (\Omega_{max} - \Omega_{min}) / S,$$

где Ω_{max} и Ω_{min} — макс. и миним. коэфф. прерывистости.

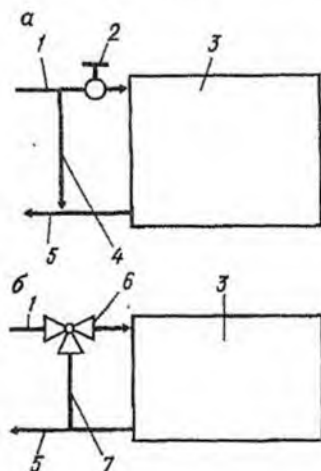
Ф-ла (2) удобна для расчета усредн. темп-ры внутр. поверхностей ограждений $\tau_{ос,п}$ при П.т. в помещении. При этом допускается нек-рая погрешность принятым допущением о достаточности толстых поверхностных слоев на внутр. стороне всех стенок с одинаковым коэфф. теплоусвоения S . Вместо S в ф-лу (2) вводят показатель теплоусвоения помещения Y_n

$$\tau_{ос,п,z} = \tau_{ос,п.0} + Q_n m \Omega_z / Y_n,$$

где Y_n — модуль показателя теплоусвоения помещения.

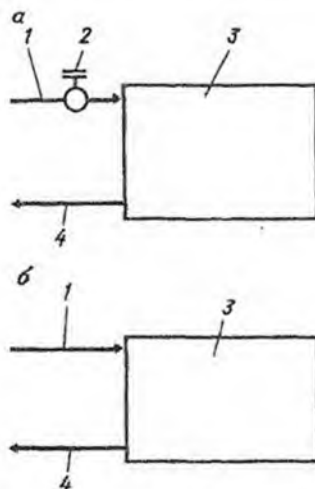
При расчете нестационарного теплового режима помещения П.т. считают тепловыделения от разл. источников: технологич. оборудования, людей, освещения и т.п. Для получения темп-рного режима помещения при совместном действии неск. прерывистых источников для каждой составляющей отдельно рассчитывают соответствующие темп-рные изменения с последующим их сложением в отдельные моменты.

ПРИБОРНЫЙ УЗЕЛ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ — совокупность конструктивных элементов для подведения теплоносителя в системе отопления, передачи определенного кол-ва теплоты в обогреваемое помещение и отведения отдавшего теплоту теплоносителя. П.у.с.о. состоит из теплопроводов — подводов к отопительным приборам или агрегатам.

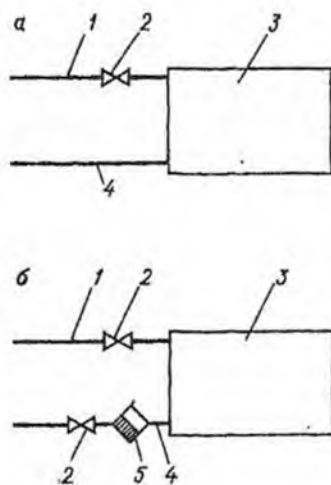


Приборный узел системы отопления регулируемой вертикальной однотрубной системы водяного отопления

а — с проходным регулирующим краном; б — регулирующим краном; 1 — подающая подводка; 2 — проходной регулирующий кран; 3 — отопительный прибор; 4 — замыкающий участок; 5 — обратная подводка; 6 — трехходовой регулирующий кран; 7 — обходной участок



Приборный узел системы отопления
 а — регулируемой двухтрубной системы водяного отопления; б — проточной вертикальной однотрубной системы водяного отопления; 1 — подающая подводка; 2 — кран двойного регулирования; 3 — отопительный прибор; 4 — обратная подводка



Приборный узел системы отопления регулируемой двухтрубной системы парового отопления
 а — низкого давления; б — высокого давления; 1 — паровая подводка; 2 — паровой вентиль; 3 — отопительный прибор; 4 — конденсатная подводка; 5 — термостатический конденсатоотводчик

Различают нерегулируемый и регулируемый П.у.с.о. В первом теплопередача отопительного прибора или агрегата в помещение индивидуально количественно не регулируется. В регулируемый П.у.с.о. дополнительно включается либо регулирующая арматура на подводках, либо регулирующий воздушный клапан, входящий в конструкцию отопит. прибора (конвектора). Применяется след. регулирующая арматура: в однотрубной системе водяного отопления — проходной

регулирующий кран (между подающей и обратной подводками помещают постоянно действующий замыкающий участок); трехходовой регулирующий кран (между подающей и обратной подводками помещают обходной участок, используемый по мере отключения краном отопит. прибора); в двухтрубной системе водяного отопления — кран двойного регулирования, имеющий повышенное гидравлич. сопротивление; в двухтрубной системе парового отопления низкого давления — паровой вентиль на паровой подводке; в двухтрубной системе парового отопления высокого давления помимо парового вентиля на паровой подводке — термостатич. конденсатоотводчик и вентиль на конденсатной подводке к прибору.

П.у.с.о. с конвектором, имеющим воздушный клапан в кожухе, — постоянно проточный "по теплоносителю", а теплоотдача прибора регулируется "по воздуху", т.е. путем изменения кол-ва протекающего и нагревающегося внутри конвектора воздуха. П.у.с.о. для применения в системах отопления зданий массового стр-ва унифицируются по диаметру (напр., $D_y = 20$) и длине подводок (напр., 370 мм). Унифициров. П.у.с.о. с короткими подводками (длиной до 500 мм каждая) устанавливается без уклона труб.

ПРИБОРЫ ДИНАМИЧЕСКОГО ОТОПЛЕНИЯ — децентрализов. нагреватели (доводчики) и вентиляторные конвекторы, обеспечивающие наряду с отоплением вентиляцию помещений, а также возможность регулирования теплоотдачи отопительного прибора в широких пределах в зависимости от резко меняющихся метеорологич. условий.

Децентрализов. нагреватели устанавливают в системах воздушного отопления с центральной приточной камерой, обеспечивающей подачу чистого увлажн. воздуха темп-рой 8—10°C. Необходимую темп-ру воздуха, подаваемого П.д.о. для отопления помещения, можно обеспечить, пропуская ту или иную его часть через теплообменный аппарат или обходной канал прибора. Вентиляторный конвектор оборудован вентиляторным агрегатом, теплообменником, фильтром, воздухозаборным устройством и в нек-рых случаях увлажнителем. Вентиляторный конвектор с диаметральной вентилятором предназначен для работы в осн. в режиме вынужденной конвекции в системах отопления — вентиляции малоэтажных зданий. В нем отсутствует увлажнитель и теплообменник первого подогрева. Для работы в более жестких условиях эксплуатации (напр., в сев. р-нах) используют вентиляторный конвектор. Он дополнен утепл. клапаном в воздухозаборном канале, теплообменником первого подогрева и увлажнителем испарит. типа. Осн. тепло-

обменник рассчитан на работу в режиме конвекции как вынужденной, так и свободной в системах отопления малоэтажных и многоэтажных зданий. Изготавливают также вентиляторные конвекторы для работы только в рециркуляц. режиме. Меняя частоту вращения ротора встроенного вентилятора или отключая его и переходя на работу в режиме свободной конвекции, можно широко изменять условия отопления и вентиляции, обеспечивая тем самым наиболее благоприятный микроклимат помещения. Децентрализов. нагреватели и вентиляторные конвекторы предусмотрены как для встраивания в строгит. конструкции, так и для установки в отапливаемом помещении (обычно шкафного типа) под подоконником, на стене или под потолком.

Теплоноситель темп-рой до 150°C и избыточным давлением до 1 МПа подводится к П.д.о. обычно по бифидлярной (двухпоточной) системе отопления. П.д.о. изготавливают полной строгит. готовности. Часто вентиляторные конвекторы комплектуют тепловым насосом, устанавливаемым снаружи помещения. В этом случае в качестве теплоносителя используют антифриз, растворы солей, гликоли.

ПРИБОРЫ САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ — приборы, устанавливаемые в сан.-бытовых помещениях для осуществления гигиенич. и хоз.-бытовых процедур. К ним относятся: мойки кухонные, ванны купальные, поддоны душевые, умывальники, унитаза, чаши туалетные, писсуары, бачки и краны смывные. П.с.-т. изготавливают из коррозионно-стойких, долговечных материалов: эмалиров. чугуна и стали, нержавеющей стали, керамики, пластмассы, полимербетона, латуни с гальванич. защитно-декоративным покрытием и др. В общем случае приборы состоят из водоразборной арматуры, присоединяемой к системе холодного и горячего водопровода, чаши, водосливной арматуры (выпуск с сифоном и переливом), присоединяемой к канализационной сети, и элементов крепления. В водосливной арматуре обязательно предусматривают гидравлич. затвор (водяная пробка) высотой 55—60 мм, предотвращающей проникновение канализацион. газов в помещение, где установлены П.с.-т.

ПРИНЦИП СУПЕРПОЗИЦИИ в т е п л о ф и з и к е — принцип наложения темп-рых полей, возбуждаемых в теле тепловыми возмущениями на его границах и (или) внутр. источниками. Результирующее темп-рное поле получают суммированием полей, создаваемых отд. воздействиями.

П.с. позволяет получать решения сложных задач теплопередачи

стационарной и нестационарной путем их разложения на более простые с последующим сложением частных результатов. При этом необходимо, чтобы условия однозначности простых задач (начальное и граничное условия, интенсивность внутр. источников) в сумме соответствовали условиям исходной задачи. Обязательное условие применимости П.с. — линейность уравнения теплопроводности и условий однозначности. Линейность нарушается, если к.-л. параметры процесса существенно зависят от темп-ры. В частности, П.с. не применим, если функцией темп-ры являются *теплофизические характеристики материалов*, интенсивность внутр. и поверхностных источников, коэфф. теплообмена на границах. Его также нельзя применять, когда действующие факторы взаимосвязаны или результат действия каждого из них, взятого в отдельности, не является линейным. Для большинства теплофизических задач эти ограничения не имеют значения или сказываются несущественно, что способствует широкому использованию П.с. в инж. практике.

ПРИСОЕДИНЕНИЕ ГАЗОПРОВОДОВ К ДЕЙСТВУЮЩИМ СЕТЯМ — совокупность газоопасных работ и организац.-технич. мероприятий. Для П.г.д.с. в каждом конкретном случае разрабатывают план организации и произ-ва работ, к-рый включает: изучение исполнит.-технич. документации, представл. строит. организацией; обоснование способа присоединения и последовательность проведения работ; порядок отключения р-на от подачи газа или снижения давления газа в сети; последовательность проведения врезки газопровода; порядок продувки газопровода и ввода в эксплуатацию вновь присоединенного газопровода; потребность в механизмах, приспособлениях, материалах, инструментах, средствах индивид. защиты и пожаротушения; технику безопасности при выполнении работ; подбор и инструкцию бригады; систему оповещения населения и потребителей о времени проведения работ и прекращении подачи газа или снижения давления газа в сети.

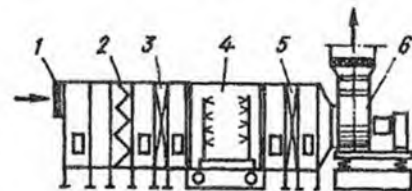
Применяют след. способы П.г.д.с.: низкого давления — без снижения давления газа; низкого, среднего или высокого давлений — со снижением давления газа до 400 — 1000 Па; среднего и высокого давлений — с помощью спец. устройства, не требующих снижения давления газа. Врезка в действующие газопроводы без снижения давления в них допускается только при условии применения спец. приспособления, исключающего выход газа наружу. Врезка может быть выполнена разными способами. Торцевое приспособление (с помощью подвижной муфты)

применяют при снижении давления газа до 400 Па, когда новый газопровод является продолжением действующего или когда необходимо соединить два участка действующих газопроводов. Надвижную муфту изготавливают разъемной из двух частей диаметром на 15 — 20 мм больше наружного диаметра соединяемых труб. На присоединяемом газопроводе сваривают надвижную муфту, затем сначала на присоединяемом, а потом на действующем газопроводе обрезают торцы труб вместе с заглушками и немедленно надвигают муфту на действующий газопровод на длину не менее 70 мм. Зазоры между трубой и муфтой уплотняют, концы муфты подвальцовывают и приваривают к трубе внахлест. Тавровое присоединение (с помощью козырька) используют для отвода газопровода диаметром 50 — 800 мм под прямым углом в одной плоскости с действующим газопроводом. Телескопич. способ П.г.д.с. применяют для отвода газопровода диаметром 50 — 200 мм под углом 90° в одной плоскости с действующим. Предварительно изготавливают два соединит. патрубка: первый диаметром на 15 — 20 мм больше наружного диаметра присоединяемого газопровода и длиной 800 мм, второй — диаметром на 15 — 20 мм больше наружного диаметра первого патрубка и длиной 100 — 150 мм. Первый патрубок надвигают на присоединяемый газопровод, второй приваривают к действующему газопроводу так, чтобы их оси совпали. Внутри патрубка в стенке действующего газопровода вырезают окно, размер к-рого соответствует диаметру присоединяемого газопровода. Вырезанное окно извлекают и вдвигают первый патрубок во второй, а зазоры между трубами заделывают асбестом. После удаления воздуха из узла присоединения концы первого патрубка подвальцовывают и приваривают. Работы по П.г.д.с. без перерыва подачи газа выполняют в противодазах. Газопроводы среднего и высокого давления к действующим сетям присоединяют, снижая или не снижая давление в них. После снижения давления газа присоединение осуществляется названными способами. Недостаток их — перерыв в подаче газа потребителям, получающим его от участка, на к-ром было произведено снижение давления.

Новый газопровод к действующему можно присоединить без снижения давления газа — через задвижку или с использованием приспособления ПВГМ. В случае П.г.д.с. через задвижку к действующему газопроводу приваривают муфту и патрубок с фланцем, к к-рому крепится задвижка со спец. камерой. К муфте присоединяют штангу с чашечной фрезой и с ее помощью высверливают отверстие в трубе. Вырезанную стенку трубы и фрезу с помощью штанги поднимают в камеру, а

задвижку закрывают, после чего снимают приспособление и к фланцу задвижки присоединяют газопровод. Недостатки этого способа — необходимость установки задвижки на очень близком расстоянии от оси газопровода, что усложняет эксплуатацию. Эти недостатки отсутствуют при П.г.д.с. с использованием приспособления ПВГМ, предназнач. для врезки в газопроводы низкого, среднего и высокого давлений наружным диаметром 168 — 529 мм с устройством отверстий в стенке действующего газопровода диаметрами 80 и 140 мм. Этот способ заключается в том, что к действующему газопроводу приваривают соединит. патрубок, диаметр к-рого равен диаметру присоединяемого газопровода. Внутри соединит. патрубка к стенке трубы приваривают втулку. В нее вворачивают шпильку, навинчивают шток с закрепл. фрезой, заливают машинное масло в патрубок до уровня, превышающего верх трубы действующего газопровода на 2 — 3 мм и на фланец соединит. патрубка устанавливают корпус приспособлением ПВГМ с приводом фрезы. С ее помощью вырезают отверстие в трубе, поднимают фрезу с вырез. частью газопровода. С приспособления снимают привод и шток с фрезой, к-рые заменяют резьбовой пробкой со штоком, и всю систему устанавливают на прежнее место. Затем открывают газ и заворачивают резьбовую пробку в соединит. патрубок, снимают устройство и по всему периметру обваривают пробку. В заключение проверяют качество сварных соединений и плотность мыльной эмульсией, наносят весьма усил. изоляцию на газопровод и узел врезки, оформляют исполнит. документацию и засыпают котлован.

ПРИТОЧНАЯ ВЕНТИЛЯЦИОННАЯ УСТАНОВКА — комплекс оборудования для обработки и нагнетания в помещение наружного вентиляц. воздуха. П.в.у. выполняют по разл. технологич. и конструктивным схемам, обеспечивающим требуемые параметры воздуха. В состав П.в.у. кроме вентилятора, может входить оборудование для очистки, подогрева и увлажнения воздуха, а также система шумоглушения. Обычно П.в.у. разме-



Приточная установка

1 — утепленный клапан; 2 — фильтр; 3, 5 — калориферы первого и второго подогрева; 4 — оросит. камера; 6 — вентилятор. установка

щают в отд. камере. Для уменьшения шума и вибрации от работающего оборудования предусматривают спец. мероприятия: вентилятор с помощью гибких вставок соединяют с воздуховодами и устанавливают на виброосновании; осуществляют звукоизоляцию ограждений приточной камеры, к-рая располагается, как правило, в подвальной части здания, и т.д. П.в.у. вместе с сетью подсоедин. к ней воздуховодов составляет приточную вентиляционную систему

ПРИТОЧНАЯ СТРУЯ — поток воздуха, образ. принудит. истечением его из отверстия. Назначение П.с. — распределение приточного воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне помещения.

Активное изучение струйных потоков началось с первого десятилетия нашего века. Известны работы Л. Прандтля, В. Толмина, Г. Рейхарта, Г. Гертлера, Т. Шлихтинга, В.В. Батурина, Г.Н. Абрамовича, И.А. Шепелева, В.А. Бахарева, В.Н. Талиева, М.И. Гримитлина, В.Н. Посохина, А.Т. Сычева и мн. др.

В П.с. часть кинетич. энергии воздуха переходит в энергию турбулентного движения, поэтому кинетич. энергия по длине струи быстро уменьшается, а степень турбулентности растет. Параллельно развивается процесс диссипации турбулентной энергии и переход ее в тепловую, что связано с формированием мелкомасштабных турбулентных вихрей, в к-рых и происходит диссипация. Это приводит к вырождению турбулентности П.с. по ходу движения. Следствие турбулентного характера движения воздуха в П.с. — четко проявляющаяся перемежаемость (результат прохода отд. крупномасштабных вихрей), а также пост. изменение по времени скорости и направления движения воздуха в любой точке П.с. Закономерности, применяемые для расчета П.с., описывают осредн. (по времени) движение.

В П.с. скорость поступат. движения

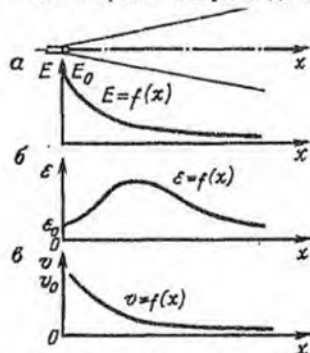


Схема струи и изменение некоторых ее характеристик по длине
а — кинетич. энергия потока перемещающегося воздуха; б — энергия турбулентных пульсаций; в — осевая скорость струи

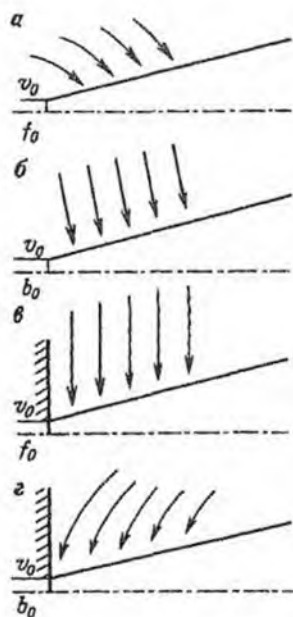


Схема потоков, подтекающих к развивающейся струе

а и б — компактная и плоская из патрубков, располож. в свободном пространстве; в и г — то же, из патрубков, выходящее сечение — совпадает с ограничивающей пространство плоскостью; во — нач. скорость, fo и bo — соответственно площадь сечения и ширина щели

(осредн. скорость) значительно превышает поперечную скорость движения. Особенность П.с. в том, что в месте входа ее в обслуживаемую или рабочую зону помещения скорость поступат. движения ограничивается допустимым уровнем (очень малое значение). Поэтому на участке П.с. в пределах этой зоны значения скорости сопоставимы с пульсат. скоростями ($v \approx u^1 \approx v^1 \approx \omega^1$). В пределах П.с. избыточное статич. давление равно нулю. Исключение представляют П.с., развивающиеся в стесненных условиях. Затухание скорости по длине П.с. зависит от условий истечения из приточного отверстия или насадка. На схеме показано изменение осевой скорости по длине П.с. Движение воздуха вне П.с. близко к потенциальному.

П.с. классифицируют по следующим признакам: по направлению движения и окружающего воздуха: в спутном потоке — при совпадении направления движения воздуха; во встречном потоке — при встречном направлении движения воздуха; затопленная — при неподвижном окружающем воздухе; по взаимодействию с ограждениями помещения: свободная — если ограждения не влияют на развитие струйного течения; полуограниченная — если струя настигается на плоскость ограж-

дения; стесненная — если ограждения тормозят развитие струи, деформируют поля скоростей; по направлению вектора скорости воздуха из отверстия (насадка, плафона): сосредоточенная — векторы скорости воздуха во всех точках нач. сечения параллельны; веерная или коническая — векторы скорости воздуха в нач. сечении направлены под углом один к др. и расходятся; закрученная — векторы скорости воздуха в нач. сечении имеют тангенц. составляющую нормаль к радиусу поперечного сечения; по форме сечения выпускного отверстия: компактная — выходящая из отверстий, сечение к-рых имеет форму круга, квадрата или близкого к квадрату прямоугольника; прямоугольная — выходящая из отверстия прямоугольной формы с соотношением сторон до 1:30; плоская — выходящая из щели или из отверстия прямоугольной формы с соотношением сторон 1:30 и более; по соотношению плотности воздуха в помещении и подаваемого из отверстия (насадка, плафона): изотермическая — при равной плотности (темпер.) подаваемого и окружающего воздуха; слабоизотермическая — при близкой, но не равной плотности подаваемого и окружающего воздуха; неизотермическая — при большой разнице плотности подаваемого и окружающего воздуха. См. также: Веерная приточная струя, Изотермическая приточная струя, Компактная приточная струя, Неизотермическая приточная струя, Полуограниченная приточная струя, Свободная приточная струя, Слабоизотермическая приточная струя, Сосредоточенная приточная струя, Стесненная приточная струя.

ПРОВОДИМОСТЬ ЭЛЕМЕНТА СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ — расход теплоносителя в элементе системы водяного отопления при потере давления в нем 1. Па. Измеряется в кг/(с·Па^{0,5}), или кг/(ч·Па^{0,5}). Используется в одном из способов гидравлического расчета систем отопления однотрубных и бифилярных для определения действит. расходов теплоносителя в параллельно соедин. элементах — участках, стояках, ветвях, частях системы. П.э.с.о. (σ) связана с характеристикой гидравлического сопротивления (S) зависимостью $\sigma = S^{0,5}$. Распределение общего потока теплоносителя по элементам, составляющим узел системы отопления, находится исходя из условия, что общая П.э.с.о. узла параллельно соедин. элементов равняется сумме проводимостей элементов, составляющих узел: $\sigma_{\Sigma} = \sum \sigma_i$. На этом основании устанавливается затекание воды в

один из элементов узла как отношение проводимости этого элемента (σ_1) к общей проводимости узла: σ_1/σ_{Σ} , что равносильно (без учета различия в естеств. циркуляц. давлениях) отношению $G_1/G_{\text{общ}}$, из к-рого определяются расходы воды сначала в первом (G_1), а затем в остальных элементах узла.

ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ТЕПЛООВОЙ СЕТИ — вертикал. разрез по оси подземной трассы *тепловой сети*. Строится на основе натурной съемки и проекта вертикал. планировки (организации рельефа) местности. Исходя из ее условий и допустимых норм заглубления теплопроводов от поверхности земли для проектируемой трассы прорабатывают неск. вариантов профиля прокладки. К исполнению принимают вариант с макс. приближением продольного профиля к прямой линии с уклоном ее к горизонту. При построении П.п.т.с. на горизонт. ось наносят развернутый (линейный) план трассы с ответвлениями, углами поворота, неподвижными опорами теплопровода, компенсаторами и камерами обслуживания. На П.п.т.с. наносят планировочные и черные отметки земли, уровень стояния грунтовых вод, существующие и проектируемые коммуникации и сооружения с указанием их отметок, уклоны участков тепловых сетей. Уклоны принимают не менее 0,002 независимо от направления движения *теплоносителя* и способа прокладки, за исключением отд. участков: при пересечениях коммуникаций, прокладке по мостам и т.п., где допускается прокладка без уклона. Если теплопроводы проектируют с дренажами, их также отражают на П.п.т.с.

ПРОДУВКА КОТЛА — удаление загрязняющих примесей из пароводяного тракта *котлоагрегата*. Различают непрерывную П.к. — пост. вывод растворимых примесей из мест с наиболее высоким содержанием *котловой воды* (до смешения ее с подпиточной) из верхнего барабана (солевых отсеков — в схемах со *ступенчатым испарением*), и периодическую (шламовую) П.к. — удаление не чаще 1 раза в смену нерастворимых примесей с частью котловой воды из нижних коллекторов (или нижних барабанов) циркуляц. контура котла. Величина П.к. должна быть такой, чтобы кол-во солей, вносимых (с подпиточной водой) и выносимых из котла (насыщенным паром и продувочной водой), было равно. Для уменьшения П.к. необходимо снизить содержание солей и кремния в подпиточной воде, увеличив содержание котловой воды. Важнейшей мерой, позволяющей повысить содержание котловой воды, является ступенчатое

испарение. Теплому продувочной воды обычно утилизируют.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ — разработка, определяющая *тепловую мощность системы отопления*, вид *теплоносителя*, конструкцию *системы отопления*, ее *теплого пункта*, диаметры *теплопроводов*, размеры *отопительных приборов*, параметры оборудования, стоимость и др. Исходные данные для П.с.ц.о.: источник теплоты; назначение, планировка и строит. конструкции здания; технологич. проект и режим эксплуатации осн. помещений; положение здания на участке стр-ва; климатология местности. П.с.ц.о. состоит из расчета тепловой мощности, выбора, конструирования, *теплового и гидравлического расчетных системы отопления*. В проект включается расчетно-пояснит. записка со спецификациями материалов и оборудования.

Расчет тепловой мощности начинают с выбора расчетных значений температуры и влажности воздуха в помещениях. Затем определяют коэффициент теплопередачи и коэффициент *воздухопроницаемости ограждений*, вычисляют *теплотери помещений* через отражающие конструкции, а также на нагревание инфильтрующегося холодного воздуха и поступающих снаружи охлажденных материалов, транспортных средств, изделий, одежды. Выявляют дефицит теплоты в помещениях с учетом теплопотуплений в них от людей, технологич. оборудования, электрич. приборов и освещения, нагретых материалов. Дефицит теплоты принимается за тепловую нагрузку (мощность) отопит. установки в течение расчетного часа рабочего и нерабочего периодов суток.

Систему отопления выбирают в соответствии с источником теплоснабжения, видом и параметрами теплоносителя, видом и типом приборов и оборудования. Устанавливают режим действия и принципы управления работой системы.

Конструирование системы отопления начинают с размещения теплового пункта, теплопроводов, отопит. оборудования. Система разделяется на обособл. зоны и части пост. и периодич. действия с учетом отд. отключения и регулирования. Составляют схемы труб и оборудования теплового пункта и системы отопления в аксонометрич. проекции с указанием тепловых нагрузок, номеров *стояков (ветвей) системы отопления*, ее запорно-регулирующей арматуры, *уклона теплопровода*.

Теплогидравлический расчет системы отопления заключается в определении темп-ры, давления и расхода теплоносителя, диаметра теплопроводов,

типоразмера оборудования. Тепловой и гидравлич. (или аэродинамич.) расчеты взаимно связаны, и для выявления необходимых параметров теплоносителя, размеров теплопроводов и оборудования они повторяются многократно с применением ЭВМ.

Расчетно-пояснит. записка составляется из общей части и расчетных материалов, относящихся к теплому пункту и системе отопления, включая спецификацию и смету расходов на сооружение системы. П.с.ц.о. завершается разработкой заглавного листа, на к-рый выносятся основные показатели проекта.

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПОМЕЩЕНИЕ — замкнутое пространство в спец. предназнач. зданиях и сооружениях, в к-рых постоянно или периодически осуществляется трудовая деятельность людей, связанная с участием в разл. видах произ-ва, в организации контроля и управления произ-вом.

ПРОЛЕТНЫЙ ПАР — *пар водяной*, несконденсировавшийся в теплоиспользующем аппарате и частично прорвавшийся в *конденсатопровод*. Неполная конденсация пара обычно происходит в *отопительных приборах систем парового отопления* высокого давления. Поэтому на конденсатных *подводках отопительным приборам* устанавливаются термостатич. конденсатоотводчики.

ПРОМЫШЛЕННАЯ СИСТЕМА ГАЗОСНАБЖЕНИЯ — технический комплекс, состоящий из *газовых сетей, газорегуляторных пунктов (ГРП) и газорегуляторных установок (ГРУ)*, газопроводов и агрегатов, включая *контрольно-измерительные приборы* и трубопроводы безопасности. Комплекс обеспечивает транспортирование газа по пром. предприятию и распределение его по газовым горелкам агрегатов. По трубопроводам газ поступает на территорию предприятия через ввод, на к-ром вне предприятия устанавливают главное отключающее устройство. Газ от ввода к цехам транспортируют по межцеховым газопроводам, к-рые прокладывают надземным (по стенам и покрытиям зданий цехов, по колоннам и эстакадам) и подземным (по проездам пром. площадки) способами. Надземная прокладка имеет преимущества: исключается почвенная коррозия газопроводов; менее опасна утечка, т.к. вытекающий из трубопровода газ рассеивается в окружающей атмосфере; утечки легче обнаружить и устранить; облегчается эксплуатация. Кроме того, надземная прокладка более экономична. В конечных точках межцеховых газопроводов устанавливают продувочные трубопроводы, используемые при ремонтах и

пусках газопроводов. Межцеховые газопроводы выполняют тупиковыми разветвленными. На нач. участке межцехового газопровода устанавливают центральный ГРП, на к-ром снижается и поддерживается требуемое цехам предприятия пост. давление газа. В межцеховых газопроводах поддерживают среднее давление, в газопроводах мелких предприятий — низкое. Высокое давление обуславливается технологией пр-ва. В ГРП предусматривают пункт измерения расхода газа, с помощью к-рого контролируют потребление газа предприятием. Межцеховые газопроводы при технико-экономич. обосновании можно присоединять непосредственно (без ГРП) к гор. газопроводам среднего или высокого давления. В таком случае в каждом цехе устанавливают ГРУ, к-рая поддерживает необходимое давление перед газовыми горелками пром. агрегатов. Из межцеховых газопроводов по вводам газ поступает во внутрицеховые газопроводы, к-рые прокладывают по стенкам и колоннам в виде тупиковых линий. На их вводах устанавливают отключающие задвижки и манометр, а на ответвлениях к газовым горелкам агрегатов — гл. отключающие устройства. Перед горелками каждого агрегата последовательно устанавливают не

применяемых горелок и не связано с давлением в гор. сетях. Такие схемы характерны для небольших предприятий; двухступенчатые схемы, у к-рых в межцеховых и внутрицеховых газопроводах поддерживают разл. давления, для чего в каждом цехе устанавливают ГРУ. В межцеховых газопроводах может поддерживаться гор. давление при непосредств. присоединении или иное давление при присоединении через центр. ГРП. Такие схемы используют на предприятиях, к-рые оборудованы однотипными газогорелочными устройствами, но имеют протяж. межцеховые газопроводы; многоступенчатые схемы, у к-рых имеется неск. градаций давлений: одно- в межцеховых газопроводах и др. — во внутрицеховых. Такие схемы применяются на крупных пром. предприятиях. Например, при двухступенчатой схеме П.с.г. предприятие присоединено к гор. газопроводам высокого давления через заводской ГРП. На ответвлении от гор. газопровода к предприятию в колодце установлена отключающая задвижка с компенсатором. В ГРП давление газа снижается до среднего, необходимого для цехов № 2 и 4, к-рые присоединяются к межцеховому газопроводу

давлений, на к-рый рассчитаны межцеховые и внутрицеховые газопроводы цеха № 2 или 4. Давление газа после ГРУ для цехов № 1 и 3 определяется из допустимого колебания давления газа перед горелками этих цехов. Оставшаяся разность давлений гасится на клапанах регуляторов ГРУ. Расчетный перепад давлений в межцеховых газопроводах этой схемы оказывается небольшим, что приводит к увеличению диаметров труб. Но некие цехи не имеют ГРУ, что снижает стоимость системы. Двухступенчатая схема экономически выгодна для предприятий с компактным расположением цехов и стабильным режимом работы газоснабжающих агрегатов. Учет потребления газа в цехе осуществляют с помощью расходомера.

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЕНТИЛЯЦИОННЫМ СИСТЕМАМ — ряд специфич. правил и мероприятий, к-рые должны выполняться при проектировании и эксплуатации

вентиляционных систем с целью пожарной профилактики и уменьшения опасности взрыва и пожаров в помещениях. По взрывоопасной и пожарной опасности технологич. процессов помещения, в к-рых они осуществляются, в соответствии с нормами технологич. проектирования делят на 5 категорий: А и Б — взрывоопасные произ-ва и помещения; В — пожароопасные; Г и Д — помещения, в к-рых находятся негорючие в-ва в горячем и холодном состояниях. Строит. материалы и конструкции, в т.ч. и *воздуховоды*, по степени возгорания разделяют на 3 группы: негорючие, трудногорючие и горючие. Стальные, асбестоцементные, шлакобетонные, кирпичные и т.п. *воздуховоды* и ограждения вентиляц. камер относятся к группе негорючих. В помещениях категорий А, Б и В всегда предусматривают приточно-вытяжную вентиляцию. При отсутствии естеств. вытяжки объем приточного воздуха принимают на 5—10% меньше объема механич. вытяжки. Независимо от принятой вентиляц. системы в этих помещениях устраивают вытяжку из верхней зоны в объеме не менее однократного *воздухообмена*. Вредные пожаро- и взрывоопасные пары и газы плотностью 0,8 и менее по отношению к плотности воздуха удаляются из верхней зоны одноэтажных помещений и верхних этажей многоэтажных зданий, как правило, за счет естеств. вытяжки. Механич. вытяжка (с вентиляторами) не допускается. Вытяжку от оборудования и аппаратов при выделении в них взрывоопасных паров и газов (напр., ацетилен, эфир и т.п.) осуществляют с эжекторным побуждением, как в случае выделения пожаро- и взрывоопасной *пыли*. В помещениях с выделением горючей или взры-

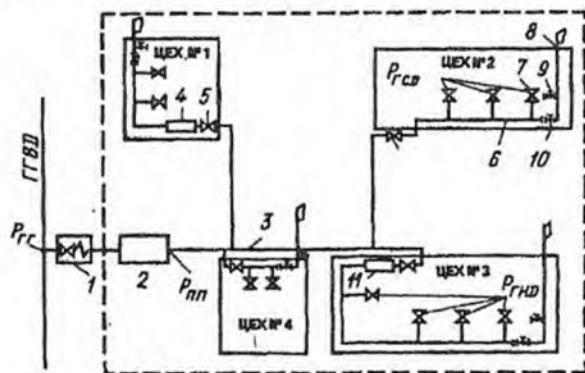


Схема газоснабжения предприятия с ГРП на вводе
1 — отключающее устройство на ответвлении к предприятию; 2 — ГРП межцеховый газопровод; 3 — пункт измерения расхода газа (ПИРГ); 4 — отключающее устройство на вводе в цех; 5 — внутрицеховой газопровод; 6 — главные отключающие устройства перед агрегатами; 7 — продувочный газопровод; 8 — штуцер с краном и пробкой для взятия пробы; 9 — кран на продувочном газопровод; 10 — цеховая ГРУ

менее двух задвижек. Трубопровод между ними соединяют отводом с продувочной линией, к-рая выполняет роль линии безопасности. Если агрегат не работает, задвижки закрывают, а кран на продувочной линии открывают для сброса возможных протечек газа через арматуру в атмосферу. Давление во внутрицеховых газопроводах определяется давлением, необходимым для газовых горелок.

В зависимости от конкретных условий применяют след. схемы П.с.г.: одноступенчатые, у к-рых в меж- и внутрицеховых газопроводах поддерживается одинаковое давление — низкое или среднее. При низком давлении П.с.г. присоединяют к гор. сети непосредственно или через центр. ГРП, при среднем — через ГРП, т.к. среднее давление в пром. газопроводах определяется типом

непосредственно без ГРУ. *Газогорелочные устройства* цехов № 1 и 3 работают на газе низкого давления, поэтому на вводах в эти цеха установлена ГРУ. Внутрицеховые газопроводы имеют продувочные линии. Потребление газа заводом измеряют расходомером, располож. в ГРП. При расчете диаметров газопроводов исходят из гидравлич. устойчивости сети, к-рая определяет диапазон колебания давления перед горелками агрегата, связ. с изменением расходов газа в сетях из-за перем. нагрузки агрегатов, присоедин. к газопроводам. Так, давление газа после ГРП — $P_{пл}$ определяется допустимым диапазоном колебания его давления перед горелками цехов № 2 и 4, т.к. эти цеха не имеют доп. регулирующих устройств между горелками и ГРП. Диапазон колебаний давления составляет допустимый перепад

воопасной пыли, где это допустимо по условиям технологич. процесса, наряду с аспирац. установками предусматривают гидрообеспыливание оборудования и увлажнение воздуха паром, а также стационарные или передвижные системы вакуумной пылеборки.

Не допускается объединение установок вентиляции и кондиционирования воздуха, обслуживающих помещения категорий А и В, между собой и тем более с установками, обслуживающими помещения др. категорий. В многоэтажных производств. зданиях вытяжные установки в помещениях категорий А, Б и В устраивают самостоятельными для отд. помещений. Воздуховоды приточных установок в этом случае выполняют для каждого этажа. Допускается объединение приточных воздуховодов отд. этажей в одну магистраль перед вентилятором при наличии в ответвлениях к каждому этажу автоматич. обратных клапанов и размещении вентиляторов в вентиляц. камерах. Запрещается объединять местные отсосы от технологич. оборудования в одну вытяжную установку, если в отсасываемом воздухе содержатся газы, пары, и пыль, хим. соединения или механич. смеси к-рых имеют повышенную темп-ру и могут вызвать вспышку, возгорание или взрыв (напр., смесь пыли карбида кальция с водяными парами), а также в-ва, к-рые могут вступать во взаимодействие и образовывать взрывоопасную смесь (напр., хлор и аммиак).

В тамбуры-шлюзы помещений категорий А, Б и В предусматривают подачу наружного воздуха, как правило, отд. системами с резервными вентиляторами. Допускается использование для этих целей приточных систем, обслуживающих защищаемые данным тамбуром-шлюзом помещения категории А, Б или Д, если предусмотрен резервный вентилятор, обеспечивающий необходимый для тамбура-шлюза воздухообмен, и автоматич. отключение притока в помещения категории А и Б при возникновении аварийной ситуации. Для приемков глубиной более 0,5 м и смотровых канав, требующих ежедневного обслуживания, располож. в помещениях категорий А и Б или в помещениях, в к-рых выделяются вредные газы, пары или аэрозоли с плотностью, большей плотности воздуха, предусматривают приточно-вытяжную вентиляцию или только вытяжную вентиляционную установку с искусств. побуждением движения воздуха. Вытяжные установки, обслуживающие местные отсосы в помещениях категорий А и Б, должны быть по возможности заблокированы с технологич. оборудованием, чтобы исключить его работу при выключ. вентиляторе. Если при остановке вентилятора технологич. оборудование остановить нельзя, а выде-

ление вредных или горючих газов, паров и аэрозолей не прекращается, то предусматривают резервный вентилятор. В производств. помещениях категорий А и Б, в к-рых возможно внезапное выделение большого кол-ва взрывоопасных и ядовитых паров и газов, устраивают аварийную вытяжную вентиляцию. Расход воздуха для нее принимают по требованиям технологич. части проекта, но не менее 8-кратного обмена. Аварийную вентиляцию в помещениях категорий А и Б осуществляют с искусств. побуждением, а в помещениях категорий В, Г и Д — с естеств. при условии обеспечения требуемого расхода воздуха. Для аварийной вытяжной вентиляции могут использоваться: осн. системы вытяжной общеобменной вентиляции с резервными вентиляторами на аварийный расход воздуха; системы аварийной вытяжной вентиляции в дополнение к осн., если расход воздуха последних с резервными вентиляторами недостаточен; только системы аварийной вентиляции. Для возмещения расхода воздуха, удаляемого аварийной вентиляцией, спец. приточных систем не требуется. Для эвакуации людей из помещений в нач. стадии возникшего пожара предусматривают противодымную аварийную вентиляцию, удаляющую дым при пожаре. Противодымная вытяжная вентиляция осуществляется: из коридоров и холлов всех этажей жилых, обществ., административно-бытовых и производств. зданий высотой более 30 м от средней планировочной отметки земли до чистого пола верхнего этажа; из каждого производств. и складского помещения относящегося к категориям А, Б, и В, с пост. рабочими местами без естеств. освещения; в одноэтажных зданиях с помещениями категорий Г и Д IVa степени огнестойкости. Расчетный расход дыма в зависимости от конструкции дверей эвакуац. выходов из помещений принимают таким, чтобы в дверных проемах скорость поступающего в горящее помещение воздуха составляла 4—5 м/с. В помещениях, площадь к-рых более 600 м², весь расчетный объем дыма должен быть удален из части помещения, назв. дымовой зоной. В каждой дымовой зоне размещают дымовые клапаны на расстоянии один от др. не более 30 м. Противодымная вентиляция может быть с искусств. и естеств. побуждением движения отсасываемого дыма. При искусств. побуждении скорость дыма в дымовых клапанах и шахтах принимают не менее 20 м/с: при естеств. — по расчету. Для удаления дыма и газов допускается использование системы аварийной и осн. вентиляции. Приточную противодымную вентиляцию предусматривают для подачи наружного воздуха при пожаре в лифтовые шахты, незадымляемые лестничные клетки, тамбуры-шлюзы перед лест-

ничными клетками и лифтовые шахты обществ. и производств. зданий. Расход наружного воздуха для противодымной и приточной вентиляции определяют расчетом по условию, чтобы давление в защищаемых помещениях было не менее 20 Па.

ПРЯМОТОЧНАЯ СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА — система, работающая только на наружном воздухе. Кол-во его можно определить исходя из сан. нормы или условия ассимиляции теплового избытка. В последнем случае в определ. периоды года кол-во воздуха оказывается избыточным и его уменьшение до требуемого по сан. норм. обеспечивается за счет количества регулирования. Снижение расхода воздуха, возможно, как правило, в холодное время года, позволяет экономить тепловую и электрич. энергию. Др. способ снижения энергопотребления прямоточной системой состоит в периодич. ее работе (с перерывами на определ. время).

ПУЛЬПОНАСОС — насосный агрегат для перемещения под напором пульпы по трубопроводу. В зависимости от перемещаемого материала П. наз. также углесосом, шламовым насосом, рудососом, землесосом и т.д.

ПУЛЬПОПРОВОД — трубопровод для перемещения (под давлением) пульпы (в частности, смеси золы, шлака топливного с водой). В зависимости от перемещаемого материала П. наз. также углесосом (смесь угля с водой), золопроводом и т.д. Диаметр пром. П. — 200—800 мм, протяженность — до десятков км.

ПУНКТ СБРОСА ОТРАБОТАВШЕЙ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ВОДЫ — место подготовки использ. геотермальной воды перед ее сбросом в водоем с целью предотвращения ущерба окружающей среде. На П.с.о.г.в. устанавливают оборудование для предсбросной водоподготовки и контрольно-измерит. аппаратуру.

ПЫЛЕВОЙ РЕЖИМ ПОМЕЩЕНИЯ — процесс образования и распространения пыли в помещении. Образовавшаяся и поступившая в помещение пыль частично витает, значит. ее часть, диффундируя и коагулируя, оседает на поверхности, незначит. — удаляется с вентиляц. воздухом. Процессу оседания может мешать или, напротив, способствовать схема распределения вентиляц. воздуха. В ряде помещений распространение пыли в значит. мере обусловливается конвективными потоками. Пыль, осевшая на поверхностях, а также просыпи материалов (в пром. зданиях) в результате воздействия воздушных течений,

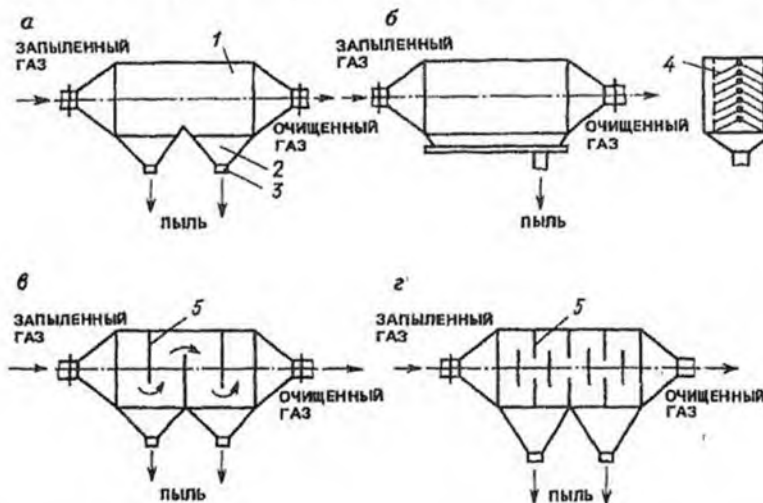
вибрации поверхностей, движения транспорта и людей могут вновь переходить во взвеш. состояние. Осн. причина пылеобразования — неправильное распределение вентиляц. воздуха, т.е. сдувание осевшей пыли *приточными струями*. Пылевая обстановка в помещении определяется взвеш. и осадочной загрязненностью. Одно из математич. описаний динамики пылеобмена в помещении предложено Е.А. Штокманом, др. теоретич. модели сосредоточ. и распредел. выделения пыли по объему помещения приведены в работах В.А. Минко.

Процесс распространения пыли в помещении определяется скоростью местных вихрей и крупномасштабных пульсаций, сопоставимой с осредн. скоростью осн. движения. Можно допустить, что их влияние турбулентности на процесс взвешивания и переноса частиц пыли является доминирующим. По характеру уноса под воздействием воздушных течений прот. пыли классифицируются на аэрирующиеся и денудирующиеся. Первые из грубодисперсных, неслипающихся, малослипающихся, твердых и гидрофобных частиц уносятся отд. частицами; вторые состоят из тонкодисперсных, слипающихся, сильнослипающихся, пластичных и гидрофильных частиц и отрываются на границе слой — стенка агрегатами частиц, частями слоя или слоев как одно целое. Эрозия зависит от времени воздействия потока на слой пыли и возможна при большом диапазоне значений скорости потока, начиная с $u_{ер}$, при к-рых уносятся только отд. частицы, и кончая скоростью $u_{оч}$, обеспечивающей унос всего слоя за определ. промежуток времени. Адгезионный унос (денудация) происходит в течение очень малого промежутка времени ($\tau_{оч}$ 0,5 с) при скоростях потока, начиная с т.н. скорости денудации $u_д$, обуславливающей отрыв слоя, и выше. Зависимость величины уноса эрозирующей пыли из слоя пыли неогранич. толщины от $u_{ер}$ носит экспоненц. характер. Общеобменная вентиляция не дает заметного эффекта по удалению витающей пыли из помещения. Однако, как показывает анализ математич. модели пылевого состояния помещения, процесс распространения пыли в значит. мере обуславливается расходом и особенно способом распределения приточного воздуха. При миним. расходе воздуха и соответствующей организации *воздухообмена* наблюдаются естеств. осаждение витающих частиц и сокращение вторичных пылеобразований за счет предотвращения сдувания осевшей пыли вентиляц. струями. Т.о., вторичные пылеобразования в рабочей зоне при правильной организации воздухообмена объясняются лишь вибрациями поверхностей, движением транспорта и людей. Но

пылеосаждения наблюдаются и на поверхностях, располож. выше рабочей зоны. В этом случае нач. скорости воздуха на выходе из воздухоораспределителей должны обуславливать скорости над пыл. поверхностями ниже критич. для вторичного пылеобразования.

Для борьбы с пылью, поступившей в помещение, целесообразно применять *вакуумную пылеуборку*. Могут использоваться *местные и центральные пылеуборочные установки*. Для предотвращения поступления пыли в производств. помещения подавляют источники пыли, а также применяют системы или установки *гидро-, пено-, паро- или электрообеспыливания оборудования*.

ПЫЛЕОСАДИТЕЛЬНАЯ КАМЕРА — устройство, в к-ром используется



Основные конструкции пылеосадительных камер

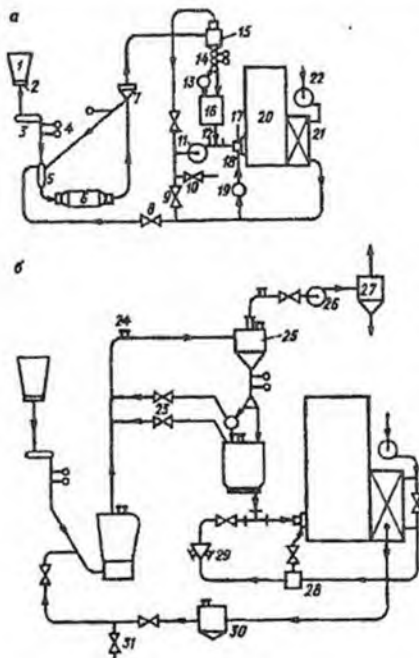
а — полая; б — с горизонт. полками; в и г — с вертикал. перегородками; 1 — корпус; 2 — бункер; 3 — устройство для удаления пыли; 4 — палки; 5 — перегородки

эффект гравитац. осаждения частиц. Иногда для повышения эффективности улавливания гравитац. эффект совмещают с инерц. (используют резкое изменение направления и значения скорости). Камеры обычно применяют для улавливания крупных фракций *пыли*. Отличаются громоздкостью и низкой эффективностью улавливания.

ПЫЛЕПРИГОТОВЛЕНИЕ ТОПЛИВА — измельчение и сушка *твердого топлива* для сжигания в *камерных топках*. Крупность частиц топлива после размола определяется ситовым анализом и колеблется от 1 до 500 мкм (более тонко размалывают угли, бедные летучими веществами, напр., *антрацит*). При П.т. из

топлива с помощью *щеполоуловителя*, выполн. в виде гребенки, улавливают дерев. включения, а с помощью электромагнитов, установл. в конце конвейеров, — металл, к-рый с магнитного сепаратора попадает в бункер. Очищ. от щепы и металла топливо поступает на *грохот*, а затем крупные фракции топлива после предварит. дробления в *дробилках* до кусков размером не более 15 мм окончат. измельчают в *мельницах*. По тракту систем П.т. для всех углей, за исключением антрацитов и полуантрацитов, расположены *взрывные клапаны*. Осн. элементами систем пылеприготовления кроме грохота, дробилок, мельниц и конвейеров являются *сепараторы пыли*, пылевые *циклоны*, *питатели пыли* для подачи угля или угольной пыли, пылепроводы, бункеры. Размол топлива в

большинстве случаев совмещают с его подсушкой в единой сушильно-мельничной системе. Различают замкнутые и разомкнутые схемы сушки. В первых отработ. сушильный агент (воздух или дымовые газы) сбрасывают в тонку, во вторых — в атмосферу. Индивид. сушильно-мельничные системы обеспечивают топливом отд. *котлоагрегаты*, получая от них сушильный агент. При центр. системе П.т. топливо для группы котлоагрегатов подготавливают на спец. пылезаводе. Наибольшее распространение получили замкнутые индивид. системы П.т. с пылевым бункером и прямым адуванием. Сушильно-мельничные системы с пылевым бункером благодаря запасу топлива в бункере обеспечивают и подачу пыли в горелки независимо от режима работы мельниц. В системе П.т. прямым адуванием получ. пыль направляют сразу в горелки, т.е. работа котлоагрегата жестко связана с произ-ством сушильно-мельничной системы. Однако П.т. с пря-



Схемы пылеприготовления топлива с промежуточным бункером с замкнутой (а) и разомкнутой (б) схемами сушики

1 — бункер сырого дробленого топлива; 2 — отсекающий шибер; 3 — питатель сырого угля; 4 — клапаны-мигалки; 5 — сушильная труба; 6 — мельница; 7 — сепаратор пыли; 8, 9, 10 — клапаны; 11 — мельничные вентиляторы; 12 — питатель пыли; 13 — реверсивный шнек; 14 — перекидной шибер; 15 — циклон; 16 — бункер пыли; 17 — горелка; 18 — эжектор-смеситель; 19 — короб горячего воздуха; 20 — котел; 21 — воздухоподогреватель; 22 — дутьевой вентилятор; 23 — трубопровод влагоотсоса; 24 — взрывной клапан; 25 — циклон; 26 — дымосос; 27 — пылеуловитель; 28, 29 — коробки вторичного и первичного воздуха; 30 — золоуловитель; 31 — клапан присадки атмосферного воздуха

мым вдуванием дешевле и потому получило более широкое распространение.

ПЫЛЕУГОЛЬНАЯ ТОПКА — камерная топка для сжигания твердого пылевидного топлива. Появились в 30-х гг. XX в. П.т. применяют в котлоагрегатах паропроиз-вства выше 30 т/ч. В П.т. можно использовать с высоким кпд практически все виды *твердого топлива*, в том числе самые малоценные.

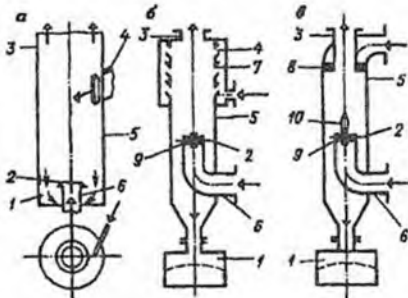
ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЬ — устройство для улавливания (отделения) пыли и др. механич. примесей из воздушных примесей из воздушных (газовых) потоков. Применяется в системах вытяжной вентиляции, системах аспирации, пневматического транспорта и в пром. установках очистки газов. В зависимости от физ. эффекта, используемого для отделения пыли, и по конструктивному признаку различают след. осн. виды П.: гравитационные (гл. обр. *пылесадительные камеры*); инерционные — сухого

(сухие механические пылеуловители, циклоны, жалюзийные и др.) и мокрого (мокрые пылеуловители и др.) типов; П.-промыватели контактного типа (барботеры, форсуночные и др.); диффузионно-конденсационные, пористые, тканевые (см. *Фильтр тканевый*), сетчатые, с фильтрующими слоями из сыпучих материалов (см. *Фильтр с зернистой загрузкой*), электрич., ультразвуковые. Выбор типа П. обусловлен степенью запыленности воздуха и требованиями к его очистке, а также физ. свойствами пыли. См. также: *Пылеуловитель вихревой*, *Пылеуловитель инерционный*, *Пылеуловитель ротационный*.

ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЬ ВИХРЕВОЙ — устройство для улавливания пыли с организов. встречными закруч. потоками. Газ с пылью поступает в сепарационную камеру и движется снизу вверх вдоль оси П.в. Через тангенц. сопло под давлением 0,3 МПа подается чистый газ (воздух), струя к-рого у стенки камеры образует периферийный (вторичный) закруч. поток, движущийся вниз и приводящий во вращение осевой (первичный) поток. На своем пути вторичный поток присоеди-

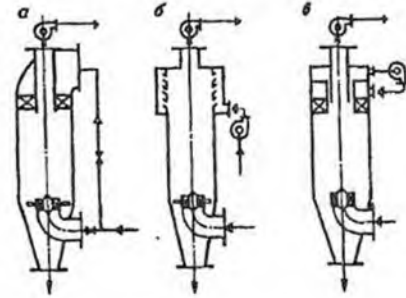
няется к первичному около профилиров. диска (отбойной шайбы), выходя из П.в. через трубу. Во вращающихся потоках улавливаемые частицы испытывают действие центробежной силы, перемещаются из первичного потока во вторичный и транспортируются последним в нижнюю часть П.в. под профилиров. диск, где оседают в бункере. Существуют две осн. конструктивные разновидности П.в. с закруч. потоками: с распредел. сопловым и сосредоточенным вводом вторичного потока. Во вторых имеются также завихритель первичного потока и обтекатель. В П.в. с распредел. сопловым вводом вторичный поток закручивается системой тангенц. сопел, устанавлив. по высоте в неск. рядов с наклоном к горизонту 15—30° и размещ. по винтовому линию. Газ в сопле распределяется из общего кожуха или *воздуховодов* (напр., клиновидных). Число рядов сопел, их число в ряду и размеры зависят от размеров П.в., давления вторичного потока и его доли в общем расходе газа. Сосредоточ. ввод вторичного потока в П.в. может осуществляться через кольцевой лопаточный, тангенц. или улиточный завихрители.

При включении П.в. по схеме а запыл. газ поступает в оба ввода. Аппарат может улавливать пыль, если дутьевое устройство расположено перед ним или за ним. В первом случае упрощается удаление уловленной пыли, во втором — исключается запыленность окружающего воздуха (вследствие ликвидации утечек запыл. газа из воздуховодов и П.в. через неплотности). По энергозатратам такая схема включения наиболее выгодна, произ-сть по газу повышается на 40—65% без заметного снижения эффективности пылеулавливания. Нужное соотношение расходов газа по вводам устанавливают с помощью регулировочных заслонок. Схему б, по к-рой через ввод вторичного потока подается чистый газ, применяют в осн. при сопловой подаче вторичного потока под повыш. давлением, при разбавлении запыл. воздуха высокой темп-ры холодным внешн. воздухом, при необходимости подачи в пылеуловитель совместно с запыл. иного газа для проведения одновременно с пылеулавливанием др. технологич. процесса. Энергозатраты на пылеулавливание по этой схеме самые высокие, т.к. объем очищаемого воздуха составляет лишь часть всего объема воздуха, продуваемого через П.в. Вторичный газ можно подавать в аппарат индивидуальным или общим дутьевым устройством. По схеме в с полной рециркуляцией во ввод вторичного потока подают очищ. газ. При этом из периферийной зоны у входа в выхлопную трубу, в к-рой сконцентрированы не успевшие отсепарироваться частицы, отбирают часть очищ. газа. Такой прием повышает эффективность



Пылеуловитель вихревой

а — со встречными закруч. потоками; б — с распредел. сопловым вводом вторичного потока; в — с сосредоточ. вводом вторичного потока; 1 — бункер; 2 — профилиров. диск (отбойная шайба); 3 — труба; 4 — тангенциальное сопло; 5 — сепарационная камера; б — ввод; 7 — сопловый ввод; 8 — завихритель первичного потока; 9 — обтекатель; 10 — сосредоточ. ввод вторичного потока



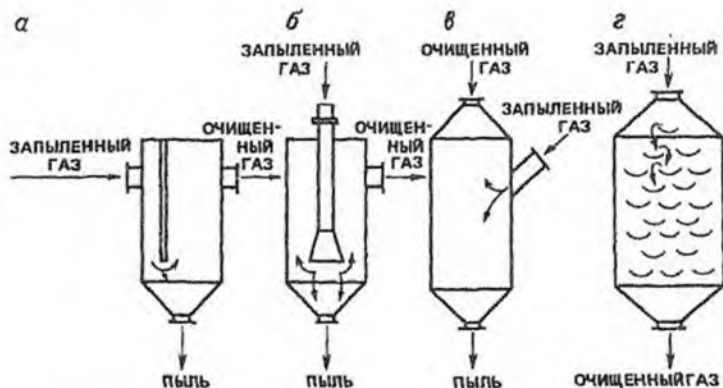
Схемы включения вихревых пылеуловителей в систему очистки

пылеулавливания. По энергозатратам эта схема аналогична предыдущей.

ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЬ ИНЕРЦИОННЫЙ — устройство, в к-ром для

мешков 150—400 Па. П.и. с перегородкой имеют высокое аэродинамич. сопротивление. Плавный переход в П.и., встраиваемых в газоходы, позволяет снизить сопротивление. Эффективность П.и. с за-

вени с решеткой, состоящей из наклонных пластин, используется в П.и. жалюзийного типа. В них около 90% газов частично очищается от пыли при прохождении через жалюзи, остальной газовый поток сушепной из воздуха пылью очищается на след. ступени. Скорость газов в жалюзийном пылеуловителе составляет 12—15 м/с, сопротивление решетки — 100—500 Па. Его недостатки: износ пластин решетки, возможность образования отложений пыли.

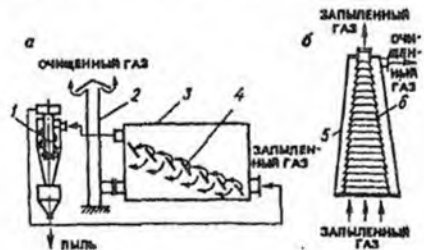


Пылеуловитель инерционный

а — с вертик. перегородкой; б — с центр. трубой; в — с боковым подводом газа; г — с горизонт. элементами

улавливания пыли наряду с силами тяжести используется инерц. эффект (в значит. большей мере, чем в пылесадительных камерах), благодаря чему частицы пыли, стремясь сохранить направление потока газов,

губленным бункером зависит от скорости газов, концентрации и вида пыли и составляет 47—49%. Для предотвращения вторичного уноса пыли заглубление бункера должно



Пылеуловитель инерционный жалюзийный камерный (а), жалюзийный конический (б)
1 — циклон; 2 — вытяжная шахта; 3 — камерный жалюзийный пылеуловитель; 4 — жалюзи пластинчатые; 5 — корпус; 6 — жалюзийные кольца

выпадают из него. К простейшим П.и. относятся пылевые мешки с центр. или боковым подводом газа, пылеулавливатели с отражат. перегородкой, встраиваемые в воздухоходы (газоходы), жалюзийные и камеры с заглубл. бункером. Скорость газов в цилиндре мешков принимают 1 м/с, во входной трубе — около 10 м/с. Высота цилиндрич. части мешков приблизит. равна их диаметру. Аэродинамич. сопротивление

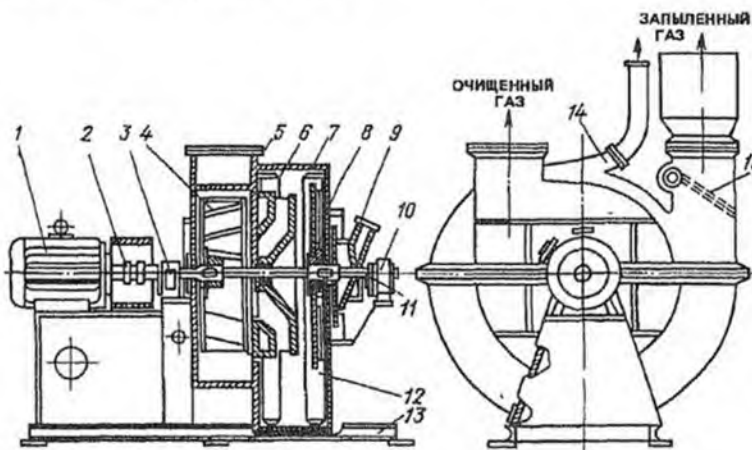
Пылеуловитель ротационный

1 — электродвигатель; 2 — муфта; 3, 10 — подшипниковые опоры; 4 — рабочее колесо; 5, 7 — улитки рабочего колеса и пылеуловителя; 6 — направляющий аппарат; 8 — крыльчатки; 9 — патрубок возвратного воздухопровода; 11 — вал; 12 — козырек; 13 — рама; 14 — патрубок отвода газопылевой смеси; 15 — шибер

быть как можно больше. Эффективность улавливания снижается за счет вторичного уноса пыли с ростом скорости газов на входе в камеру. Принцип внезапного изменения направления газового потока при столкно-

ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЬ РОТАЦИОННЫЙ — устройство, в к-ром

улавливание частиц пыли осуществляется за счет центробежных сил Кориолиса, возникающих при вращении рабочего колеса тягодутьевого механизма. Динамич. пылеуловитель — дымосос-вентилятор предназначен для улавливания частиц размером 15 мкм. За счет разности давлений, создаваемых рабочим колесом, запыл. поток поступает в улитку пылеуловителя и приобретает криволинейное движение. Частицы пыли отбрасываются к периферии под действием центробежных сил и вместе с 8—10% газа отводятся



в циклон, соединенный с этой улиткой. Очищ. газовый поток из циклона возвращается в центр. часть улитки. Очищ. газы через направляющий аппарат поступают в дымосос, пыль через затвор выводится в систему пневмотранспорта.

ПЫЛЬ — дисперсная система с газобразной дисперс. средой и твердой дисперсной фазой, состоящей из частиц от квазимолекулярного до макроскопич. (неск. сот мкм) размеров.

Р

РАБОЧАЯ ЗОНА — пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на к-ром находятся места пост. или врем. пребывания работающих.

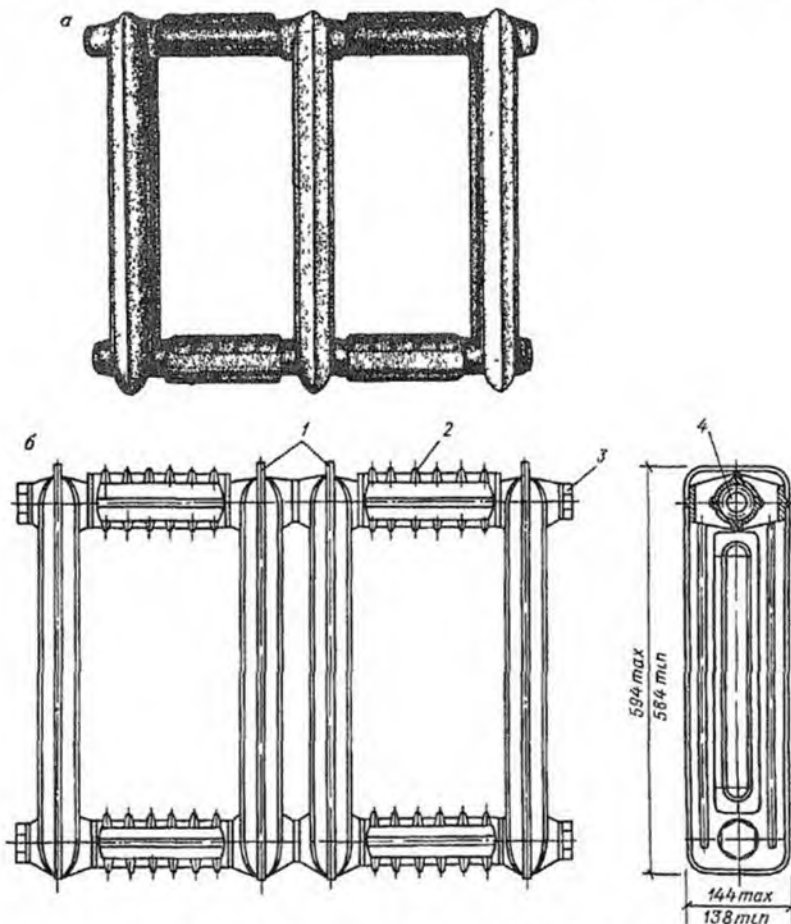
РАБОЧЕЕ МЕСТО — место пост. или врем. пребывания работающих.

РАДИАТОР (от лат. radio — испускаю лучи, излучаю) — конвективно-радиационный отопительный прибор. Изготавливается двух типов — панельный и секционный. Панельный Р. не имеет просветов по фронту. Однорядный вертикальный Р. передает радиацией около 40% теплоты, в многорядных модификациях доля теплоты, передаваемой конвекцией, возрастает, особенно при оребрении внутр. и тыльных плоскостей Р. При четырехрядной по глубине оребр. модификации Р. конвективная доля составляет около 85%, т.е. многорядный панельный радиатор передает теплоту как конвектор, заметно уступая по эффективности теплопередачи однорядному. Различают панельные Р. с вертикал. и горизонт. каналами. В первом случае Р. работает практически как секционный колончатый, во втором — горизонт. каналы соединены последовательно или группами со сборными вертикал. каналами, обеспечивая змеевиковую форму движения теплоносителя. Обычно панельные Р. выполняют из стали, иногда из полимерных материалов. Стальные состоят из двух сваренных между собой профилированных листов толщиной 1,2—1,5 мм. В зависимости от требований к дизайну, необходимой теплоплотности и способа подсоединения к системе отопления панельные радиаторы изготавливают одно- или многорядными, неоребр. или оребр., с декоративными боковыми щитками и воздуховыпускной решеткой или без них, в концевом и проходном исполнении, с торцевым или тыльным расположением присоединит. патрубков. Использование для панельного Р. тонколистовой стали, наличие горизонт. коллекторов или каналов, особенно подверж. коррозии, определяют более жесткие требования к подготовке теплоносителя, в

частности содержание кислорода не должно превышать 0,05 г/м³, а также он должен отвечать условиям эксплуатации систем отопления с такими приборами. Стальные панельные Р. рассчитаны на рабочее избыточное давление до 0,6 МПа и макс. темп-ру теплоносителя 150°С. Горизонт. Р., как панели лучистого отопления, размещаемые в пром. зданиях под потолком, представляют собой змеевики или регистры с приваренными к ним плоскими экранами (рефлекторами). С тыльной, обращенной к потолку стороны горизонт. панели имеют слой теплоизоляции. В нек-рых случаях применяют вертикал. подвеску таких панелей, обычно у наружных стен. Применяют также бетонные отопительные панели толщиной около 50 мм с заделанным в них змеевиком или регистром из стальных, стальных или полимерных труб диаметром 10—25 мм.

Секционный Р. состоит из отд. колончатых элементов — секций с кана-

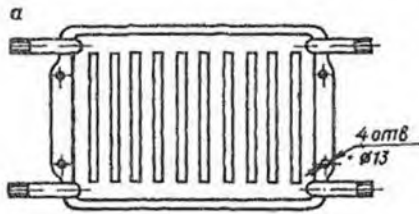
лами обычно эллипсообразной или каплевидной формы. Передает от теплоносителя в помещение около 30% всего кол-ва теплоты радиацией, остальное — конвекцией. Секции Р. отливают из чугуна, алюминия или его сплавов либо изготавливают из стали, штампуя половинки секций и сваривая их между собой. Секции алюминиевых радиаторов выполняют также методом экструзии, что позволяет легко организовать производство их разной высоты. Секции соединяют на ниппелях — из ковкого чугуна или стали — с прокладками из термостойкой резины или паронита. Секции стальных Р. соединяют также на сварке. Ниппели, имеющие с одной стороны правую резьбу, с др. — левую, одновременно ввинчивают в 2 смежные секции сверху и снизу и тем самым стягивают их между собой (специальным ключом или в заводских условиях с помощью механизма). В ниппельные отверстия крайних секций сверху и снизу



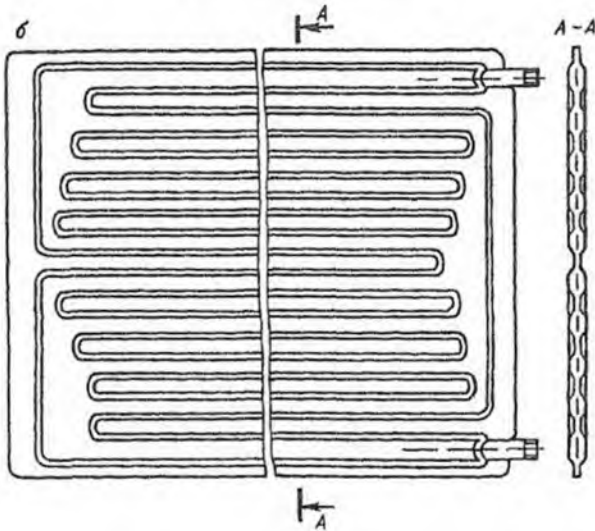
Чугунный секционный радиатор в сборе с промежуточными элементами

а — общий вид, б — размеры радиатора в сборе, 1 — секция радиатора МС-140, 2 — промежуточный элемент, 3 — глухая пробка, 4 — проходная пробка

ввинчивают пробки глухие или с отверстиями диаметром 10, 15 и 20 мм для присоединения Р. к теплопроводам системы отопления. Чугунные секц. Р.



Радиатор отопительный панельный стальной
а — типа РСВ с вертикальными колонками; б — РСГ с горизонтальными каналами

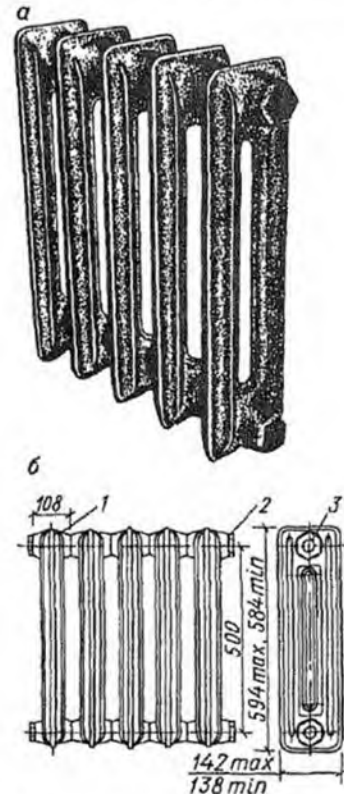


трудоемки в изготовлении, характеризуются высокими уд. массой и стоимостью, но весьма долговечны, стальные и алюминиевые требуют четкого соблюдения условий эксплуатации (деаэрации воды, поддержания ее pH и жесткости в строгом огранич. пределах, использование, как правило, закрытых баков расширительных). Большинство отечеств. чугунных секц. Р. имеет сравнительно большой зазор между колонками смежных секций, поэтому такие отопит. приборы легко очищаются от пыли. Известны разнообразные конструкции одно-, двух- и многоколончатых секций разл. высоты, но наиболее распространены двухколончатые секции средних по высоте Р. (монтажная высота 500 мм). Наряду с секц. выпускаются блочные Р., при этом элемент радиатора, имеющий одну колонку по его фронту, наз. секцией, а элемент, имеющий неск. колонок по его фронту — блоком. Секц. и блочные Р. могут также применяться в сборе с промежуточными элементами, использование к-рых, особенно с развитой ребристой поверхностью, позволяет уменьшить уд. массу радиаторов в сборе и варьировать теплоплотность. Отечествен. чугунные секц. Р. применяются при избыточном давлении теплоносителя до 0,9 МПа и его темп-ре до 130°C с использованием прокладок из термостойкой резины и при паронитовых прокладках до 150°C.

РАДИАТОР ПАНЕЛЬНЫЙ — отопительный прибор конвективно-радиационного вида, отдающий в помещение излучением 35—40% общего теплового потока и представляющий собой плоский (без просветов по фронту) металлический или бетонный блок. Плоский блок металлич. Р.п. сваривают из двух штампов. стальных листов (толщина листа 1,2—1,5 мм) так, чтобы образовался прибор средней высоты, относительно малой глубины (18—21 мм) с внутр. каналами. Готовые блоки отличаются длиной. Блок с горизонт. коллекторами, соединенными вертикал. колонками (блок колончатой формы), сокращают именуя РСВ (радиатор стальной вертикал.), блок с змеевиком — с горизонт. последовательно соединенными каналами (блок змеевиковой формы) наз. РСГ (радиатор стальной горизонт.). Стальной Р.п. отличается от чугунного радиатора секционного меньшей массой и тепловой инерцией [показатель теплового напряжения массы металла 0,55—0,8 Вт/(кг·°C)], более высоким значением коэффициента теплопередачи отопительного прибора. Его поверхность легко очищается от пыли, внешний вид и глубина прибора удовлетворяют архитектурно-строительным требованиям. Конструкция Р.п. обеспечивает механизацию произ-ва и простой монтаж в помещениях. Стальной Р.п. имеет сравнительно небольшую площадь нагреват. поверхности,

вследствие чего в сев. р-нах страны приходится прибегать к установке панелей в 2 ряда по глубине (на расстоянии 40 мм), при этом снижается теплоотдача (примерно на 15%) и затрудняется очистка межпанельного пространства от пыли. Стальной Р.п. подвержен коррозии, значительно сокращающей срок его службы. Для снижения интенсивности коррозии рекомендуется применять стальной Р.п. при неагрессивных теплоносителях и в наруж. воздушной среде. Блоки Р.п. выполняют из тяжелого бетона (бетонные отопительные панели) с замоноличенными нагреват. элементами. Применяют, кроме того, подвесные металлические отопительные панели.

РАДИАТОР СЕКЦИОННЫЙ — отопительный прибор конвективно-радиационного вида, состоящий из отд. чугунных элементов — секций с колонками круглой или эллипсообразной формы. Р.с. отдает в помещение излучением 25—30% общего теплового потока от теплоносителя в системе отопления (остальное — конвекцией) и наз. "радиатором" лишь по традиции. Извест-



Радиатор отопительный секционный чугунный типа АС-140

а — общий вид; б — размеры; 1 — секция радиатора; 2 — глухая пробка; 3 — проходная пробка

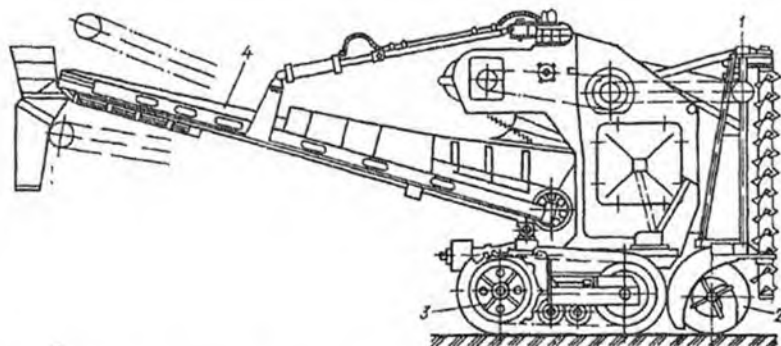
ны разнообразные конструкции одно-, двух- и многоколончатых секций разл. высоты, но наиболее распространены двухколончатые секции средних по высоте радиаторов (монтажная высота 500 мм). Секции радиатора выпускают шириной 98 и 108 мм (для облегчения очистки), глубиной 90 (для панельных зданий) и 140 мм. Секции соединяют между собой на резьбе с прокладками из теплостойкой резины (при тем-ре теплоносителя до 140°C) или паронита (свыше 140°C) так, чтобы образовались приборы различной площади. Р.с. присоединяют к теплопроводам также на резьбе с использованием пробок, имеющих отверстия с внутр. резьбой по диаметру *подводок к отопительному прибору*. В оставшиеся открытыми отверстия в секциях по горцам Р.с. ввертывают глухие пробки.

Р.с. отличается значит. тепловой мощностью, приходящейся на единицу длины (прибор компактен), стойкостью против *коррозии* (прибор долговечен). Однако он металлоемок (показатель теплового напряжения массы металла Р.с. — 0,29—0,36 Вт/(кг⁰С)), сложен в изготовлении и при монтаже, имеет непривлекательный внешн. вид, затруднена очистка его от пыли. Приборы, заполненные водой, обладают значит. тепловой инерцией. Происходит постепенное вытеснение Р.с. *конвекторами*.

РАДИАЦИОННАЯ ТЕМПЕРАТУРА ПОМЕЩЕНИЯ — осредненная темп-ра всех поверхностей, обращенных в помещении по признаку интенсивности *лучистого теплообмена*, к-рый следует вычислять по ф-ле $t_R = \sum t_i \varphi_{i-1} / \sum \varphi_{i-1}$, где t_i и φ_{i-1} — темп-ра и коэффициент *облученности* всех i -х окружающих поверхностей относительно искомой поверхности f , для к-рой находят t_R .

В общем случае t_R определяют относительно человека, стоящего в центре обслуживаемой зоны помещения. Упрощенно t_R часто вычисляют как средневзвеш. по площадям окружающих поверхностей, но это менее точно и правильно.

РАЗГРУЗОЧНАЯ МАШИНА МВС-4М — система заблокированных на самоходной гусеничной тележке механизмов с электр. приводом, обеспечивающих разрушение слежавшейся массы материалов, их подборку и подачу на *отгружающий конвейер*. Предназначена для выгрузки из крытых вагонов сыпучих и склонных к слеживанию материалов (извести, сернистого алюминия и др. реагентов). Управление дистанц. с выносного пульта. Технич. хар-ка приведена ниже:



Разгрузочная машина МВС-4М

1 — вертикальный рашпиль; 2 — горизонт. подгребающие шнеки; 3 — самоходная гусеничная тележка; 4 — отгружающий конвейер

Производительность, т/ч	30—80
Ширина захвата, м	1,6
Макс. высота разработки, м	1,8
Макс. скорость движения, м/мин	8,2
Ширина габарита, мм	1775
Ширина колеи, мм	1160
Транспортный просвет, мм	80
Угол поворота, град	180
Мощность электродвигателя, кВт	17,1
Напряжение питания, В: электр. привода	380
блока управления	36
Масса, т	3,2

РАЗДЕЛКА У ДЫМОВОЙ ТРУБЫ — утолщение или *теплоизоляция* в качестве противопожарной меры для *отопительной печи* в месте сопряжения *дымовой трубы* с конструкцией здания из горючих или трудногорючих материалов.

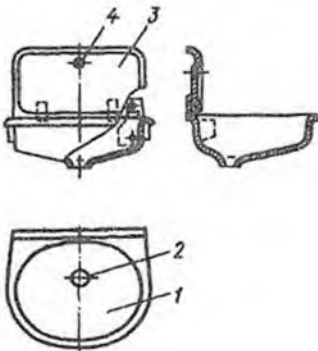
РАЗРЕГУЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ — самопроизвольное изменение регулируемых параметров (темп-ры, расхода) *теплоносителя* в *системе отопления*, вызывающее нарушение расчетной теплоподдачи в обслуживаемые помещения. Различаются горизонт. и вертикал. Р.с.о. Горизонт. может возникнуть вследствие допущенных неточностей при проведении *теплового и гидравлического расчетов системы отопления* и монтажных работ. Может быть устранено в процессе пусконаладочного *регулирования системы отопления*. Вертикал. Р.с.о. возникает под неравномерным воздействием гравитац. сил на распределение теплоносителя по обслуживаемым отопит. приборам (помещениям); оно различно в разных системах отопления в зависимости от их конструкции и высоты. Последствия Р.с. устраняются при автоматич. регулировании теплового режима помещений. При отсутствии автоматич. регулирования Р.с.о. можно смягчить путем направленного выбора расчетных условий для теплового и гидравлического расчетов системы отопления.

РАКОВИНА — сан.-технич. прибор, устанавливаемый в хоз.-бытовых и лабораторных помещениях зданий для приема

и отвода сточных вод при пользовании водоразборными кранами и лабораторной арматурой. Состоит из чугунной, стальной эмалированной, керамической или пластмассовой чаши, выпуска, сифона, присоединенного к *канализационной сети*, и элементов крепления. Пользуются Р. под проточной струей из водозаборной арматуры.

РАСХОД ВОДЫ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ ЗАКРЫТЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ — расход, определяемый тепловой нагрузкой, графиком регулирования темп-р *теплоносителя*, способом регулирования подачи воды на отопление и схемой присоединения *теплообменных аппаратов* горячего водоснабжения. Закрытые системы циркуляц. и у них в подающем и обратном *трубопроводах* протекает одинаковое кол-во теплоносителя. Следовательно, для всех потребителей справедливо ур-ние $G = -Q / [C(\tau_n - \tau_b)]$, где G — расход воды, кг/с; Q — тепловая нагрузка потребителя теплоты, Вт; C — уд. теплоемкость воды, Дж/(кг⁰С); τ_n — темп-ра воды в подающей линии, °С; τ_b — темп-ра воды, возвращаемой потребителем в тепловую сеть, °С.

Для *систем отопления* в большинстве случаев принимают качеств. регулирование по отопит. графику темп-р, при к-ром расход воды на отопление в течение всего отопит. сезона поддерживается постоянным. В этом случае расход определяют для расчетных условий, соответствующих расчетной наружной темп-ре, т.е. $Q = Q^p$, $\tau_n = \tau_1^p$, $\tau_b = \tau_2^p$. Отопит. график темп-р поддерживают в источнике теплоты. Это значит, что из него поступает горячая вода по подающей линии с темп-рой τ_1 . Возвращаемая в него обратная вода будет иметь темп-ру τ_2 только после систем



Раковина стальная эмалированная

1 — чаша; 2 — отверстие для установки выпуска и сифона; 3 — спинка; 4 — отверстие для установки водогазопроводного крана

отопления, для к-рых рассчитан график. Вода, выходящая из присоедин. к *тепловой сети* подогревателей горячего водоснабжения, имеет темп-ру, отличную от t_2 и зависящую от схемы присоединения водоподогревателей. Так, при паралл. схеме присоединения подогревателя горячего водоснабжения расчетное значение темп-ры греющего теплоносителя на выходе из него принимают равным $20-30^\circ\text{C}$. Расчетному режиму соответствует точка излома графика темп-р, поэтому $t_{г1} = 70$, $t_{г2} = 20...30^\circ\text{C}$. При двухступенчатой схеме присоединения водоподогревателей расход воды на горячее водоснабжение определяется ее расходом через водоподогреватель II ступени, а темп-ра теплоносителя, выходящего из него, принимается равной t_2 . Т.о. расходы сетевой воды для горячего водоснабжения определяют по др. перепаду темп-р, не соответствующему отопит. графику. Такие режимы возможны при несвяз. регулировании, когда у потребителей систем отопления установлены регуляторы постоянства расхода и качеств. регулирование осуществляется только для систем отопления. Водоподогреватели горячего водоснабжения отбирают из тепловой сети необходимое кол-во теплоносителя автоматически с помощью регуляторов темп-ры независимо от расхода воды на отопление. Поэтому в тепловых сетях *закрытых систем теплоснабжения* осуществляется качественно-количеств. регулирование, несмотря на поддержание отопит. графика на источнике теплоты.

При несвяз. регулировании за расчетный расход принимают отопит., определ. с учетом нагрузки на вентиляцию, плюс макс. расход на горячее водоснабжение. Если у потребителей установлены баки-аккумуляторы (что бывает редко), то тепловые сети рассчитывают на средний расход на горячее водоснабжение. При

определении макс. расхода теплоты на горячее водоснабжение учитывают, что с увеличением числа присоедин. к тепловой сети потребителей коэфф. неравномерности уменьшается за счет уплотнения графика потребления. Поэтому макс. расход в тепловых магистралях будет меньше суммы макс. расходов в ответвлениях. При связанном регулировании на вводах в *центральные или индивидуальные тепловые пункты* устанавливают регуляторы постоянства расхода, к-рые ограничивают и поддерживают пост. суммарный расход воды на отопление и горячее водоснабжение. Этот расход сбалансирован, но изменение расхода теплоты на горячее водоснабжение покрывается за счет изменения подачи ее на отопление. Система отопления по существу превращается в систему периодич. действия. Регуляторы расхода, ограничивая его у потребителей, определяют и суммарный расход в тепловых сетях. При этом у источника теплоты поддерживают пост. расход, что обеспечивает возможность качеств. регулирования. При связ. регулировании за расчетный расход в тепловых сетях принимают расход на отопление и вентиляцию, определ. по отопит. графику. На этот расход и рассчитывают диаметры тепловой сети. Но для обеспечения всех потребителей необходимым кол-вом теплоты на ее источнике поддерживают график регулирования темп-р по совмещ. нагрузке отопления и горячего водоснабжения (повыш. график).

РАСХОД ВОДЫ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ — расход, определяемый *тепловой нагрузкой*, графиком регулирования темп-р и способом регулирования подачи *теплоты* на отопление. У этих систем расчетный расход по подающей линии складывается из расхода на отопление и отбора воды из подающей линии на горячее водоснабжение. Расход по обратной *теплопроводу* не равен расходу по подающему, поэтому системы являются прямооточными.

Системы отопления и вентиляционные системы являются теми потребителями теплоты, через к-рые циркулирует сетевая вода. Расход последней, кг/с, определяют по выражению $G = Q / [C(t_1 - t_2)]$, где Q — расход теплоты на отопление и вентиляцию, Вт; C — уд. теплоемкость воды, Дж/(кг $^\circ\text{C}$); t_1 и t_2 — темп-ры воды в подающей и обратной линиях по отопит. графику, $^\circ\text{C}$.

Отопит. график поддерживают в источнике теплоты при несвяз. регулировании подачи теплоты на отопление и горячее водоснабжение, а перед системами отопления устанавливают

регуляторы постоянства расхода. Если осуществляют связанное регулирование, то поддерживают скорректиров. график.

Потребители горячего водоснабжения составляют группу, для к-рой *системы теплоснабжения* являются прямооточными, т.к. *теплоноситель*, приготовл. в источнике теплоты, движется по тепловым сетям, не возвращаясь обратно в источник. Средние расходы воды, отбираемой из тепловых сетей, зависят от темп-ры теплоносителя в подающей линии. Весь водозабор из подающей линии осуществляется при темп-ре точки излома, из обратной — при $t_2 \geq 65^\circ$ (см. *Графики температур и расходов воды в открытых системах теплоснабжения*). В среднем диапазоне темп-р доли отбираемой воды из подающего и обратного трубопроводов определяются заданной темп-рой смеш. воды. Следовательно, макс. расход в подающей линии тепловой сети будет равен расчетному на отопление и вентиляцию плюс полный водозабор, а макс. расход в обратной линии — расчетному расходу на отопление и вентиляцию.

При несвяз. регулировании расчетный водозабор будет равен среднему расходу — при наличии баков-аккумуляторов; при отсутствии последних тепловые сети рассчитывают на макс. расход. При связанном регулировании расчетный расход в тепловых сетях равен расчетному на отопление и вентиляцию, т.к. расход теплоты на горячее водоснабжение компенсируется повышением темп-ры воды, подаваемой из источника теплоты, а неравномерность потребления горячей воды сглаживается теплоаккумулирующей способностью зданий.

РАСХОД ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ — массовое кол-во теплоносителя (кг/с), предназначен. для подачи необходимого кол-ва теплоты в обогреваемые помещения. Р.т.с.о. определяется как частное от деления расчетной теплотребности (Вт) помещения (помещений) на теплоотдачу 1 кг теплоносителя для целой отопительной (Дж/кг). Р.т.с.о. в течение *отопительного сезона* в вертикал. системах *центрального отопления* изменяется в связи с их регулированием, особенно при гравит. циркуляции теплоносителя. В практич. расчетах принято измерять Р.т.с.о. в кг/ч.

РАСХОД ТЕПЛОТЫ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ — это расходы потребителями *теплоты*, по к-рым рассчитывают мощность и пропускную способность *систем теплоснабжения*. Макс. (расчетные) и текущие расходы теплоты определяют с помощью укрупн. показателей. В зависимости от поставл. задачи используют показатели с разной степенью укрупнения. Средние уд. расходы

теплоты, отнесенные к 1 чел. или к единице площади застройки, позволяют решить осн. вопросы при технико-экономич. проработке теплоснабжения р-на, поселка или города.

При проектировании магистр. тепловых сетей и подборе осн. оборудования используют укрупнен. показатели по отд. р-нам застройки, при проектировании квартальных сетей — данные проектов зданий, для существующих зданий — данные инвентаризации. Расход теплоты, Вт, на отопление жилых и обществ. зданий определяют по ф-ле $Q_{об}^{жк} = q_0 A (1 + K_1)$, где q_0 — макс. расход теплоты, Вт/м², на отопление жилых зданий, отнесенный к 1 м² общей площади; A — общая площадь жилых зданий, м²; K_1 — коэфф., учитывающий расход теплоты на отопление обществ. зданий (~0,25).

Расчетный расход теплоты, Вт, на вентиляцию обществ. зданий рассчитывают по выражению $Q_{в}^{об} = K_1 K_2 q_0 A$, где K_2 — коэфф., учитывающий расход теплоты на вентиляцию обществ. зданий как долю расхода теплоты на отопление (0,4—0,6).

Средний зимний расход теплоты, Вт, на горячее водоснабжение в жилых и обществ. зданиях вычисляют по ф-ле $Q_{гв}^{жк} = 1,2m(a+b)(55-t_x)/(24 \cdot 3600) \times 4187$, где a — норма расхода воды, л/сут, на горячее водоснабжение при темп-ре 55°С, средняя за отопит. период на 1 чел.; изменяется в зависимости от степени комфортности оборудования здания; b — норма расхода воды на горячее водоснабжение в обществ. зданиях, принимаемая равной 25 л/сут на 1 чел.; m — кол-во людей; t_x — темп-ра холодной воды (5°С); 4187 — уд. теплоемкость воды, Дж/(кг·°С).

Средний летний расход определяют пересчетом с учетом изменения темп-ры водопроводной воды $Q_{гв}^{жк} = Q_{гв}^{об} (55 - t_{хл}) / (55 - t_x) \beta_t$, где $t_{хл}$ — летняя темп-ра холодной воды, принимаемая равной 15°С; β_t — коэфф., учитывающий изменение расхода горячей воды летом по сравнению с ее расходом в отопит. период, принимаемый для жилых и обществ. зданий равным 0,8 (для курортных и южных городов — 1,5).

Макс. расход теплоты на горячее водоснабжение определяется макс. коэфф. неравномерности потребления воды, равным 2,2—2,4. По приведен. выше ф-лам укрупненно определяют мощность систем теплоснабжения городов и поселков и рассчитывают магистр. тепловые сети. При наличии более подробной информации о застройке жилых массивов для расчетов используют уд. отопительные хар-ки зданий.

Расчетный расход теплоты, Вт, на отопление и вентиляцию (инфильтрацию) жилых зданий

рассчитывают по ф-ле $Q_{об}^{жк} = 1,1(q_{н.о} + q_v) V_n (t_{н.о}^p - t_{н.о}) - q_{т.в} F_{ж}$, где $q_{н.о}$ — уд. отопит. хар-ка здания, Вт/(м³·°С); q_v — уд. вентиляц. хар-ка жилых зданий, равная 0,15 Вт/(м³·°С); V_n — объем здания по наружному обмеру, м³; $t_{н.о}^p$ и $t_{н.о}$ — расчетные темп-ры внутр. и наружного воздуха; $q_{т.в}$ — уд. внутр. тепловыделение в помещениях, принимаемое равным 21 Вт на 1 м² жилой площади; 1,1 — коэфф., учитывающий дополнит. потери теплоты в системе отопления; $F_{ж}$ — жилая площадь здания, м².

Расходы теплоты при нерасчетных темп-рах наружного воздуха уменьшаются. Теплотери через наружные ограждения и расход теплоты на нагрев инфильтрац. воздуха пропорциональны разности темп-р: $Q_{н.о.в} = -Q_{н.о.в}^0 / Q_{н.о.в}^0 = (t_{н.о}^p - t_{н.о}) / (t_{н.о}^p - t_{н.о}^0)$, где $Q_{н.о.в}$ — относит. расход теплоты; $t_{н.о}$ — наружная (текущая) темп-ра. Из этого соотношения видно, что относит. расход теплоты $Q_{н.о.в}$ линейно связан с темп-рой наружного воздуха.

К внутр. тепловыделению $Q_{т.в} = q_{т.в} F_{ж}$, Вт, относятся тепловыделения от людей, находящихся в помещениях, осветит., бытовых электр. и газовых приборов. Они практически не зависят от наружной темп-ры.

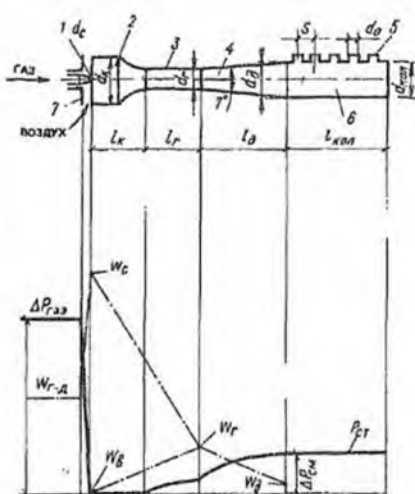
Расчетный расход теплоты, Вт, на отопление обществ. зданий определяют по выражению $Q_{от}^{об} = 1,1 q_{от} V_n (t_{н.о}^p - t_{н.о}) \times (1 + \mu \beta_t)$, где $q_{от}$ — уд. отопит. хар-ка обществ. зданий; V_n — наружный объем, изменяемый от 12 до 24 м³ на 1 чел.; μ — коэфф., учитывающий расход теплоты на подогрев инфильтрац. воздуха, к-рый при отсутствии приточной вентиляции принимается равным 0,1—0,2; в зданиях с приточной вентиляцией $\mu = 0$; β_t — темп-рный коэфф., учитывающий отклонение расчетной наружной темп-ры от -30°С.

Расчетный расход теплоты на подогрев приточного воздуха находят по ф-ле $Q_{в}^{об} = q_v V_n (t_{н.о}^p - t_{н.о})$, где q_v — уд. вентиляц. хар-ка обществ. здания.

Относит. расходы теплоты на отопление и вентиляцию обществ. зданий пропорциональны разности темп-р и линейно зависят от темп-ры наружного воздуха, т.е. $Q_{об} = Q_{об}^0 / Q_{об}^0 = (t_{н.о}^p - t_{н.о}) / (t_{н.о}^p - t_{н.о}^0)$.

РАСХОДНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ АЭРОСМЕСИ — концентрация твердых частиц в потоке воздуха, подсчитанная путем деления массы транспортируемого материала на массу воздуха, прошедших через систему пневматического транспорта за единицу времени.

РАСЧЕТ ГАЗОВОЙ ГОРЕЛКИ — инж. метод определения ее размеров исходя из обеспечения горелкой требуемого



Расчетная схема атмосферной эжекционной горелки

1 — газовое сопло; 2 — камера смешения (конфузор); 3 — горловина эжектора; 4 — диффузор; 5 — ответные каналы; 6 — распределительный коллектор; 7 — регулирующая заслонка поступления первичного воздуха

технологич. режима работы. Такой расчет наз. конструктивным. Расчет параметров работы горелки заданной конструкции наз. эксплуатационным. Расчеты эжекционных горелок различаются в зависимости от давления газа. Конструктивный расчет горелок атмосферного низкого давления заключается в определении размеров сопла, площади сечений проточной части эжектора и размеров головки. Горелку рассчитывают на заданное давление газа: сначала головку горелки, затем эжект. смеситель. При расчете головки задаются такой скоростью выходя газовой смеси из ее отверстий, чтобы во всем диапазоне регулирования тепловой мощности обеспечить стабильную работу горелки. Величина зоны устойчивого горения зависит от состава газа, коэфф. первичного воздуха α' и диаметра отверстия d_0 . Суммарная площадь выходных отверстий $F_0 = Q(1 + \alpha' V_0) / w_0$, где Q — произ-сть горелки, V_0 — объем теоретически необходимого воздуха для горения газа. Давление газовой смеси $\Delta P_{см}$, к-рое необходимо для преодоления аэродинамич. сопротивления при истечении из отверстий, определяют по ур-нию $\Delta P_{см} = K_1 (w_0^2 / 2) \rho_{см}$, где K_1 — коэфф. сопротивления головки горелки, равный 2,7—2,9; $\rho_{см}$ — плотность газовой смеси.

Диаметр отверстий d_0 атм. горелок выбирают в пределах 3—6 мм. Отверстия располагают в 1 или 2 ряда, в последнем случае в шахматном порядке, расстояние между рядами принимают в 2—2,5 раза

Q/F — тепловое напряжение поперечного сечения выходного канала, принимаемое в диапазоне 35—40 МВт/м².

Отверстия для выхода газа из коллектора рассчитывают из условия желаемого распределения газовых струй в воздушном потоке. Газовые струи должны располагаться в зоне макс. скоростей воздушного потока с зазорами, не пересекаясь, не сливаясь. Отверстия в газовом коллекторе располагают в один или два ряда. Диаметр отверстий первого ряда по направлению движения воздуха больше диаметра отверстий второго ряда. Диаметр струй $D_{стр}$, принявших направление движения потока воздуха, равен $0,75h$, где h — расстояние от плоскости выходного отверстия до оси струи. Макс. шаг газовых отверстий в ряду принимают больше $D_{стр}$. Число отверстий и их размеры рассчитывают в след. порядке. Вначале рассчитывают большие отверстия, принимая, что через отверстия большого диаметра подают 70% общего расхода газа. После определения диаметра больших отверстий рассчитывают скорость w_r и суммарную площадь больших отверстий. Диаметр газового коллектора определяют по скорости газа, равной 15—20 м/с. Необходимое давление газа находят по ф-ле $\Delta P_{газ} = [1/(\epsilon_p \mu_{г.о}^2)] (w_r^2 r_{газ}^2)$, где $\mu_{г.о}$ — коэфф. расхода газовых отверстий.

РАСЧЕТ ПЕРЕМЕННЫХ РЕЖИМОВ ВОДОПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ — определение параметров теплоносителей и тепловых потоков при нерасчетных режимах работы. Предполагается, что известны площадь поверхности нагрева подогревателя, расход теплоты и параметры теплоносителей; необходимо рассчитать новые параметры теплоносителей и расход теплоты при др. нерасчетном режиме, т.е. пересчитать режим теплообменного аппарата. Для этого удобно пользоваться безразмерными параметрами θ , ϵ и ω , к-рые определяют для греющего и нагреваемого теплоносителей: $\theta_r = W_r/W_x$; $\theta_x = W_x/W_r$; $\theta_r \theta_x = 1$; $\epsilon_r = -\Delta t_r / \Delta t_{max}$; $\epsilon_x = \Delta t_x / \Delta t_{max}$; $\epsilon_r \epsilon_x = -\Delta t_r / \Delta t_x$; $\omega_r = KF/W_r$; $\omega_x = KF/W_x$; $\omega_r / \omega_x = W_x/W_r$, где $W = GC$ — тепловой эквивалент расхода теплоносителя, Вт/°C [здесь G — расход теплоносителя, кг/с; C — уд. теплоемкость, Дж/(кг·°C)]; ϵ_r — степень охлаждения греющего теплоносителя; Δt_r — разность темп-р; ϵ_x — степень нагрева холодного теплоносителя; Δt_x — разность темп-р; Δt_{max} — макс. разность темп-р между греющим и нагреваемым теплоносителями (разность входных темп-р); ω — безразмерная хар-ка теплообменника.

Для теплообменника с известными площадью поверхности нагрева и др. конструктивными хар-ками существует три ур-

нения: баланса теплоты для греющего и нагреваемого теплоносителей и *теплопередачи*. Число параметров, полностью характеризующих режим водоподогревателя, включает четыре темп-ры и два расхода греющего и нагреваемого теплоносителей, а также расход передаваемого тепла (при паровом обогреве одна темп-ра выпадает). Следовательно, при пересчете теплообменника четыре параметра должны быть заданы, а три определены из ур-ний. Ур-ние теплопередачи включает трансцендентную функцию (логарифмотношения темп-р) и явно не решается. Решение получают, используя безразмерные параметры: $\epsilon = (e^{\omega(1-\theta)} - 1) / (e^{\omega(1-\theta)} - \theta)$.

Такое ур-ние можно написать для греющего и нагреваемого теплоносителей. В зависимости от постановки задачи используют разные комбинации приведенных соотношений. Выражения для ϵ через темп-ры отражают ур-ния балансов теплоты; через ω и θ описывают теплопередачу в водоподогревателе. При любой постановке задачи можно использовать не более трех ур-ний, остальные будут удовлетворены тождественно.

Частой задачей при расчете тепловых схем *тепловых пунктов* систем теплоснабжения является пересчет теплообменника при изменении расхода теплоносителя. Расчетные значения безразмерных параметров θ , ϵ и ω известны. Пересчет их на новый режим производят по следующим соотношениям: $\frac{\theta_r}{\theta_x} = \frac{W_r}{W_x}$; $\theta_x = 1/\theta_r$; $\omega_r = \omega_x (K/W)$; $\omega_x = \omega_r \theta_r$, где $\bar{W} = W/W^p$ — отношение нового эквивалента расхода к расчетному; K — отношение нового коэфф. теплопередачи к расчетному (если изменение коэфф. теплопередачи не учитывают, то $K=1$).

По получ. значениям θ и ω по ф-ле рассчитывают ϵ . Входные темп-ры теплоносителей известны, поэтому, зная ϵ , определяют выходные темп-ры. Расход теплоты для водонагревателя вычисляют по балансу для любого теплоносителя: $Q = W \Delta t$.

РАСЧЕТНОЕ ЦИРКУЛЯЦИОННОЕ ДАВЛЕНИЕ — общее (насосное и естеств.) давление циркуляционное, к-рое выбирается для обеспечения расчетного гидравлич. режима в *системе отопления*. Р.ц.д. выражает располагаемую разность давлений, к-рую в расчетных условиях можно израсходовать на преодоление сопротивления движению *теплоносителя* в системе отопления, т.е. при ее гидравлич. расчете. Применительно к системе *водяного отопления* разность давлений, создаваемая насосом (насосное циркуляц. давление), постоянно; естеств. разность давлений (естеств. циркуляц. давление) переменна — подвержена не-

прерывному изменению в течение *отопительного сезона* вследствие возрастания или уменьшения плотности воды в разл. частях системы. Поэтому, общее (суммарное) давление циркуляц. также перемененно. Взаимодействие пост. насосного и перем. естеств. давлений циркуляц. вызывает отклонение от расчетного гидравлич. режима системы отопления, что отражается на кол-ве поступившей в *отопительные приборы* нагретой воды и в итоге вызывает несоответствие теплоотдачи отопит. приборов *теплопотерям помещений*, т.е. *разрегулирование системы отопления*. Это взаимодействие различно в разных по конструкции системах водяного отопления, к-рые можно разделить на 2 группы: 1 — вертика. однотрубные и бифилярные системы и 2 — горизонт. однотрубные, бифилярные и двухтрубные системы. Для вертика. однотрубных и бифилярных насосных систем Р.ц.д. определяется как сумма давления, создаваемого *циркуляционным насосом* или передаваемого в систему отопления через *смесительную установку* (ΔP_H), и естеств. циркуляц. давления (ΔP_e), возникающего при высшей (расчетной) темп-ре греющей воды в той или иной системе, т.е. $\Delta P_p = \Delta P_H + \Delta P_e$.

Для насосных систем отопления второй группы Р.ц.д. находится путем сложения насосного давления (ΔP_H) с уменьшенным на 60% естеств. давлением ($0,4 \Delta P_e$): $\Delta P_p = \Delta P_H + 0,4 \Delta P_e$. Этим самым расчетный гидравлич. режим в системах второй группы относится к средней темп-ре отопит. сезона — периоду времени наиболее длит. стояния одной и той же темп-ры наружного воздуха и теплоносителя в системе отопления. Выбор разных периодов отопит. сезона для определения Р.ц.д., а следовательно, для гидравлич. расчета двух разл. групп систем насосного водяного отопления, делается с целью поддерживать при их эксплуатации возможно дольше необходимую *теплоотдачу* отопит. приборов, т.е. способствовать *тепловой устойчивости систем отопления*. Р.ц.д. для любого вида систем отопления с естеств. циркуляцией теплоносителя находят как циркуляц. давление, возникающее вследствие охлаждения нагретого теплоносителя в *теплопроводах* и отопит. приборах при темп-ре наружного воздуха, принятой для проектирования отопления зданий и сооружений в данной местности.

РАСЧЕТНЫЙ ДЕБИТ (РАСХОД) ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ — расход *геотермальной воды*, равный суммарному макс. дебиту эксплуат. скважин *термоводозабора*, соответствующий утвержд. режиму его эксплуатации.