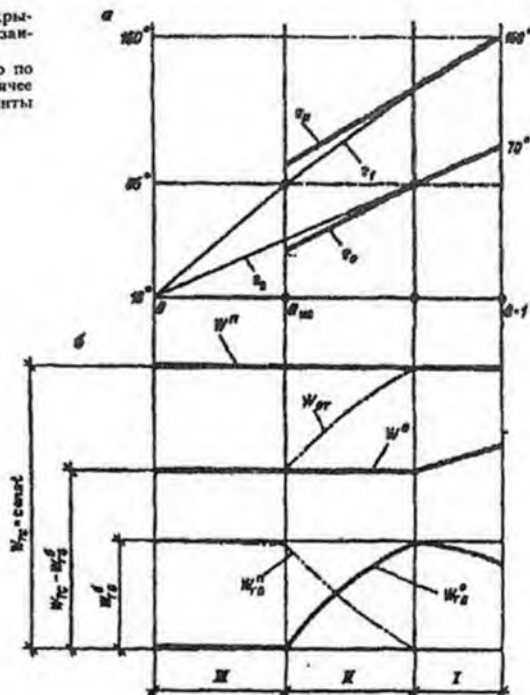


Режим потоков теплоносителя в открытой системе теплоснабжения со связанным регулированием
 а — график регулирования температур по совместной нагрузке на отопление и горячее водоснабжение; б — тепловые эквиваленты расходов теплоносителя



превращается в простую циркуляц. систему. Расход воды в подающей линии равен расходу на отопление плюс теплоноситель, отобранный из подающей линии на горячее водоснабжение, т.е. $W_{\Sigma}^{\Sigma} = W_{\Sigma}^{\Sigma} + W_{\Sigma}^{\Sigma}$. Расход в обратной линии равен расходу на отопление минус теплоноситель, отобранный из обратной линии на горячее водоснабжение: $W_{\Sigma}^{\Sigma} = W_{\Sigma}^{\Sigma} + W_{\Sigma}^{\Sigma}$. В третьем периоде вся вода отбирается только из подающей линии, в к-рой поддерживается $t_1 = 65^{\circ}\text{C}$, $a = 1$. Точка излома определяется из ур-ния графика темп-р, считая $t_1 = 65^{\circ}\text{C}$:

$$t_1 = t_{\text{вн}} = \Delta t_{\text{вн}} \bar{Q}_{\text{вн}}^{0.76} - 0.5 \Delta T_{\text{вн}} \bar{Q}_{\text{вн}} + \Delta T_{\text{вн}} \bar{Q}_{\text{вн}}$$

Второй период начинается от нагрузки $Q_{\text{вн}}$ и простирается до нагрузки $Q_{\text{п}}$, соответствующей $t_2 = 65^{\circ}\text{C}$, т.е. $t_2 = t_{\text{вн}} + \Delta t_{\text{вн}} \bar{Q}_{\text{вн}}^{0.76} - 0.5 \Delta T_{\text{вн}} \bar{Q}_{\text{п}}$. Количество отобранной горячей воды из подающей и обратной линий определяют из ур-ний: $W_{\Sigma}^{\Sigma} = W_{\Sigma}^{\Sigma} + W_{\Sigma}^{\Sigma}$; $W_{\Sigma}^{\Sigma} = t_1 - W_{\Sigma}^{\Sigma} \tau_1 + W_{\Sigma}^{\Sigma} \tau_2 = a W_{\Sigma}^{\Sigma} \tau_1 + (1+a) W_{\Sigma}^{\Sigma} \tau_2$. Отсюда $a = (t_1 - t_2) / (t_1 - t_2)$. Темп-ры t_1 и t_2 известны из отопит. графика темп-р.

При связанном регулировании подачи теплоносителя для отопления и горячего водоснабжения тепловые сети рассчитывают на средний расход воды для горячего водоснабжения. Пиковые нагрузки покрываются

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

В первом диапазоне темп-р, когда $t_2 \geq t_1$, весь отбор воды на горячее водоснабжение осуществляется из обратной линии. По подающей линии идет отопит. расход, и в повышении темп-ры поступающей воды нет надобности. Здесь сохраняется обычный отопительно-бытовой график темп-р. Во втором диапазоне темп-р вода отбирается из подающей линии, в результате чего в систему отопления идет расход, меньший расчетного. Для компенсации расхода необходимо поднять темп-ру теплоносителя. Следовательно, задача расчета графика регулирования темп-р по совмещ. нагрузке формулируется так: теплоноситель в систему отопления поступает в кол-ве $W_{\text{от}}$ и с темп-рой $t_{\text{п}}$, причем

$t_{\text{п}} > t_1$, а $W_{\text{от}} < W_{\Sigma}^{\Sigma}$. На горячее водоснабжение отбирается теплоноситель из подающей и обратной линий в кол-ве, соответствующем балансовому режиму. Необходимо определить темп-ры $t_{\text{п}}$ и $t_{\text{о}}$ для всех нагрузок $Q_{\text{от}}$, соответствующих второму диапазону. Следовательно, первое условие — это пост. расход теплоносителя на теплов. пункт:

$$W_{\text{п}} = a W_{\Sigma}^{\Sigma} + W_{\text{от}} = W_{\Sigma}^{\Sigma} = \text{const} \text{ или } a \mu \delta + \bar{W}_{\text{от}} = 1, \text{ где } \mu \delta = W_{\Sigma}^{\Sigma} / W_{\Sigma}^{\Sigma} = G_{\Sigma}^{\Sigma} / G_{\Sigma}^{\Sigma} - \text{относит. расход теплоносителя на горячее водоснабжение. Второе условие — обеспечение теплотой систем отопления и горячего водоснабжения: } Q_{\text{от}} = W_{\Sigma}^{\Sigma} (t_1 - t_2) = W_{\text{от}} (t_{\text{п}} - t_{\text{о}}) \text{ или } t_{\text{п}} - t_{\text{о}} = (t_1 - t_2) / \bar{W}_{\text{от}}. \text{ Но т.к. } \bar{Q}_{\text{от}} = (t_1 - t_2) / \Delta t_{\text{вн}}, \text{ то } t_{\text{п}} - t_{\text{о}} = \Delta t_{\text{вн}} (\bar{Q}_{\text{от}} / \bar{W}_{\text{от}}). \text{ } Q_{\text{гр}} = W_{\Sigma}^{\Sigma} t_{\text{г}} = W_{\Sigma}^{\Sigma} t_{\text{п}} + W_{\Sigma}^{\Sigma} t_{\text{о}}, \alpha = (t_{\text{г}} - t_{\text{о}}) / (t_{\text{п}} - t_{\text{о}}).$$

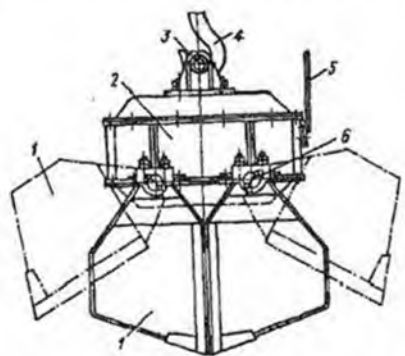
В ур-ниях неизвестными являются: a , $t_{\text{п}}$, $t_{\text{о}}$ и $W_{\text{от}}$. Замыкает систему ур-ние теплопередачи для отопительных приборов, кот-рые получают с использованием зависимости из отопит. графика темп-р: $t_{\text{о}} = t_{\text{вн}} + \Delta t_{\text{вн}} \bar{Q}_{\text{от}}^{0.76} - 0.5 \Delta T_{\text{вн}} (\bar{Q}_{\text{от}} / \bar{W}_{\text{от}})$.

В случае элеваторного присоединения расходы теплоносителя на отопление $W_{\text{от}}$ до и после элеватора равны. Получ. система ур-ний решает задачу построения повыш.скорректиров. графика темп-р для открытой системы теплоснабжения с регулятором постоянства расхода на абонентском вводе. При этом $(A W_{\text{от}} + B) \mu \delta + \bar{W}_{\text{от}} = 1$, где $A = (t_{\text{г}} - t_{\text{вн}} - \Delta t_{\text{вн}} \bar{Q}_{\text{от}}^{0.76}) / (\Delta t_{\text{вн}} \bar{Q}_{\text{от}})$, $B = (0.5 \Delta T_{\text{вн}}) / (\Delta t_{\text{вн}})$. Для всех значений $\bar{Q}_{\text{от}}$ во втором диапазоне темп-р определяют $W_{\text{от}}$ и далее рассчитывают все неизвестные. На схеме показан график регулирования темп-р по совмещ. нагрузке, где $t_{\text{п}}$ и $t_{\text{о}}$ — темп-ры теплоносителя в подающей и обратной линиях. Там же показаны режимы отбора воды и расходы в этих линиях.

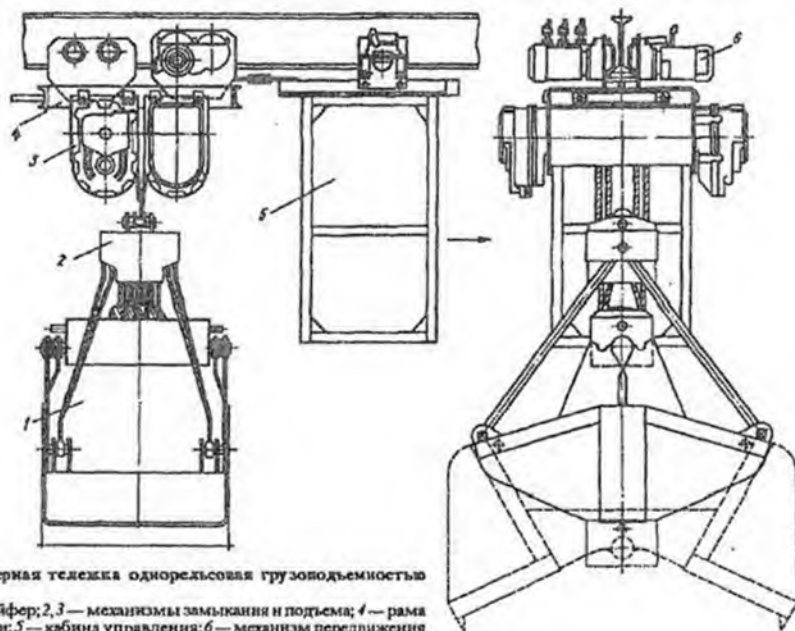
Часто применяют открытую систему теплоснабжения без регуляторов расхода. При такой схеме гидравлич. режим определяется режимом отбора воды для горячего водоснабжения. Если на источнике теплоты выдерживать отопит. график темп-р, норм. работу систем отопления обеспечить нельзя, т.к. в осенне-весенний период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

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

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



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

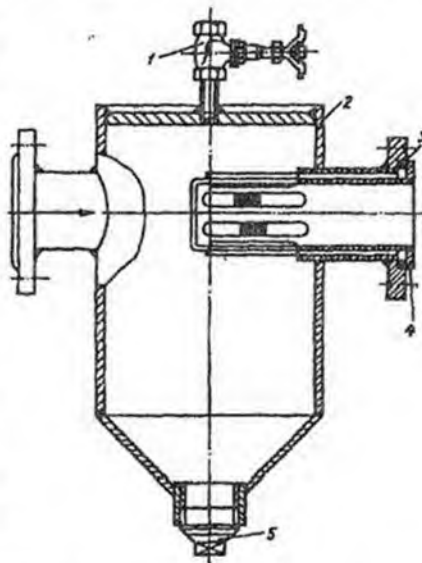


Грейферная тележка однорельсовая грузоподъемностью 3 т
1 — грейфер; 2, 3 — механизмы замыкания и подъема; 4 — рама тележки; 5 — кабина управления; 6 — механизм передвижения

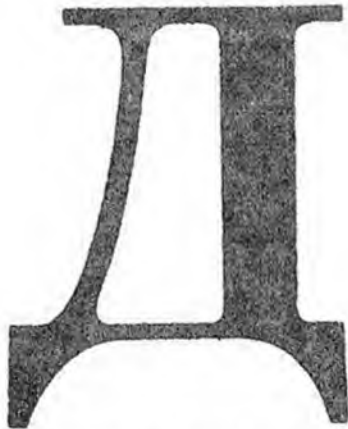
ГРОХОТ — устройство для механич. сортировки сыпучих материалов по крупности частиц (кусков). Применяется для разделения на фракции угля, щебня и т.д., а также для обезвоживания материалов (оборач, углей и т.д.). Г. подразделяют на неподвижные — устройства и подвижные — машины. Неподвижные Г. (колосниковые,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

ГРЯЗЕВИК — устройство для осаждения грязи и постор. включений, к-рые несет с собой поток теплоносителя. Земля и песок попадают в трубопроводы при ремонтах, окалина и отложения находятся в трубах Г. устанавливают в тепловых пунктах на подающих трубах для защиты систем отопления, калориферов вентиляции и теплообменных аппаратов горячего водоснабжения от засорения, а также перед водомерами на обратных трубах. Г. для тепловых пунктов, к-рый характеризуется небольшим гидравлич. сопротивлением, изго-

товлен из стальных труб. Диаметр корпуса в 3 раза больше диаметра входного патрубка, в результате чего при входе в Г. скорость воды резко снижается, что способствует оседанию частиц. В выходном патрубке размещен съемный фильтр, представляющий собой кусок трубы с фланцем, имеющей прорези, затянутые сеткой из латуны проволоки. В верхней части Г. имеет кран для выпуска воздуха, а в нижней — пробку для спуска грязи. Рассчитан на давление 1,6 МПа.



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



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

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

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

и на разность плотности охлажд. и нагретой воды: $\Delta p_0 = gh(\rho_0 - \rho_1)$.

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

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

вые — незатопляемые при средних и высоких уровнях воды в реке. Полузапруды подразделяют на короткие и длинные. Короткие наз. шпорами при $l \leq (0,25 - 0,33)B$, где B — ширина устойчивого русла реки. Для возведения дамб используют те же стрит. материалы, что и для возведения плотины. В зависимости от назначения и конструкции применяют разл. способы стрит. работ: возведение дамб насухо, гидронамыв и комбинированные.

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

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

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

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

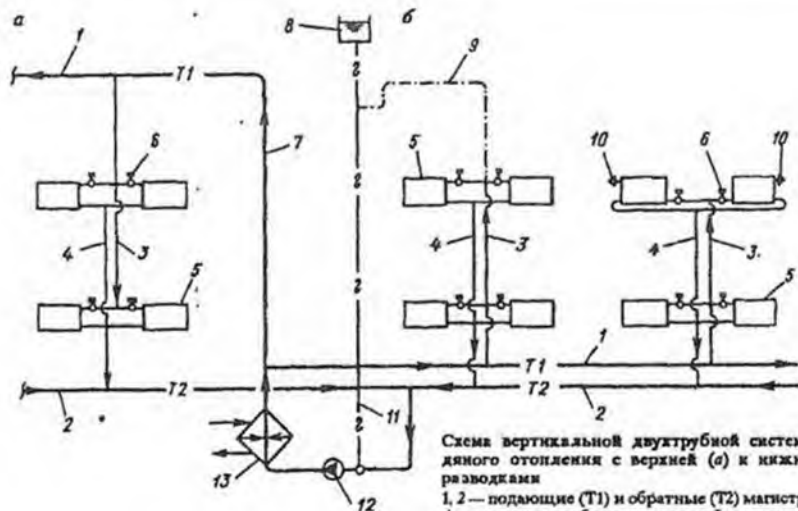
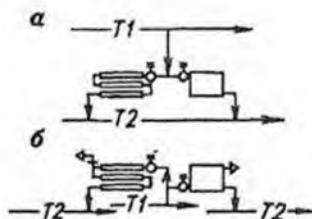


Схема вертикальной двухтрубной системы водяного отопления с верхней (а) и нижней (б) разводками
1, 2 — подающие (Т1) и обратные (Т2) магистрали; 3, 4 — подающие и обратные стояки; 5 — отопительные приборы; 6 — краны КРД; 7 — главный стояк; 8 — расширительный бак; 9 — воздушная линия; 10 — воздушные краны; 11 — соединительная труба расширительного бака; 12 — циркуляционный насос; 13 — теплообменник



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

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

Д.с. водяного отопления применяется сравнительно редко. Система с верхней разводкой используется при естеств. циркуляции воды (гравитационная система), особенно при квартирном отоплении, а также для отопления ж.-д. вагонов. При насосной циркуляции воды эта система сооружалась преимущественно в малоэтажных (2—3 этажа) зданиях во избежание значит. вертикал. теплового разре-

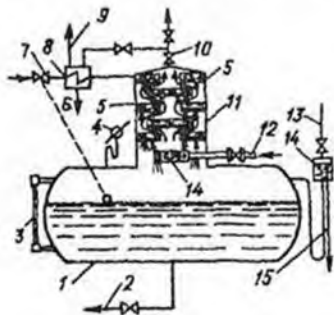
гулирования системы отопления. Система с нижней разводкой применяется чаще, особенно при числе этажей более 2—3 и в зданиях, состоящих из разноэтажных частей. При этом исходят из ее преимуществ — меньшего расхода труб и большей вертикал. гидравлич. и тепловой устойчивости по сравнению с системой, выполненной с верхней разводкой. Воздушные трубы для централиз. удаления воздуха монтируются только в спец. обсл. случаях, учитывая увеличение при этом расхода труб. Как правило, система имеет воздушные краны в верхних точках стояков. На схеме изображена распространен. т.н. столбовая схема прокладки стояков, при к-рой подводки к отопительным приборам присоединяются односторонне. Подающие и обратные стояки при этом прокладываются рядом (подающие всегда справа при взгляде из помещения). При столбовой схеме возможны независимое регулирование и отключение для ремонта обсл. парных стояков. Существует также цепочечная схема прокладки стояков, когда они располагаются разобщенно (по одному между приборами), а подводки присоединяются к приборам с разных сторон. При разностор., особенно диагональном, присоединении труб к радиаторам отопительным эти приборы лучше прогреваются, исключаются также скобы на стояках для отгибания горизонт. подводок.

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

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

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

воды паром постоянного давления 0,6—0,8 МПа. Эти Д. являются одновременно регенеративными подогревателями смешивающего типа. Д. струйного типа состоит из бака и деаэрац. колонки, в которой установлены тарелки. Греющий пар подается в нижнюю часть колонки через горизонт. коллектор — парораспределитель с отверстиями. Выделяемые из воды газы вместе с небольшой неконденсиров. частью пара (выпаром) поднимаются и в виде паровоздушной смеси удаляются из колонки через центр. штуцер в верхней ее части. Деаэрация воды обеспечивается ее нагревом до кипения и выделением при этом пара с выпаром в кол-ве не менее 1,5—3 кг на 1 т деаэриров. воды. Д. смешивающего типа снабжают охладителями паровоздушной смеси (выпара), включенными на трубопроводе подвода деаэрируемой воды. В охладителе выпара пар конденсируется и его конденсат возвращается в Д.; воздух удаляется в атмосферу непосредственно, если в Д. поддерживается избыточное давление, или через паровоздушный эжектор, если Д. вакуумный. Деаэриров. вода собирается под деаэрац. колонкой в деаэрационном (аккумулирующем) баке цилиндрич. формы. Д. струйного типа наряду с известными преимуществами (простота конструкции, малое паровое сопротивление аппарата) имеют сравнительно низкую интенсивность деаэрации воды на единицу длины струи. Рост произ-сти установок приводит к значит. увеличению высоты колонки (до 4 м и более), вследствие чего требуется соответствующее помещение для ее размещения и затрудняются обслуживание и ремонт Д. Наиболее эффективны струйно-барботажные Д. Деаэрация воды в них осуществляется по двухступенчатой схеме. 1-я



Атмосферный деаэратор

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

ступень состоит из двух (верхней и перепускной) дырчатых тарелок и пространства между ними, в к-ром образуется водяная завеса для контакта с паром. 2-я ступень — барботажное устройство, состоящее из двух кольцевых перфориров. зон, огранич. снизу равновысокими кольцевыми перегородками. После обработки в барботажном устройстве вода через гидрозатвор сливается в деаэрационный бак. В зависимости от типа ТЭЦ и предназначения Д. применяют различные схемы его присоединения к отборам турбины.

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

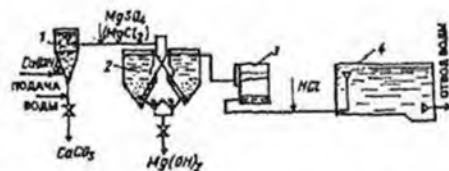
ДЕАЭРАЦИЯ — процесс удаления растворенных в воде коррозионно-активных газов (кислород, свободный диоксид углерода, аммиак, азот и др.), к-рые, выделяясь в парогенераторе и трубопроводах *тепловой сети*, вызывают *коррозию металла*, что снижает надежность их работы. Продукты коррозии, попадая с *питательной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

интенсифицировать удаление из деаэратора выделившихся газов, в том числе углек-ты.

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

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

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



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

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

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

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

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

Д.с.г.в. подразделяют на системы горячего водоснабжения жилых домов, ком. объектов и бытовых помещений пром. зданий. В жилых домах приготовление горячей воды на хоз.-бытовые нужды может быть совмещено с приготовлением теплоносителя для системы отопления. В этом случае источником горячей воды служит серийный двухфункцион. аппарат тепловой мощностью 17,5—23,2 кВт, работающий на разл. видах твердого топлива. Базовый среди них АВТ-17,5, предназнач. для отопления и горячего водоснабжения жилого дома с отплавляемой площадью до 80 м². Конструкция топочно-го устройства позволяет сжигать твердое топливо в толстом слое, единоврем. загружа-

ка его около 30 кг (на 6—8 ч непрерывной работы). Аппарат состоит из 2 цилиндрич. резервуаров, размещ. один в другом. Внутр. резервуар присоединяют к системе отопления, внеш. используют для горячего водоснабжения. Вода для него получает теплоту от радиационных поверхностей в топочной части аппарата и через смежные поверхности нагрева, разделяющие теплоносители обеих систем.

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

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

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

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

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

ДЖОУЛЯ — ЛЕНЦА ЗАКОН — закон, характеризующий тепловое действие электрич. тока. Согласно этому закону кол-во теплоты, выделяющейся в проводнике при прохождении по нему

пост. электрич. тока, зависит от силы тока, сопротивления проводника и времени прохождения тока. Назван по именам англ. физика Дж.П. Джоуля (1818—1889) и рус. физика Э.Х. Ленца (1804—1865). По Д. — Л.з. устанавливают тепловую мощность (в ваттах) электроприбора отопительного с прямым преобразованием электроэнергии в теплоту исходя из активного сопротивления проводника. Активное сопротивление провода или кабеля обратно пропорционально площади поперечного сечения и прямо пропорционально длине и уд. электрич. сопротивлению, к-рое возрастает по мере повышения темп-ры проводника.

ДИАГРАММА I—d ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА — графич. изображение возможных сочетаний свойств влажного воздуха, связывающее все параметры, определяющие его тепловлажностное состояние. Диаграмма I—d разработана в 1918 Л.К.Рамзиным. Д.в.в. применяют для определения параметров воздуха: t_b — темп-ры, t_m — температуры мокрого термометра, t_p — точки росы, I_a — уд. энтальпии, d_a — влагосодержания, φ_a — относительной влажности воздуха, P_a — парциального давления водяных паров и P_n — то же, при полном насыщении. На Д.в.в. строят кривые изменения тепловлажностного состояния воздуха при его обработке в вентилят. камере и

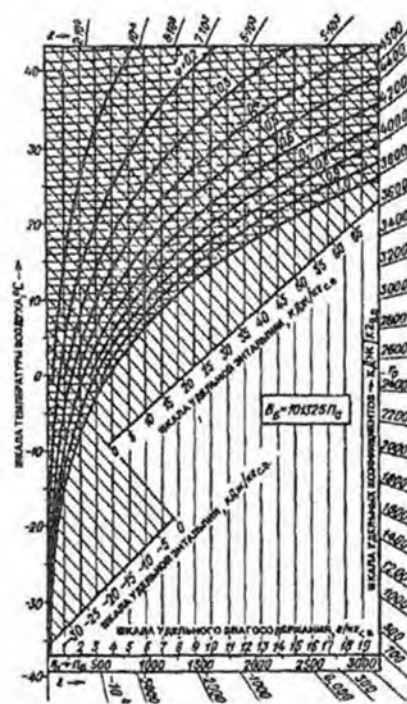


Диаграмма I—d влажного воздуха

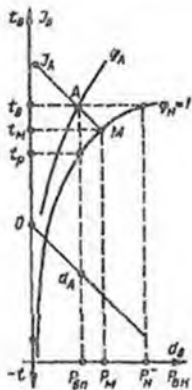
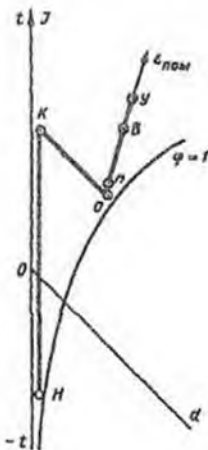


Схема определения параметров влажного воздуха
 t_a — температура воздуха; t_m — температура мокрого термометра; t_r — точка росы; I_B — удельная энтальпия; d_B — удельное влагосодержание; α_B — относит. влажность; $P_{B,п}$ — парциальное давление водяных паров; P_H — то же, при полном насыщении при t ; P_M — то же, при t_m



Пример построения на диаграмме сложного процесса изменения состояния влажного воздуха (вентиляц. процесс для каждого периода года)
 ϵ пом — угловой коэфф. луча процесса в вентилируемом помещении

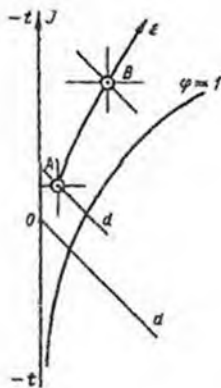
кондиционере, а также в результате процессов, происходящих в вентилируемых и кондиционируемых помещениях.

Д.в.в. представляет систему косоугольных координат, к-рые позволили расширить область ненасыщ. влажного воздуха. По оси ординат отложены две тепловые хар-ки — уд. энтальпия и темпра воздуха. Для сухого воздуха они связаны через уд. теплоемкость зависимостью $I_{с.в} = C_{в.в} t$. Поэтому две шкалы оси ординат четко связаны одна с др. На оси абсцисс, образующей с осью ординат угол 135° , размещена шкала влагосодержания влажного воздуха. Поле Д.в.в. разбито линиями постоянных I , t и d . Линии пост. темпр-ры построены с использованием осн. ур-ния для уд. энтальпии $I_B = C_{в.в} t_B + (r_0 + C_{п.п.в}) d_B \cdot 10^{-3}$, где $C_{в.в}$, $C_{п.п.в}$ — уд. теплоемкость соответ-

ственно сухой части воздуха и водяных паров; r_0 — уд. величина скрытой теплоты испарения влаги при темпр-ре 0°C ; 10^{-3} — поправка на несовпадение размерности (принято d_B , г/кг).

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

Определение хар-к влажного воздуха в произвольной точке Д.в.в. показано на схеме. Процесс изменения *тепловлажностного состояния воздуха* обозначается на Д.в.в. отрезком прямой, начинающимся в точке с нач. параметрами и заканчивающимся с конечными параметрами. Простейшие изображаемые отрезком процессы изменения состояния воздуха: *нагрев воздуха, охлаждение воздуха, осушка воздуха, увлажнение воздуха адiabатное, осушка воздуха сорбционная, смещение воздуха и политропный процесс* изменения состояния влажного воздуха. Хар-кой процесса изменения состояния воздуха является угловой коэфф. луча процесса изменения состояния воздуха (луч, проведенный из точки А через точку В, — синоним тангенса угла наклона прямой в



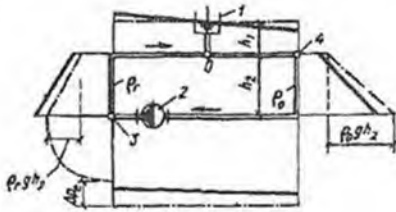
Простейший (политропный) процесс изменения состояния воздуха
 точки А и В — начало и конец процесса; ϵ — угловой коэфф. луча процесса

прямоугольной системе координат). Он определяется по ф-ле $\epsilon = (I_B - I_A) / (d_A - d_A) \cdot 10^3$.

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

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

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

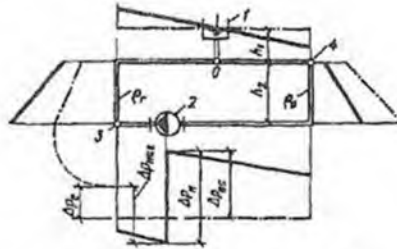


Эпюра гидростатического давления в системе отопления с нагреваемой водой при бездействии насоса

1 — открытый расширительный бак; 2 — циркуляционный насос; 3 — центр нагревания; 4 — центр охлаждения; 0 — точка постоянного давления

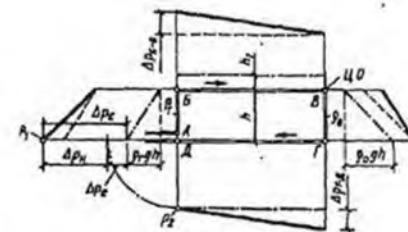
налитич. способ, причем в системе отопления определяется изменение только давления гидростатического (без учета в ней несоизмеримо меньшего давления гидродинамического). Динамику давления в отд. вертик. системе отопления с открытым расширительным баком рассматривают, принимая за плоскость отсчета свободную поверхность воды в баке, находящуюся на неизм. уровне. Тогда в каждой точке системы, заполн. водой, можно найти избыточное гидростатич. давление в зависимости от высоты столба воды, располож. над рассматриваемой точкой. В кольцах системы с нагреваемой водой при бездействии циркуляц. насоса это давление одинаково на выбранном уровне. В системе с нагреваемой и охлаждаемой водой (центр охлаждения располагается выше центра нагревания) при бездействии циркуляц. насоса (фактически в гравитац. системе отопления) происходит переход от статич. режима (гидростатич. давление показано штрихпунктирными линиями на схеме) к динамическому режиму, вызванному естеств. циркуляц. давлением (величина Δp_e). Естеств. циркуляц. давление возникает вследствие различия в значениях гидростатич. давления двух столбов охлажденной (плотность ρ_0) и горячей (плотность ρ_1) воды. При установившемся движении воды гидростатич. давление изменяется во всех точках системы (сплошные линии), кроме точки присоединения трубы расширитель. бака, наз. точкой пост. давления или "нейтральной" точкой (точка 0) системы отопления. Перед точкой 0 (считая по направлению движения воды) гидростатич. давление увеличивается, после точки 0 уменьшится по сравнению со значениями гидростатич. давления в статич. режиме.

В системе отопления с нагреваемой и охлаждаемой водой при действии циркуляц. насоса (в насосной системе отопления) гидростатич. давление в точке присоединения трубы расширитель. бака (точка 0) не изменяется (при пост. объеме воды в системе), т.е. точка 0 по-прежнему



Эпюра гидростатического давления в системе водяного отопления при действии насоса

остается "нейтральной". В системе возникает усил. динамич. режим благодаря совместному действию двух побудителей циркуляции воды — циркуляц. насоса и естеств. циркуляц. давления. При этом система разделяется на зону нагнетания насоса от его нагнетат. патрубка до точки пост. давления и зону всасывания от этой точки до всасывающего патрубка насоса. Эпюра гидростатич. давления при насосной циркуляции воды в системе отопления показывает, что во всех точках (кроме точки 0) гидростатич. давление (сплошные линии) возросло в зоне нагнетания и уменьшилось в зоне всасывания насоса. Увеличение гидростатич. давления в любой точке i в зоне нагнетания насоса равняется потерям давления в трубах $\Delta p_{пот}$ при движении воды от рассматриваемой точки i до точки пост. давления (точки 0): $p_{наг} = \rho g h_i + \Delta p_{пот}$, а уменьшение давления в любой точке i в зоне всасывания равняется потерям давления $\Delta p_{пот}$ от точки 0 до точки i : $p_{вс} = \rho g h_i - \Delta p_{пот}$, где h_i — высота столба воды от рассматриваемой точки до уровня воды в расширитель. баке. Следовательно, в результате Д.д. в зоне нагнетания насоса возможно опасное для целостности отдельных элементов системы отопления повышение гидростатич. давления (напр., в котле или теплообменнике). Напротив, в зоне всасы-



Эпюра гидростатического давления в системе водяного отопления, непосредственно соединенной с наружными теплопроводами (без расширительного бака)
Д — точка постоянного давления ("нейтральная" точка)

вания насоса возможно такое понижение давления, что может произойти вскипание теплоносителя или подсос воздуха из атмосферы с нарушением циркуляции воды в системе. Для исключения нарушения циркуляции воды по этой причине практикуется присоединение труб расширитель. бака к общей обратной магистрали близ всасывающего патрубка циркуляц. насоса системы.

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

ления при перемещении воды от точки Г до точки Д. Наибольшее давление не должно превосходить рабочее для каждого элемента системы. Если, напр., давление p_2 близко к 0,6 МПа, то с учетом потерь давления в обратной магистрали макс. гидростатич. давление в радиаторах, расположенных на уровне ввода наружных теплопроводов и ниже его, может превысить рабочее давление и привести к их разрушению. Гидростатич. давление в точке В выражает наименьшее давление в верхней подающей магистрали (и в системе) в динамич. режиме: $P_{\text{мин}} = p_2 + \Delta p_{\text{в-д}} - \rho_0 g h$ где $\Delta p_{\text{в-д}}$ — потери давления при движении воды от точки В до точки Д; ρ_0 — плотность охлажда. воды; h — высота системы. Привед. выражение служит для проверки условия не вскипания высоко-температурной воды, если давление p_2 принято без учета темп-ры воды. Напр., если высота системы $h = 20$ м, $\Delta p_{\text{в-д}}$ равно 0,05, а давление $p_2 = 0,25$ МПа, то миним. давление в верхней точке при циркуляции воды в системе составит $P_{\text{мин}} = 0,25 + 0,05 - (977,81 \cdot 9,81 \cdot 20 \cdot 10^{-6}) \approx 0,11$ МПа. Этого давления будет недостаточно для предотвращения вскипания воды, имеющей темп-ру более 120°C. Гидростатич. давление p_1 в точке А (если считать, что точка А находится на одном уровне с точкой Д) выражает наибольшее давление в подающей магистрали в динамич. режиме: $p_1 = p_2 + \Delta p_{\text{с}} - \Delta p_{\text{с}}$, где $\Delta p_{\text{с}} = \Delta p_{\text{в-д}}$ — потери давления при движении воды от точки А до точки Д, т.е. общие потери давления в системе отопления; $\Delta p_{\text{с}} = gh(\rho_0 - \rho_1)$ — естеств. циркуляц. давление. Видно, что разность гидростатич. давлений в подающем и обратном наружных теплопроводах на вводе их в здание, вызывающая циркуляцию воды во внутр. системе отопления, меньше потерь давления при движении воды в системе $\Delta p_{\text{с}}$ на величину естеств. циркуляц. давления $\Delta p_{\text{с}}$. Закономерность Д.д. в теплопроводах внутр. системы водяного отопления без расшир. бака относится и к случаю применения смесит. насоса или водоструйного элеватора на тепловом вводе в здание.

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

ДИСПЕТЧЕРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕМ — централизованное управление режимами системы теплоснабжения, осуществляемое спец. службой эксплуатации теплоснабжающего предприятия, к-рая называется диспет-

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

На диспетчерском пункте размещается оборудование Д.у.т., состоящее из диспетчерского щита, диспетчерского пульта, устройств телемеханики, аппаратуры диспетчерской и технологич. связи, телетайпа, вычислит. средств АСУ и др. аппаратуры. Оно находится в диспетчерском зале, аппаратных телемеханики и связи, лаборатории. На диспетчерском щите или дисплее изображается мнемонич. схема системы теплоснабжения и

ее отд. сооружений, к-рую рассматривают как информац. модель контролируемого объекта. Д.у.т. применяют как при обычной диспетчеризации системы теплоснабжения, так и при функционировании *автоматизированной системы диспетчерского управления централизованным теплоснабжением (АСДУЦТ)* и *автоматизированной системы управления технологическими процессами централизованного теплоснабжения*.

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

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

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

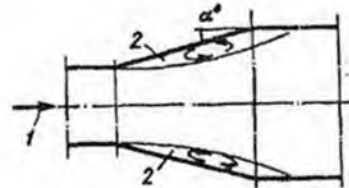


Схема диффузора
1 — направление движения воздуха; 2 — зона отрывного течения; α — угол раскрытия диффузора

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

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

ДРЕНАЖ СООРУЖЕНИЙ — система дрен, предназнач. для сбора и отвода грунтовых вод от сооружений с целью осушения их массивов, защиты от проникания в них воды, упрочнения основания, снижения фильтрац. давления. По конструктивным особенностям

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

ДРЕНАЖНАЯ ЛИНИЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ — горизонт. или вертикал. стальная оцинков. труба диаметром 20—25 мм, предназнач. для аварийного слива воды или конденсата из части или всей системы водяного или парового отопления здания, имеющего более 3 этажей, в канализационную

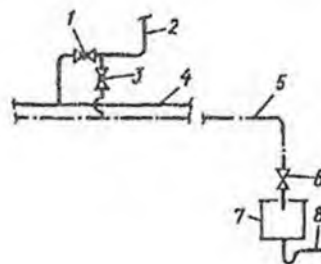


Схема дренажа стояков водяного отопления
1 — запорный кран; 2 — стояк; 3 — спускной кран; 4 — магистраль; 5 — дренажная линия; 6 — общий запорный вентиль; 7 — открытый перепускной бачок; 8 — водосток

сеть. В нижней по уклону точке труба заканчивается общим запорным вентилем над перепускным бачком, отделяющим с разрывом струи канализационную сеть от системы отопления, в к-ром вода должна охлаждаться до 40°C.

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

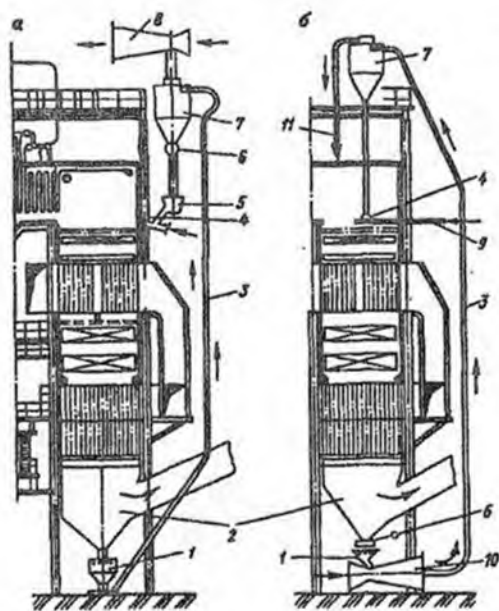


Схема дробеочистительных установок: а — под разрежением с пневматич. распределением дробей; б — под давлением с верхним распределением дробей; 1 — бункер для дробей; 2 — выход продуктов сгорания; 3 — трубопровод для подачи дробей; 4 — разбрасыватель дробей; 5 — тарельчатый питатель; 6 — автоматич. клапан-мигалка;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

нагнетат. схеме транспортирующий воздух подается компрессором.

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

ДРОСЕЛИРУЮЩАЯ ШАЙБА — металлич. (обычно из нержавеющей стали) шайба, устанавливаемая в трубах (напр., систем парового отопления) для увеличения потерь давления на данном участке. Д.ш. может быть установлена в

муфтовом или фланцевом соединении, в патрубке запорной арматуры. При протекании перемещаемой среды (пара, конденсата, воды) через отверстие Д.ш. происходит понижение давления, величина к-рого зависит от расхода среды и диаметра отверстия Д.ш., принимаемого практической не менее 3 (вода) — 4 (пар) мм.

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

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

ДУТЬЕВОЙ ВЕНТИЛЯТОР — машина для подачи воздуха в котельные и печные агрегаты, устанавливаемая для преодоления при подаче воздуха в топку значит. сопротивления слоя топлива на

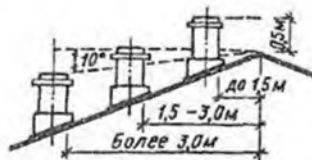
колосниковой решетке или горелок, а также сопротивления воздухоподогревателя по воздушной стороне. В отопит. котельных применяют вентиляторы низкого или среднего давления. Воздух, подаваемый в топку отопит. котлов, обычно не подогревают; его забирают из помещения котельной и снаружи. Подачу Д.в., м³/с, определяют по ф-ле $V_b = 1,1 \alpha_t V_p V_0 (273 + t_b) 760 / 273 b$, где 1,1 — коэфф. запаса, учитывающий утечки воздуха через неплотности; α_t — коэфф. избытка воздуха в топке; V_p — макс. расход топлива, м³/с; V_0 — кол-во воздуха, необходимого для сжигания 1 м³ топлива при 0°С и $P = 101,3$ кПа, м³/м³; t_b — темп-ра подаваемого воздуха, °С; b — барометрич. давление воздуха, Па. Д.в. (как правило, центробежные) по подаче и необходимому напору подбирают по каталогам. Такие вентиляторы необходимы для преодоления сопротивления на выходе из воздухоподводящего устройства и местных сопротивлений в воздухопроводах, форсунке или горелке. В котельных с отопит. котлами устанавливают индивид. и групповые Д.в. При групповой установке предусматривают два Д.в., каждый из к-рых рассчитывают на 60% макс. нагрузки.

ДЫМОВАЯ ЗОНА — часть помещения (как правило, общей площадью не более 1600 м²), из к-рой в нач. стадии пожара удаляют дым так, чтобы обеспечить эвакуацию людей и нераспространение дыма в смежные помещения. Дым из Д.з. помещения удаляют через дымоприемное устройство, представляющее собой воздуховод (канал, шахту) с установкой на нем дымовыми клапанами с пределом огнестойкости 0,5 ч, открывающимися при пожаре.

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

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

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



Расположение оголовка дымовой трубы отопительной печи относительно конька крыши здания

печи) сверху вокруг устья кирпичной трубы оголовки покрывают слоем цементного раствора.

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

ДЫМОСОС — центробежный (одностороннего или двухстороннего всасывания) или осевой (одно- или двухступ-

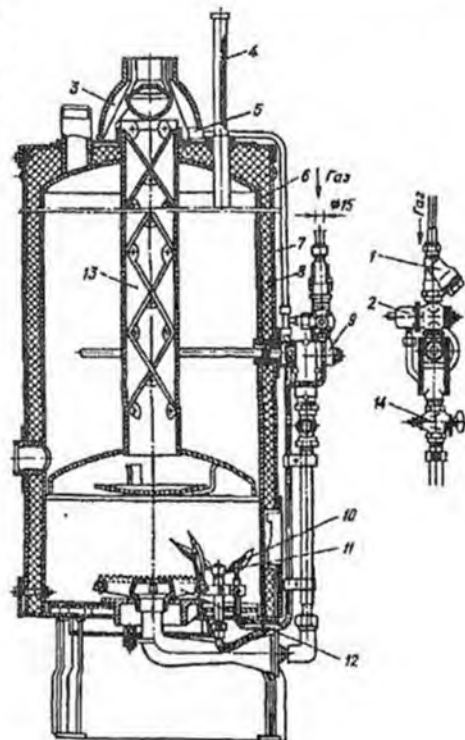
пенчатый) вентилятор, устанавливаемый за *котлоагрегатом* для удаления газообразных продуктов сгорания топлива. Необходимость Д. обуславливается тем, что при наличии *водяного экономайзера* и воздухоподогревателя общее газовое сопротивление котлоагрегата настолько велико, что естественная тяга, создаваемая даже очень высокой *дымовой трубой*, недостаточна для его преодоления. Д. создают во всех газоходах разрежение (котлы под разрежением), миним. величина к-рого в верхней части топочной камеры около 20 Па. Д. имеют наплавленные твердыми сплавами лопатки для защиты от абразивного действия золы. Произ-сть Д. определяют исходя из кол-ва газов, покидающих котлоагрегат, с учетом присоса воздуха на пути до Д. и с введением поправки на действит. темп-ру продуктов сгорания. Произ-сть центробежных Д. 8—700 тыс. м³/ч. Осевые Д. выпускают произ-стью до 1,5 млн м³/ч. Кроме того, в котлоагрегатах, работающих на *твердом топливе*, перед Д. устанавливаются *золословители*.

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

Е

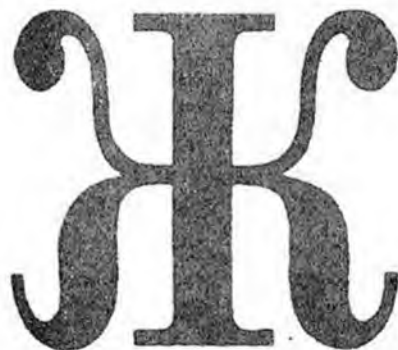
ЕМКОСТНЫЙ ГАЗОВЫЙ АППАРАТ — резервуар вместимостью 80 и 120 л, имеющий двухпозиц. схему автоматич. регулирования темп-ры воды (выключен — выключен) и предназначен для нагрева воды в системе водяного отопления помещения площадью до 100 м² или в системах горячего водоснабжения. Е.г.а. состоит из внеш. цилиндрич. кожуха, внутр. теплоизолиров. цилиндрич. бака, газогорелочного устройства с зональной горелкой, блока автоматики, терморегулятора, предохранит. клапана и тягопрерывателя с патрубком для присоединения к дымоходу. Кожух, выполн. из листовой стали толщиной 0,8 мм, защищает от воздействия внеш. среды теплоизоляцию бака (из шлаковаты), которая уменьшает потери теплоты в окружающую среду и снижает темп-ру кожуха. Сварной оцинкованный бак водонагревателя состоит из крышки, днища, цилиндрич. бака и вертик. жаровой трубы с излучателями, располож. по оси бака. Толщина металла бака 3—4 мм. Осн. газовая горелка — эжекционная, атм. типа, низкого давления (номин. давление газа 3 кПа), имеет номин. тепловую мощность: 7000 кВт — для АГВ-80 и 14 000 кВт — для АГВ-120. Перед горелкой (по ходу движения газа) смонтированы фильтр, электромагнитный клапан, терморегулятор, газовый кран. Сетчатый фильтр предназначен для очистки газа от механич. примесей во избежание засорения сопел осн. и запальной горелок. Электро-

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



магнитный клапан вместе с термопарой составляет автоматику безопасности, время срабатывания к-рой — не более 40 с (см. *Автоматика безопасности газовых приборов*). Терморегулятор обеспечивает поддержание темп-ры воды в баке водонагревателя в пределах 40—90°С. В крышку бака вваривают патрубок $D_y = 20$ мм для установки предохранительно-взрывного клапана, срабатывающего при темп-ре воды выше 100°С и давлении внутри бака выше 0,6 МПа. При срабатывании клапана происходит выброс через штуцер жаровой трубы, к-рая отводится по спец. трубе. В качестве отключающего устройства на водонагревателе используют пробковый натяжной пружинный кран. Кпд аппарата — не менее 81%. Вода на-

ходится в баке водонагревателя постоянно под давлением и нагревается продуктами сгорания газа, омываемыми дно бака и проходящими по жаровой трубе, в к-рой установлен турбулизатор. Последний служит для турбулизации и закручивания потока продуктов сгорания, к-рые обеспечивают повышение теплоотдачи от потока к тепловоспринимающим поверхностям. При нагревании воды до требуемой темп-ры терморегулятор автоматически прекращает доступ газа к осн. горелке. Запальная горелка работает постоянно и воспламеняет подаваемую осн. горелкой газозоудную смесь, когда темп-ра воды становится ниже заданной. В этом случае терморегулятор открывает проход газа на осн. горелку.



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

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

ЖИДКОЕ КОТЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО — топливо, применяемое в стационарных котельных установках, в пром. печах

различного назначения. В зависимости от вида сырья Ж.к.т. бывают: нефтяные, получаемые из нефтяных остатков, сланцевые, состоящие из смол полукоксования сланцев, и угольные, представляющие собой тяжелые фракции смол полукоксования углей. Большинство Ж.к.т. составляют нефтяные фракции. Нефть — природная смесь жидких органич. соединений, состоящая из углеводородов. Состав органич. массы нефти (в %): $C^o = 83 \div 87$, $H^o = 11 \div 14$, $S^o = 0,1 \div 5$, $Ne = 0,05 \div 1,5$, $O^o = 0,1 \div 1$. Низшая рабочая удельная теплота сгорания нефти мало меняется от состава ее органич. массы и составляет 43—46 МДж/кг. Кислород, азот и сера в нефти находятся в составе высокомолекулярных органич. соединений. Природная нефть содержит не более 0,3% минер. примесей и около 2% воды в виде механич. включений. Темп-ра кипения фракций нефти от 30 до 600°C. Сырую нефть как топливо не употребляют. Нефтепродукты являются синтетич. топливом, получаемым из нефти либо методом термической разгонки, при к-рой нефть разделяется на узкие фракции по темп-рам их кипения без разрушения молекулярной структуры этих фракций, либо методом термич. крекинга, при к-ром происходит глубокая переработка углеводородов нефти с разрушением их молекулярной структуры и образованием новых соединений с меньшей молекулярной массой. В зависимости от темп-ры перегонки нефтепродукты делятся на фракции: бензиновые с темп-рой перегонки, °C, до 225, керосиновые — 300, дизельные — 350, солярные — 400, мазутные — свыше 350. Все фракции, кроме мазутной, — светлые нефтепродукты, наз. дистиллятным топливом. Для бытового потребления выпускается печное бытовое топливо, получаемое из дистиллятных фракций нефтепродуктов. В котлах крупных тепловых станций и отопит. котельных, работающих на жидком топливе, применяют мазут. Физич. свойства Ж.т. характеризуются относит. плотностью, вязкостью, темп-рами вспышки и застывания. Мазуты, применяемые для произ-ва тепловой энергии в котлах, делятся на флотские (легкие топлива), топочные (средние и тяжелые топлива). В качестве котельного топлива применяются также угольный и сланцевые мазуты, являющиеся продуктами термохимич. переработки угля, и

сланца. Флотский мазут предназначен для судовых котлов, газотурбинных установок и двигателей. Средние и тяжелые мазуты используют в отопит. котельных, крупных тепловых станциях и на ТЭЦ. Топочные мазуты по содержанию серы, %, делятся на три группы: малосернистые (до 0,5), сернистые (0,5—2) и высокосернистые (более 2). Зольность мазутов не превышает 0,1—0,3%, увеличиваясь с повышением вязкости. Кол-во воды в мазуте обусловлено технологией его разогрева в процессе доставки и приемки у потребителя и обычно колеблется от 0,5 до 5% и выше. При разогреве мазута острым паром его влажность может повыситься до 5—10%. Теплота сгорания мазута зависит в основном от его влажности и составляет 39—42 МДж/кг. Мазуты являются жидкостями с высокой относит. плотностью — 0,98—1,05. Темп-ра вспышки равна 80—140°C, темп-ра застывания — (-5)—(+42)°C; вязкость определяется при темп-рах 50, 80 и 100°C. Топливо печное бытовое имеет теплоту сгорания 41 МДж/кг, содержание серы — от 0,5 до 1,2%, зольность — не более 0,02%; темп-ру застывания — не выше -15°C; темп-ру вспышки — не ниже +42°C. Оно маловязкое, что позволяет использовать его без предварит. подогрева.

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



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

ЗАГРУЗОЧНОЕ УСТРОЙСТВО — элемент системы *пневмотранспорта*, предназначенный для введения транспортируемого материала в систему. Бывают разл. типов и зависят от вида установок пневмотранспорта (всасывающая или нагнетательная), их произ-сти и свойств транспортируемого материала (плот-



Классификация загрузочных устройств

ности, дисперсного состава, влажности, угла естеств. откоса и др.). Существуют различные З.у., применяемые во всасывающих и нагнетат. установках пневмотранспорта. Во всасывающих системах сыпучий материал подается в сеть З.у. типа "тройник" или "сопло". Если система аспирац. типа, роль З.у. выполняют местные отсосы от технологич. оборудования, конструкции к-рых весьма многообразны. В нагнетат. системах давление превышает атм., поэтому З.у. выполняют герметичными: эжекционные воронки, шлюзовые затворы, роторные питатели, аэрожелоба. В системах пневмотранспорта, работающих с применением сжатого воз-

духа в качестве побудителя тяги, применяют З.у. в виде пневматич. винтовых насосов, шнековых питателей или пневматич. камерных насосов.

ЗАГРУЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ БИОФИЛЬТРА — осн. конструктивный элемент *биофильтров* всех видов; на его поверхности располагается *био пленка*. Для *биофильтров* с *объемной загрузкой* используют щебень, гравий, шлак, керамзит, пеностекло и др. зернистые материалы крупностью отдельных фракций 20—100 мм, уд. площадью поверхности 120—30 м²/м³, пористостью 40—50% и плотностью 500—1500 кг/м³. Загрузка *биофильтра* по высоте должна быть выполнена из материала одинаковой крупности. Нижний поддерживающий слой высотой 0,2 м из материала с более крупными фракциями (70—100 мм) укладывают на дренажное устройство. К загрузочному материалу предъявляют нормативные требования по механич. прочности, морозостойкости, устойчивости к воздействию агрессивных сред и повыш. темп-р. Перед засыпкой в резервуар З.м.б. должен быть отсортирован и промыт. Для *биофильтров* с *плоскостной загрузкой* используют жесткую засыпную загрузку в виде колец диаметром 30—75 мм и длиной 30—150 мм из пластмасс, керамики, металла с перфориров., гофриров. и гладкими стенками, а также резиновых и фарфоровых изделий уд. площадью поверхности 50—150 м²/м³, пористостью 70—90% и плотностью 100—600 кг/м³. В качестве загрузки могут также использоваться различные засыпные элементы (кольца Рашига, кольца с перегородками, кольца Палля, седла Берля и др.), применяемые в хим. технологии для массообменных колонн. Жесткую блочную загрузку выполняют из пространства пластмассовых решеток, изготавливаемых методом литья, или блоков, собранных из чередующихся гофриров. и плоских листов поливинилхлорида, полиэтилена, полипропилена, полиамида, асбестоцемента. Размеры блоков, мм: ширина — 250—500, высота — 500—1000, длина — 800—1200, уд. площадь поверхности 50—250 м²/м³, пористость 80—97%, плотность 30—400 кг/м³. Блоки собирают также из гофриров., перфориров. и гладких пластмассовых труб и из металлич. и стекл. труб диаметром 20—70 мм. Сборка блоков может осуществляться с помощью сварки, склейки или крепежных соединений. Мягкий З.м.б. из металлич. сеток, полиэтиленовых и поливинилхлоридных пленок, нейлоновых и капроновых тканей, а также стеклотканей крепят на спец. каркасах в виде свисающих полотен или сворачивают в рулоны. Уд. площадь поверхности мягкого З.м.б. — 80—100 м²/м³, пористость — 94—99%, плотность

—10—60 кг/м³. К плоскостному З.м.б. предъявляют требования по механич. прочности, устойчивости к воздействию микроорганизмов и агрессивных сред, изменению темп-ры в диапазоне до 40°С, морозостойкости.

ЗАГРЯЗНИТЕЛИ АТМОСФЕРЫ — твердые, жидкие, газо- и паробразные неорганич. и органич. вредные в-ва (примеси), содержащиеся в воздушной среде помещений здания и в атм. воздухе вне здания. Твердые примеси — пыль, дым и жидкие — туманы в смеси с воздухом или газом наз. *аэрозолями*. Обычно они содержат газовые и паробразные вредные примеси. Источниками З.а. служат естеств. природные процессы и процессы жизнедеятельности человека. Загрязнение атмосферы естеств. путем происходит в результате пыльных бурь, вулканич. деятельности, лесных, степных и торфяных пожаров и т.д. В атм. воздух при этом попадают как твердые, так и газообразные вредные в-ва. В пром. зданиях осн. источником образования и выделения вредных в-в в воздушную среду помещений является разл. технологич. и транспортное оборудование. Кол-во выделений вредных в-в обуславливается видом сырьевых материалов и выпускаемой продукции и технологией произ-ва. В обществ. и жилых зданиях выделение вредных примесей происходит в результате жизнедеятельности человека (в процессе приготовления пищи); кроме того, вредные примеси поступают в помещения с наружным воздухом (притоком, инфильтрацией). Наибольший уд. вес загрязнений атмосферы приходится на долю оксидов углерода, серы и азота, углеводородов и пром. пыли. Осн. источниками их являются транспорт (70%), а также промышленность и тепловые электростанции. В атмосферу Земли ежегодно выбрасываются 250 млн т пыли, 200 млн т оксида углерода, 150 млн т диоксида серы, 50 млн т оксидов азота, более 50 млн т разл. углеводородов и 200 млрд т диоксида углерода. Особый вид загрязнений атм. воздуха представляют радиоактивные в-ва. В результате накопления в атмосфере фреонов, в т.ч. в результате работы *холодильных машин, кондиционеров* и тепловых насосов систем ОВ и КВ, происходит разрушение озонового слоя, к-рый предохраняет земную поверхность от солнечной радиации. Одним из осн. отрицат. последствий, связ. с загрязнением воздуха, является влияние вредных в-в на здоровье человека. Если качество и количеств. состав воздуха не нарушен, он вполне отвечает физиологич. требованиям организма человека. За свою жизнь человек делает в среднем 600 млн вдохов, потребляя при этом около 600 тыс. м³ воздуха. Очевидно, что загряз-

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

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

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

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

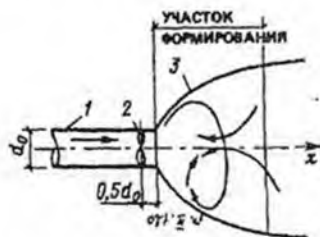


Схема закрученной приточной струи
1 — воздух; 2 — закручивающее устройство; 3 — граница струи

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

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

В схеме З.с.т. источником теплоты служит теплоэлектроцентраль (ТЭЦ). Охлажд. вода из р-на теплоснабжения поступает в теплоприготовит. установку ТЭЦ с темп-рой t_4 . Потери теплоносителя, связ. с его утечками из тепловой сети, восполняются подпиточной водой. Подача необходимого кол-ва ее обеспечивается регулятором подпитки, импульс на к-рый подается с переключки циркуляционного насоса. Переключка моделирует гидравлич. режим тепловой сети и с помощью задвижек воспроизводит давление в нейтральной точке, где оно всегда поддерживается пост., равным статическому. Теплоноситель проходит через осн. теплофикац. подогреватели, куда пар поступает из отборов турбины, и там нагревается примерно до 120°C . Нижний отбор

имеет давление $0,03-0,2$, верхний — $0,05-0,25$ МПа. Макс. уровень давления верхнего отбора определяет макс. подогрев воды. Расчетная темп-ра подогрева — 150°C . Поэтому при пиковых нагрузках вода догревается до требуемого значения в пиковых *водогрейных котлах* ТЭЦ. Вода от сконденсировавшегося в верхнем теплообменнике пара проходит через конденсатоотводчик и присоединяется к конденсату нижнего теплообменника, из к-рого весь конденсат подается насосом в питат. линию энергетич. котлов ТЭЦ. Подачу теплоты потребителям регулируют центрально, качеств. методом, при к-ром кол-во циркулирующей воды поддерживается пост., а расход теплоты изменяется путем изменения темп-ры теплоносителя. Однако чисто качеств. регулирование осуществить не удастся, т.к. расход теплоты на горячее водоснабжение не связан с темп-рой наружного воздуха, и регулятор темп-ры осуществляет количеств. регулирование подачи теплоты на горячее водоснабжение.

Теплоноситель из ТЭЦ поступает в подающие линии тепловых сетей и транспортируется к центр. тепловым пунктам р-нов потребления. У большинства функционирующих З.с.т. они имеют тепловую мощность $5-10$ МВт. В центр. тепловых пунктах водопроводная вода подогревается от темп-ры t_x до темп-ры t_1 , равной 60°C . На схеме показан смеш. способ присоединения подогревателей горячего водоснабжения. Водопроводная вода поступает в подогреватель, к-рый присоединен по отношению к системе отопления последовательно, и здесь подогревается до промежуточной темп-ры t_n . Далее вода поступает в теплообменник, присоединенный к системе отопления параллельно. Остывание воды в трубопроводах системы горячего водоснабжения компенсируется с помощью циркуляц. линии. Циркуляц. насос возвращает часть охлажденной воды в теплообменник, где она вновь нагревается. Т.к. темп-ра горячей воды должна быть не ниже 60°C , темп-ра теплоносителя t_1 не должна быть ниже 70°C . В результате в осенне-зимний период, когда на нужды отопления зданий необходимо подавать теплоноситель с темп-рой ниже 70°C , а от источника теплоты поступает теплоноситель с более высокой темп-рой, приходится в системах отопления устанавливать автоматiku для количеств. регулирования подачи теплоты. Регулятор расхода поддерживает пост. расход теплоносителя через системы отопления, обеспечивая тем самым несвязанное регулирование подачи теплоты на отопление и горячее водоснабжение. Т.о., в течение времени, когда темп-ра наружного воздуха соответствует изменению темп-ры подаваемого теплоносителя t_1 в

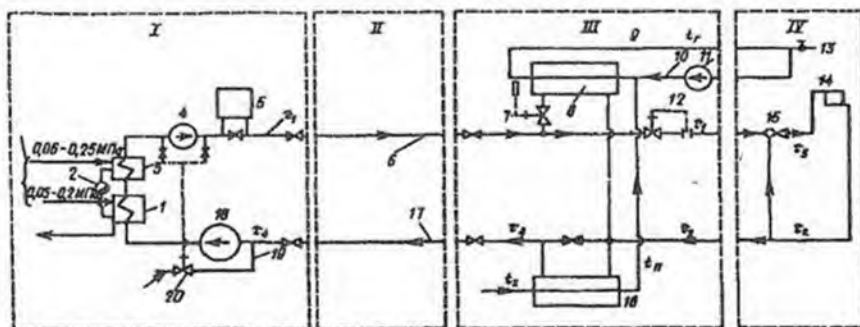


Схема закрытой системы теплоснабжения
 I — теплоприготовительная установка ТЭЦ; II — тепловые сети; III — тепловой пункт; IV — тепловой ввод в здание; 1, 3 — теплофикационные подогреватели; 2 — конденсатоотводчик; 4, 11 — циркуляционные насосы; 5 — пиковый котел; 6, 9 — подающие линии; 7 — регулятор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

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

Схема З.с.т. предусматривает несвязанное регулирование подачи теплоты на отопление и горячее водоснабжение, т.к. перед последней установлен регулятор темп-ры, а перед системой отопления — регулятор расхода. При таком регулировании теплопроводы должны быть рассчитаны на макс. расход воды. Для сокращения его, а следовательно, уменьшения капиталовложений в тепловую сеть, применяют связанное регулирование подачи теплоты потребителям. При нем в момент пика потребления горячей воды теплота в системы отопления недодается, а в периоды провалов недоданная теплота возмещается. Достигается это установкой регулятора расхода перед теплообменниками горячего водоснабжения. В результате пиковая нагрузка с тепловой сети снимается. Но связанное регулирование приводит к колебанию темп-ры воздуха внутри помещения на $1-1,5^{\circ}\text{C}$. Чтобы эти колебания не выходили за до-

пустимые границы, такие системы используют, когда макс. расход теплоты на горячее водоснабжение составляет не более 0,6 расчетного расхода теплоты на отопление. Если этот расход составляет 0,6—1,2, то применяют обычную двухступенчатую схему. При расходе теплоты на горячее водоснабжение более 1,2 расхода на отопление используют параллельную схему.

Для сокращения расхода теплоносителя по тепловым сетям применяют "повышенный" график темп-р, т.е. ведут регулирование по совмещ. нагрузке на отопление и горячее водоснабжение. В этом случае по сети идет теплоноситель, рассчитанный исходя из нагрузки на отопление и вентиляцию без учета расхода теплоты на горячее водоснабжение. Без учета горячего водоснабжения рассчитывают и диаметры тепловых сетей. Теплота на горячее водоснабжение транспортируется тем же теплоносителем, но за счет повышения его темп-ры. В ЦТП поступает теплоноситель с темп-рой более высокой, чем t_1 по отопит. графику. Теплота, соответствующая этой разности темп-р, идет на нагрев горячей воды, соответствующая разность темп-р $t_1 - t_2$ — на отопление, а теплота, соответствующая разности $t_2 - t_4$ — на горячее водоснабжение. Следовательно, теплота, соответствующая остыванию теплоносителя от нач. темп-ры до t_1 и от t_2 до t_4 , должна быть равна теплоте, расходуемой на горячее водоснабжение. Исходя из этого условия и определяют темп-ру нагрева воды в источнике теплоты, соответствующую повыш. графику. Т.о., при расходовании теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение применяют регулирование по совмещ. нагрузке. Если доля расхода теплоты на горячее водоснабжение мала, то можно использовать центр. регулирование по отопит. нагрузке.

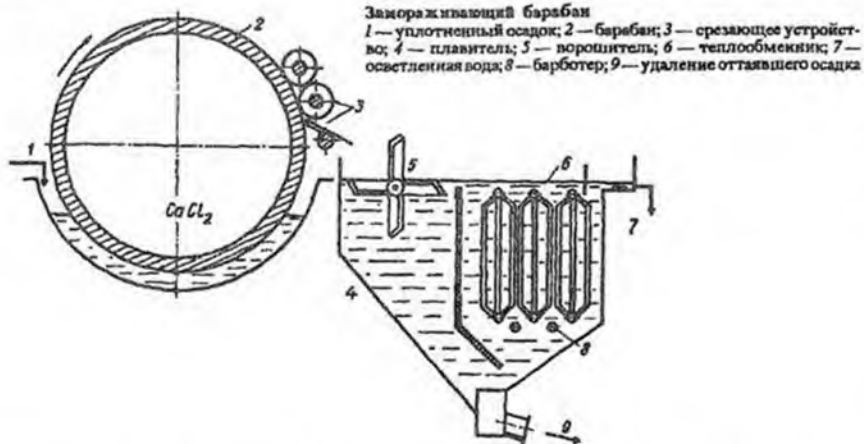
Осн. достоинством З.с.т. по сравнению с открытой системой является высокое качество горячей воды, т.к. она получается в результате нагрева водопроводной воды в поверхностных теплообменниках, располагаемых в непосред-

ственной близости от мест ее разбора. Осн. недостаток — раздробленность тепловых пунктов, где готовится горячая вода, что осложняет водоподготовку.

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

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

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



Замораживающий барабан

1 — уплотненный осадок; 2 — барабан; 3 — срезающее устройство; 4 — главатель; 5 — порошок; 6 — теплообменник; 7 — осветленная вода; 8 — барботер; 9 — удаление оттаявшего осадка

осадков возрастает в десятки раз, что позволяет успешно проводить их обезвоживание. В естеств. условиях обработку осадков холодом осуществляют на площадках обезвоживания. Осн. недостаток естеств. замораживания — малая глубина промерзания

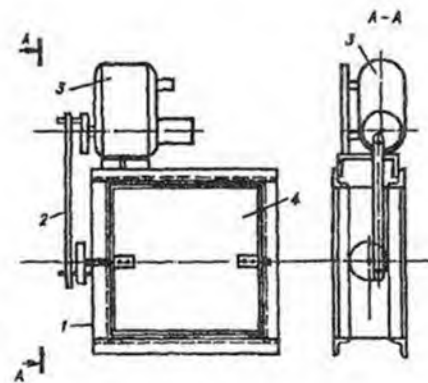
слоя замораживаемого осадка в результате резкого снижения интенсивности *теплопередачи* по мере увеличения толщины слоя. Увеличение нагрузки на площадки в 3—5 раз достигают интенсификацией *теплообмена* между *воздухом* и осадком, для чего осуществляют либо намораживание осадка слоями в 10—20 см, либо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

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

В нашей стране существуют технология и установки для непрерывного тонкослойного З.-о.о.п.в. Толщина замораживаемого слоя в этих установках составляет 1—3 мм, плотность теплового потока в них при замораживании не превышает 10 кВт/м². Расчет произ-сти установок тонкослойного З.-о.о.п.в. связан с определением продолжит. процесса замораживания, к-рый в свою очередь зависит от условий теплообмена между хладоносителем и осадком.

ЗАСЛОНКА ВОЗДУШНАЯ — регулировочное и запорное устройство,

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

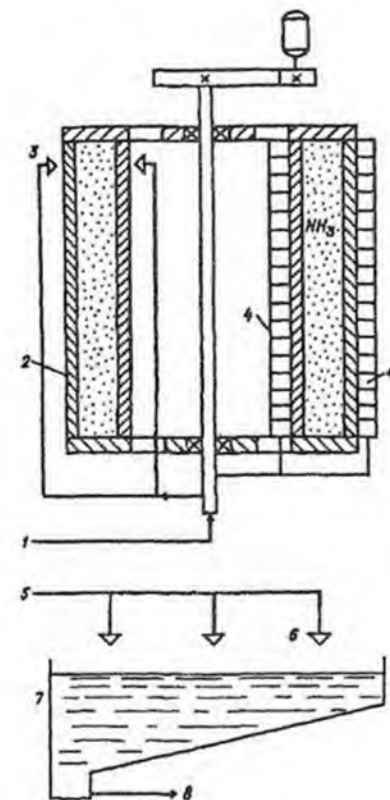


Заслонка воздушная с электроприводом для воздуховода прямоугольного сечения

1 — корпус; 2 — рычаг управления; 3 — электродвигатель с редуктором; 4 — полотно заслонки

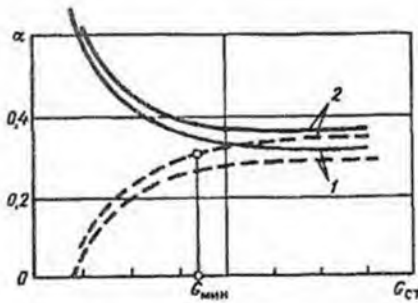
оси З.в. Если привод ручной, З.в. наз. *дроссель-клапаном*. З.в., установл. в труднодоступных местах, снабжают электроприводом. Регулировку и отключение ответвлений *воздуховодов* диаметром 100—300 мм можно проводить перемещающейся З.в. — шибером. При испытании и наладке *вентиляц. систем* для увязки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

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



Роторный льдогенератор

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



Изменение коэффициента затекания воды в отопительные приборы однотрубных стояков α

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

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

ЗАТУХАНИЕ И ЗАПАЗДЫВАНИЕ (тепловой, температурной волны) — хар-ки *теплоустойчивости ограждения*, при определении к-рых рассматривается прохождение гармонич. колебаний темп-ры и теплового потока от одной среды, соприкасающейся с ограждением, к его противоположной поверхности, со стороны к-рой поддерживается пост. темп-ра др. среды. При этом колебания темп-ры и теплового потока уменьшаются по амплитуде (затухают) и запаздывают во времени, что проявляется, когда воздействующий тепловой поток достиг своего максимума и начал уменьшаться, а темп-ра и тепловой поток на противоположной поверхности еще нек-рое время продолжают увеличиваться. Такое же отставание будет при достижении темп-рой и тепловым потоком своего минимума. *З.з. тепловой (температурной) волны* —

это модуль и аргумент отношения β_i радиуса-вектора колебаний темп-ры в среде, из к-рой направлена тепловая волна, к радиусу-вектору колебаний темп-ры в интересующем нас сечении. Затухание (модуль отношения β_i) показывает, во сколько раз уменьшается амплитуда колебаний, а запаздывание (аргумент отношения β_i) — отставание во времени колебаний в данном сечении от колебаний темп-ры в среде, из к-рой направлена тепловая волна. Величина β_i , являясь произведением хар-к З.з. на отд. участках прохождения темп-рной волны, выражается комплексным числом

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

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

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

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

З.з. в конечном итоге зависят от теплофиз. свойств материалов слоев, их расположения и толщины, периода тепловой волны и условий теплообмена на обеих сторонах ограждения. При изменении направления волны на противоположное в стенке, на обеих поверхностях к-рой условия теплообмена одинаковы, затухания колебаний темп-ры и тепловых потоков не изменяются. Если же коэфф. теплообмена снаружи α_n и изнутри α_m неодинаковы, то перемена направления волны в ограждении в обратную сторону

(изнутри наружу вместо снаружи изнутри) увеличит сквозное затухание в α_n / α_m раз. Запаздывание фазы колебаний в обоих случаях не меняется. Расположение слоев с высокой теплоустойчивостью материалов с внутр. стороны ограждения увеличивает сквозное затухание наружных воздействий несмотря на то, что β_c становится меньше. Чтобы получить большее затухание темп-ры в двухслойной стенке, надо слой из более теплоустойчивого материала располагать с той стороны, где коэфф. теплообмена меньше, независимо от направления волны. Очень тонкий слой (лист стали, рубероида и т.д.), у к-рого термич. сопротивление близко к нулю, можно при определении сквозного затухания через ограждение не учитывать. Если ограждение целиком состоит из такого слоя (напр., в воздухоопорных сооружениях), то затухание в нем равно коэфф. теплообмена на поверхности, со стороны к-рой направлена волна. Запаздывание колебаний темп-ры практически отсутствует (близко к нулю). Воздушная прослойка в ограждении увеличивает затухание в нем тем в большей степени, чем теплоустойчивее материал, в к-рый прослойка включена. Увеличение термич. сопротивления воздушной прослойки (напр., за счет окисления алюминиевой фольгой поверхностей, ограничивающих прослойку) увеличит сквозное затухание. В ограждении, практически лишенном теплоустойчивости, но обладающем термич. сопротивлением (напр., в окнах), затухание равно отношению R_o / R_b общего сопротивления теплопередаче ограждения к сопротивлению теплообмену на поверхности, куда направлена волна. Это наименьшее затухание, к-рым может обладать ограждение. З.з. в одной и той же конструкции тем больше, чем меньше период тепловой волны.

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

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

ЗАЩИТА ВОДОЗАБОРОВ ОТ ШУГИ — комплекс приемов и устройств, предохраняющих водозаборные сооружения от закупорки скоплениями рыхлого губчатого льда, находящегося в водной толще (глубинная шуга) или на поверхности водоёма (поверхностная шуга) и образуемого из кристалликов глубинного льда (внутриводного и донного), сала и снежур. Сплывая вниз по течению рек, шуга, к-рая возникает до ледостава при переохлаждении воды ниже 0°C , занимает большие площади и заполняет живое сечение, образуя зазоры, часто приводящие к наводнениям, кроме того, она затрудняет эксплуатацию гидротехнич. сооружений, забивая водоприемные отверстия водозаборов. При шугоходе на реке появляются след. ледовые образования: сало — иглообразные и пластичные кристаллы льда; забереги — полосы льда, смерзшиеся с берегами реки при незамерзающей основной части водного пространства; снежура — плывущие комковые скопления рыхлой несмерзавшейся массы; внутриводный лед, формирующийся на дне рек с быстрым течением; донный лед — растущие

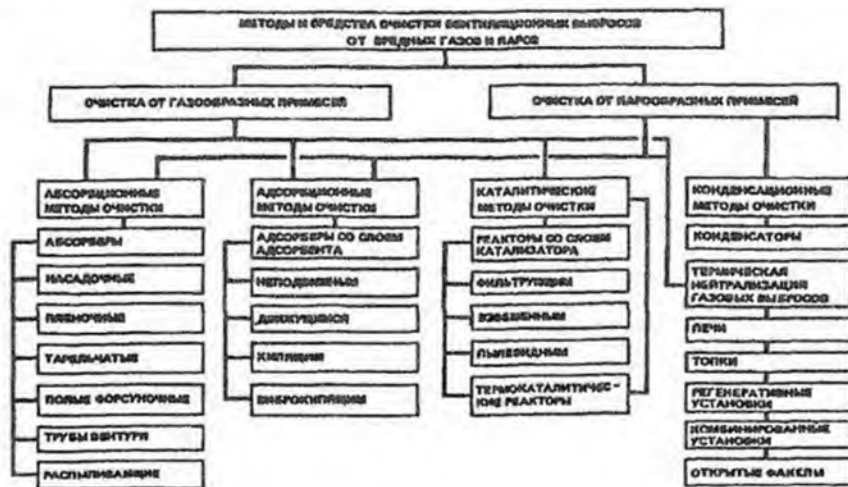
первичные ледяные кристаллы, соприкасающиеся с выступами дна и превращающиеся в рыхлый лед. Очагами возникновения шуги могут служить полыньи, иногда образующиеся в ледяном покрове на быстринах и в местах выхода более теплых подземных вод. Осенний ледоход может сопровождаться заторами, при к-рых образуются перемычки, постепенно удлиняющиеся, пока вся река не покроется льдом.

Ледшуговые осложнения на водозаборах вызываются: закупоркой входных окон водоприемного оголовка вследствие непосредств. появления льда на стержнях решеток; закупоркой входных окон из-за прилипания кристаллов внутриводного льда к стержням решеток; забивкой решеток на входных окнах комьями шуги. Средствами борьбы с ледшуговыми осложнениями на водозаборах являются: правильный выбор местоположения, типа и конструкции водозабора; выпрямление русла реки на участке расположения последнего; изменение динамического состояния потока путем устройства непосредственно у водозабора струенаправляющих дамб и сооружений; обеспечение незначит. скоростей поступления воды в водоприемные отверстия водозабора ($0,05—0,1$ м/с); установка на дне водотока перед фронтом водозабора перфориров. труб и подача в них сжатого воздуха; сброс тепловой воды выше водозабора по течению реки; выпуск пара перед решетками; обогрев элементов решеток в окнах водоприемника; применение спец. фильтрующих водоприемных оголовков (деревянных, ряжевых, железобетонных); устройство плавучих ограждающих шугоотбойников в виде запаней в сочетании с небольшими скоростями поступления воды в водоприемные отверстия; оборудование водозабора промывными устройствами, позволяющими освобождать самотечные или сифонные водоводы и решетки оголовков от шуги и сора (импульсная или обратная промывка); устройство ковшовых водозаборов. Малые скорости движения воды в ковше ($0,15—0,05$ м/с) обуславливают раннее образование ледового покрова. Поступающая из реки в ковш переохлажд. вода с заключенными в ней кристаллами льда достигает темп-ры $0—1^{\circ}\text{C}$ за счет теплоты, выделяющейся в процессе внутриводной кристаллизации, быстро затухающей в ковше. Благодаря малым скоростям шуга, занесенная в ковш из реки, всплывает и смерзается с поверхностным льдом. Если ковш предназначен для борьбы с шугой, то отметка гребня дамбы должна быть выше отметки уровня воды в период шугохода, но в другие периоды дамба может быть заливаемой высокими водами. Для расположения ковша следует выбирать плесы малой кривизны $R > (4—5)B$ (где R —

радиус кривизны плеса, B — ширина русла реки) и большой длины, а место водозабора назначать в пределах третьей четверти длины плеса, считая сверху вниз по течению. Нежелательно располагать ковш в зоне возможного формирования береговых шугозажоров. Длина водоприемных ковшей и скорость течения воды в них должны обеспечивать всплытие к поверхности всех кристаллов ледяной взвеси, имеющей гидравлич. крупность более $0,015—0,02$ м/с.

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

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



Методы и средства очистки вентиляционных выбросов от вредных газов и паров

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

Граничная (краевая) задача пылегазового режима здания определяется процессами движения пылегазо(паро)воздушных потоков в трубопроводах систем очистки и очистки приточного вентиляц. и вытяжного воздуха от вредных в-в. Эти

Методы и средства очистки вентиляционных выбросов от аэрозолей



В.С. Никитин, В.М. Эльтерман, В.П. Титов, Дж. Тейлор, О. Сеттон, М.В. Сумароков, А.И. Родионов, Д. Вилсон, В.И. Паркер и др.

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

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

вопросы отражены в работах Е.П. Медникова, И.Е. Идельчика, А.Е. Смолдырева, В.Н. Талиева, Л.М. Левина, В.П. Титова, Д.В. Коптева, А.И. Пирумова, А.М. Гервасьева, В.Н. Ужова, А.Ю. Вальдберга, Б.Н. Мягкова, Г.М. Алиева, Г.М. Гордона, И.Л. Пейсахова, И.П. Мухленова, Э.Я. Тарата, М.Е. Позина, И.К. Решидова, А.А. Русанова, П.А. Козова, М.Е. Кузнецова, А.И. Родионова, П.Г. Романкова, В.Ф. Максимова, В.Н. Шаприцкого, В.Д. Лукина, В.П. Куркина, А.М. Белевицкого, В.А. Спейшера, И.Я. Сигала, С.А. Богатых, Е.А. Штокмана, М.Я. Юдашкина, В.И. Левитова, В. Страуса и др.

Внешн. группа задач связана с процессами взаимодействия здания с набегающим потоком загрязн. воздуха, рассеивания выбросов в атмосфере и утилизации пылей и отходов. Эти вопросы успешно решали Э.И. Рэттер, П.И. Андреев, Ф.А. Серебровский, М.Е. Берлянд,

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

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

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

ЗАЩИЩАЕМОЕ ПОМЕЩЕНИЕ — помещение, в-ром с помощью *воздушных завес*, *дисбаланса воздуха*, *механич. вентиляции*, *активного шлюзования* и др. вентиляц. мероприятий создаются условия, препятствующие проникновению холодного *наружного воздуха*, поступлению загрязнен. воздуха, *дыма* или вредных примесей из соседних помещений или

снаружи при аварийных ситуациях (пожар, загрязнения аварийными выбросами вредных газообразных в-в и др.).

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

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

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

ЗОЛА — порошкообразный, несгораемый остаток, образующийся из минер. примесей *топлива* при его сгорании. Содержание З., %: в каменных и бурых углях — 1—45 и более, горючих сланцах — 50—80, топливном *торфе* — 2—30, дровах — обычно менее 1, растит. топливе др. видов — 3—5, мазуте — до 0,15, а иногда выше. Верхний предел содержания минер. примесей определяется технич. возможностью и экономич. целесообразностью использования данного ископаемого в качестве топлива. З. может быть летучей и в виде провала. Летучая З. (З. уноса или

унос) — пылевидные фракции, выносимые продуктами сгорания из *топки котла* или осаждающиеся в его конвективных *газоходах*. Она истирает котельные трубы и *дымососы*, при удалении с дымовыми газами загрязняет атмосферу. Провал — более крупные фракции З., выпадающие в холодную воронку топki или под *колосниковую решетку*. Присутствие З. снижает относит. содержание горючих составных частей в топливе. При сжигании топлива нек-рос кол-во теплоты теряется вместе с З. В *котлоагрегатах* расплавл. З. оседает на грубах топочных экранов, шпир и др. элементов в виде спекшегося *шлака топливного*. Отложения З. на поверхностях нагрева препятствуют передаче теплоты от топочных газов к воде или пару и увеличивают аэродинамич. сопротивление котла. В пром-сти строит. материалов З. используется для произ-ва нек-рых видов бетона, в с. х-ве — как удобрение. Из З. нек-рых углей добывают редкие и рассеянные элементы, напр. германий и галлий.

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

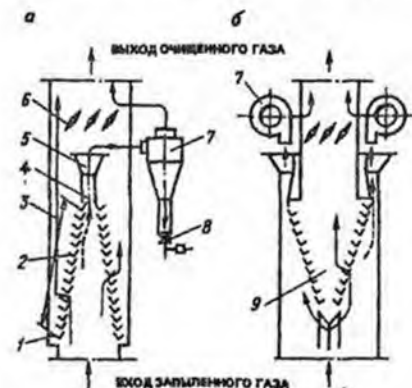
ЗОЛОУДАЛЕНИЕ — удаление за пределы котельной *зола* и *шлака, топливного*, скапливающихся в бункерах *паровых котлов* при сжигании *твердого топлива*. На электростанциях наиболее распространено *гидрозолошлакоудаление*, менее — *пневмозолоудаление*. В производств. *котельных* при сжигании топлива в *слоевых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

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

ЗОЛОУЛОВИТЕЛИ — газоочистит. устройства разл. конструкции

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

Механич. сухие З. разделяют на центробежные (блоки циклонов) и инерц. (или жалюзийные). Принцип действия циклонного З. НИИОГАЗ: к цилиндрич. корпусу продукты сгорания подводятся по касательн. располож. трубе со скоростью 20 м/с. Двигаясь по инерции, частицы золы прямолинейно прижимаются к корпусу циклона, теряют скорость и по конич. части под действием силы тяжести опускаются в бункер, откуда золу периодически удаляют. Блок циклонов — группа паралл. включ. циклонов с диаметром 400—800 мм. В жалюзийном З. газ проходит между лопастями решеток, улекая с собой мелкие частицы золы, более крупные собираются в циклон, где отделяются от продуктов сгорания и периодически выбрасываются в сборный бункер через затвор — мигалку. Достоинства жалюзийных З.: малые габариты, небольшое сопротивление, возможность установки их в вертик. и горизонт. газоходах. Недостатки — быстрое истирание (износ) золой и необходимость частой замены реше-



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

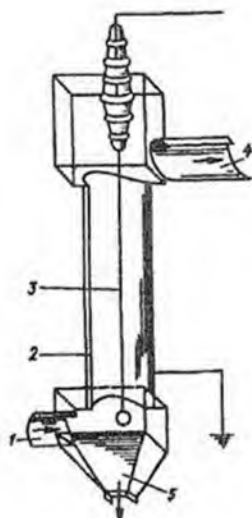


Схема электрического золоуловителя
1 — вход газов; 2 и 3 — осаждающий и коронирующий электроды; 4 — выход газов; 5 — бункер осевшей золы

ток. Степень очистки — 70—80%. К мокрым З. относятся центробежные скрубберы, осн. достоинство к-рых — высокая степень очистки уходящих газов (до 99%), недостатки — большое сопротивление (до 0,08 МПа), износ прутков, засорение оросит. сопел. Расход воды на очистку продуктов сгорания $0,15—0,2 \text{ л/м}^3$, что составляет для котла ДЕ-20-13 около 4,6 т/ч.

На мощных ТЭС и ТЭЦ для улавливания золы и очистки продуктов сгорания в осн. используют электрофильтры. Способ очистки в них основан на том, что при пропуске через электр. поле высокого напряжения, создаваемого между отрицат. и положит. полюсами, происходит ионизация газового потока. При этом частицы уноса, содержащиеся в продуктах сгорания, получают электр. заряд. Осн. масса частиц заряжается отрицат. ионами и переносится к положит. полюсу — осаждающему электроду. Степень улавливания золы в электрофильтре возрастает с ростом напряженности электр. поля, определяемой свойствами пылегазового потока, и падает с увеличением скорости дымовых газов. Электрофильтры, как и механич. З., лучше улавливают крупные частицы золы. Выпускают электрофильтры ДВП, ДГП, ДГПИ, ПГЗ, ПГДС, УГ (Д — дымовой, П — пластинчатый, В — вертик., Г — горизонт., З — золоуловитель, У — унифициров., С — С-образный электрод). Коэфф. обеспыливания в электрофильтрах — 88,5—98% при возможности улавливания частиц не менее 10 мкм. Гидравлич. сопротивление газовой

му потоку невелико — 20—200 Па. Расход электроэнергии на очистку газов — $0,1—0,15 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ на 1000 м^3 газа. Электрофильтры устанавливаются в помещениях котельной или на открытом воздухе. Наружные поверхности электрофильтра покрывают тепловой изоляцией. Достоинства электрофильтров — высокий коэфф. очистки газов и малое гидравлич. сопротивление; недостатки — большие габариты, высокая стоимость в связи с применением устройств для получения пост. тока высокого напряжения.

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

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

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

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

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

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

Для поверхностного источника водоснабжения границу первого пояса З.с.о. устанавливают в целях устранения возможности случайного или умышленного загрязнения воды в этом поясе. Пояс охватывает акваторию рек и подводящих каналов не менее чем на 200 м от водозабора вверх по течению и 100 м вниз по течению. По прилегающему берегу граница пояса

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

Для подземных источников водоснабжения границу первого пояса З.с.о. устанавливают на расстоянии 30—50 м от водозабора. Границы второго пояса З.с.о. подземного источника служат для защиты водоносного горизонта от микробных загрязнений. Основным параметром, определяющим расстояние от водозабора до

границы, является достаточная для гибели микроорганизмов продолжительность продвижения микробного загрязнения с потоком подземных вод к водозабору. Для подземных вод третий пояс служит для защиты от химических загрязнений. Они практически не изменяют свой состав и концентрацию при взаимодействии с подземными водами и могут переноситься потоком в водоносном горизонте на большие расстояния.

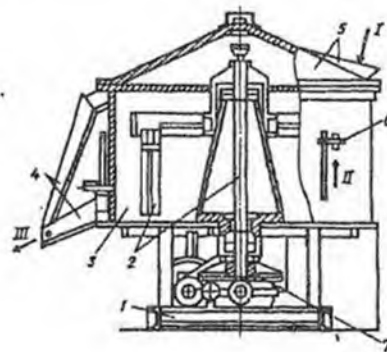
ЗОНА СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ — часть *системы отопления* определ. высоты, выбираемой с целью ограничения *давления гидростатического* при вертикально-однотрубном *водяном отоплении*, теплового разрегулирования при вертикальной *двухтрубной системе отопления* или канальном *воздушном отоплении*. Высота З.с.о.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

И

ИДЕНТИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕПЛООВОГО И ВОЗДУШНОГО РЕЖИМОВ ЗДАНИЯ — определение неизвестных или приближенных параметров модели на основе сопоставления данных ее реализации с аналогичными данными натурного обследования объекта моделирования. Идентификация позволяет уточнить и упростить математическую модель теплового и воздушного режимов здания, предназначен. для управления параметрами микроклимата. Основу для идентификации составляют результаты измерений в натуральных условиях в процессе функционирования помещения. Возмущающее воздействие на помеще-ние, в результате к-рого происходит изменение измеряемых параметров, может быть естественным или искусственным.

ИЗБЫТОЧНОЕ ДАВЛЕНИЕ ВОЗДУХА на поверхностях ограждения здания — разность между давлением воздуха на поверхности здания и его атм. давлением в отдалении от него на том же уровне. Избыточное давление формируется под действием ветровых и гравитац. сил, а также за счет дисбаланса воздуха систем вентиляции и может быть положит. и отриц. Измеряется в Па. Гравитац. давление возникает за счет разницы уд. веса воздуха снаружи и внутри здания.

ИЗВЕСТЕГАСИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ — комплекс механизмов, установок, аппаратов и устройств, предназначен. для гашения извести и дробления ее

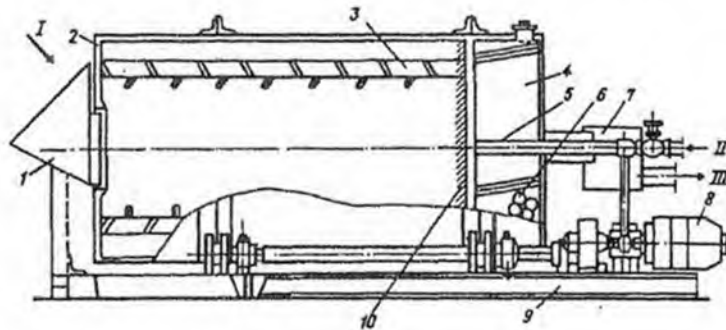


Механическая лопастная известегасилка

1 — загрузка извести; II — подача воды; III — отвод известкового молока; 1 — рама; 2 — вал с лопастями; 3 — чаша-резервуар; 4 — лоток отвода известкового молока; 5 — загрузочный бункер; 6 — вентиль на подаче воды; 7 — привод

Телемеханическая известегасилка

I — загрузка извести; II — подача воды; III — отвод известкового молока; 1 — загрузочный бункер; 2, 3 — наружный и внутренний корпус; 4 — рабочая камера; 5 — центр. вал; 6 — металлические шары; 7 — лоток выгрузки известкового молока; 8 — привод; 9 — рама; 10 — дырчатая перегородка (диафрагма)



(при необходимости) с получением известкового молока или известкового теста. В качестве И.о. применяют шаровые или стержневые и ротац. жидкостные мельницы, известегасилки. Подаваемая в качестве исходного сырья в аппарат комовая или порошковая известь реагирует с подаваемой в него же водой, интенсивно перемешивается и измельчается. В результате образуется известковое молоко или тесто определ. концентрации. В конструкциях без дробления остаются неиспользуемые отходы — инертные включения в сырье, продукты недожога, пережога. В установках с дроблением практически все компоненты исходного сырья попадают в суспензию. Для гашения извести используют в основном оборудование, применяемое в произ-ве строит. материалов.

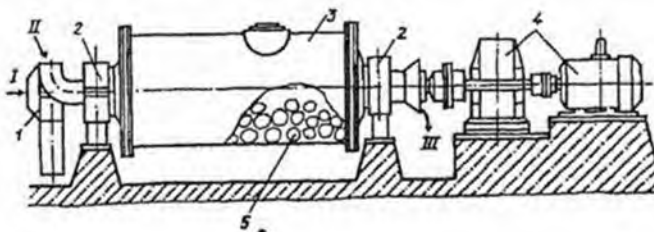
ИЗВЕСТКОВОЕ ХОЗЯЙСТВО — комплекс оборудования помещений для

приготовления, складирования (хранения) и подачи (дозирования) реагента, содержащего окись кальция (CaO), на водопроводно-канализац. сооружения в качестве подщелачивающего в-ва. Как правило, И.х. размещают в блоке реагентного х-ва очистных водопроводных и канализац. станций. Известь, поступающая в И.х., может быть в виде известкового молока (суспензии CaO), содержащего активное в-во в концентрации, получаемой в пределах его растворимости при соответствующей темп-ре, или известкового раствора, из к-рого удалены извеш. в-ва. Иногда применяют и сухую порошкообразную известь. Исходный товарный продукт, содержащий CaO , может поставляться на сооружения в виде комовой негашеной извести либо гашеной порошкообразной — пушонки.

В зависимости от вида товарного продукта и способа его доставки существует неск. схем реагентных х-в. При получении в качестве исходного сырья известкового молока или теста, доставляемого автоцистернами или по трубопроводам, предусматривают прием и складирование его в резервуарах-хранилищах с пост. перемешиванием суспензии мешалками, рециркулирующей насосами или сжатым воздухом (что менее желательно). По мере расходования реагент перекачивается из хранилища в расходные баки, где добавлением воды при пост. перемешивании

Шаровая мельница

I — загрузка извести; II — подача воды; III — отвод известкового молока; 1 — загрузочный бункер; 2 — роликовые опоры; 3 — корпус; 4 — электропривод с редуктором; 5 — металлические шары



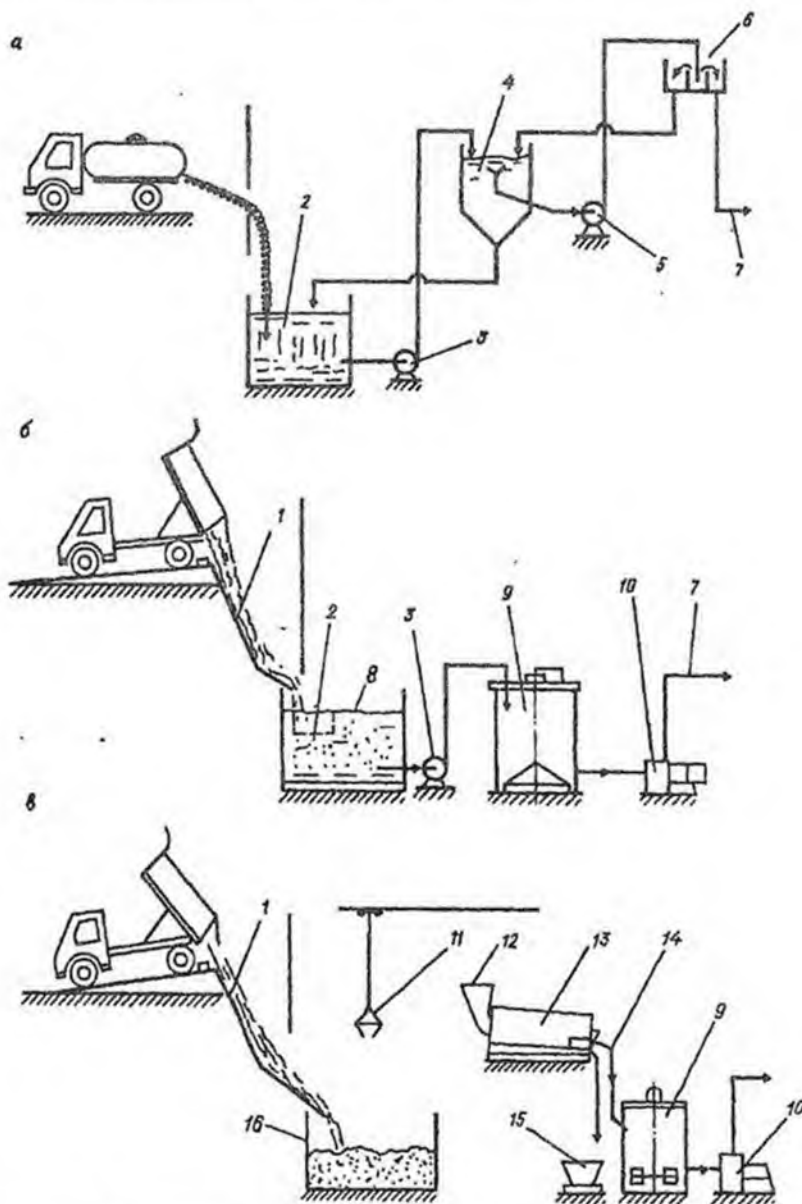


Схема известкового хозяйства

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

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

дробления и приготовления известкового молока, собирается в расходные баки, дозируется и транспортируется к местам ввода в обрабатываемую среду

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

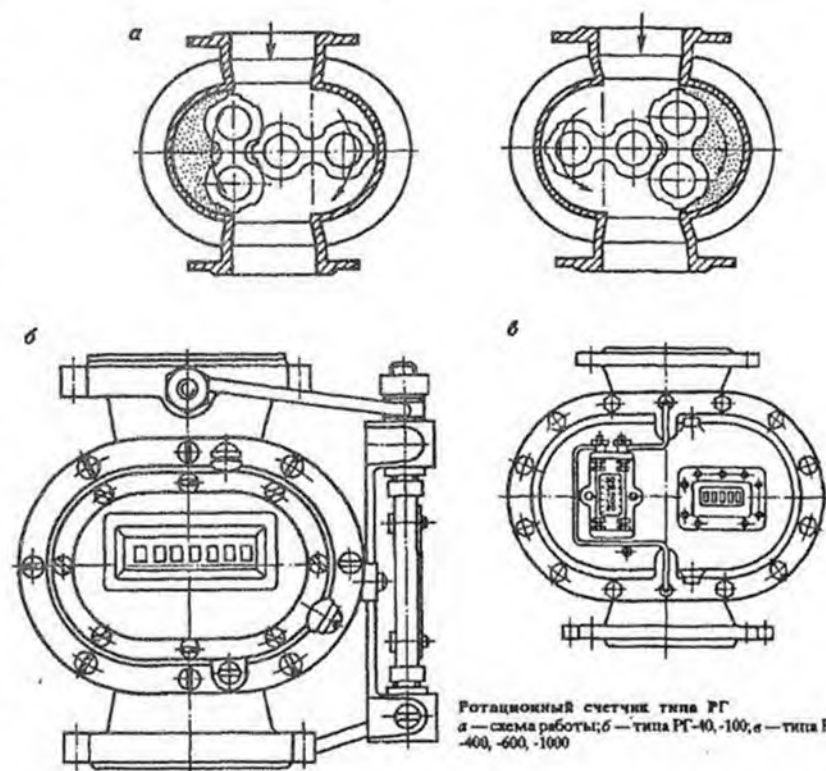
Известковые суспензии и растворы обладают способностью засорять коммуникации (трубопроводы), по которым их транспортируют, в связи с чем необходимо обеспечивать скорость их движения не менее 0,8 м/с, а также периодическую промывку трубопроводов чистой водой. Диаметр трубопроводов должен быть не менее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

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

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

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

Ультразвуковые расходомеры — наиболее совершенные приборы для измерения расхода жидкости в трубах большого диаметра. Они основаны на измерении разности времени прохождения ультразвукового сигнала по направлению течения жидкости и против него. Ультразвуковой расходомер включает два пьезоэлектрич. датчика, размещенных с разных сторон трубы так, чтобы ось акустич. канала между ними была расположена под углом 45° к оси потока, и измерит. блок, воспринимающий сигналы датчиков и преобразующий их в единицы



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

расхода и объема жидкости. Пром-сть выпускает ультразвуковые расходомеры для трубопроводов $D_u = 400..1400$ мм. Достоинства расходомеров этого типа — отсутствие доп. потерь напора, высокая точность и большой диапазон измерений (до 1:10).

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

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

Для измерения объема жидкости применяют счетчики жидкости. Их чувствит. элемент — турбинка. В водосчетчиках небольших условных проходов (20—50 мм) используют крыльчатые

турбинки с осью, перпендикулярной оси потока, а условных проходов 60—250 мм — аксиальные турбинки с осью, параллельной оси потока. Турбинки через редуктор связаны со счетным механизмом. Частота вращения турбинки пропорциональна объему воды, протекающей через водосчетчик.

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

В счетчике для получения сравнимых результатов измерений расход газа

приводят к норм. условиям. При пром. измерениях норм. показателями считают темп-ру, равную 20°С, давление, равное 101 325 Па, и относит. влажность, равную 0. Объемный расход газа выражают в м³/ч. Счетчики располагают по ходу газа после регуляторов давления газа, при использовании сужающих устройств (диафрагмы) — до регуляторов давления и предохранит. запорного клапана, но после фильтров с целью уменьшения эрозии острой кромки диафрагмы.

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

В газовом расходомере перепад давления измеряют с помощью дифманометра. Сужающее устройство, выполняющ. функции первичного преобразователя, устанавливают в газопроводе. При протекании через него газа скоростью потока в суженном сечении повышается по сравнению с его скоростью в газопроводе. Увеличение скорости, а следовательно, и кинетич. энергии вызывает уменьшение потенц. энергии потока в суженном сечении. Соответственно и статич. давление в нем будет меньше, чем до него. Перепад давления связан с расходом квадратич. зависимостью. В качестве сужающих устройств применяют стандартные диафрагмы, представляющие собой тонкий диск с отверстием круглого сечения, центр к-рого лежит на оси трубы. Сужение потока начинается до диафрагмы, и на нек-ром расстоянии от диафрагмы оно достигает минимума. Далее сечение потока постоянно расширяется до тех пор, пока не станет равным полному сечению трубопровода. При протекании газа через диафрагму за

ней в углах образуется мертвая зона, где вследствие разности давлений возникает обратное движение газа, на преодоление к-рого затрачивается значит. часть энергии. При этом происходит потеря давления. Отбор давлений осуществляют с помощью двух отд. отверстий, располож. до и после диска диафрагмы в углах, образуемых ее плоскостью и внутр. поверхностью трубопровода. Дифманометры могут быть показывающими (П) или самопишущими (С). Последние кроме устройства, записывающего перепад давления, могут иметь дополнит. запись давления и интегратор. Привод диаграммы может быть от часового механизма или от синхронного микродвигателя. По конструктивному устройству дифманометры бывают сильфонные (С), поплавковые (П) и трубчатые (Т).

ИЗОЛЯЦИЯ ГАЗОПРОВОДОВ — покрытие наружной поверхности газопровода спец. мастиками и оберточными материалами для защиты металла трубы от почвенной коррозии. И.г. — пассивная защита. К изоляц. материалам предъявляются след. требования: монолитность покрытия, водонепроницаемость, хорошее прилипание к металлу, хим. стойкость, механич. прочность, диэлектрические свойства. Применяют битумно-полимерные, битумно-минер. и битумно-резиновые мастики. В битумно-минер. мастиках в качестве наполнителей используют хорошо измельч. доломит, доломитизиров. или асфальтовые известняки; в битумно-резиновых — резиновую крошку, изготвл. из амортизаторов. покрышек; в битумно-полимерных — атактич. полипропилен, порошкообразный полипропилен. Для повышения пластичности и уменьшения хрупкости при отриц. темп-рах в битумные мастики добавляют пластификаторы. В городах и нас. пунктах применяют защитные покрытия весьма усил. типа, к-рые наносят на трубу только в заводских условиях. Нанесение защитных покрытий непосредственно на месте укладки газопровода допускается только при проведении ремонтных работ, изоляции сварных стыков и мелких фасонных частей. Битумные покрытия весьма усил. типа имеют след. структуру: битумная грунтовка (толщина слоя 0,1—0,15 мм), битумная мастика (толщина слоя 2,5—3 мм), армирующая обертка (в 3 слоя), наружная обертка из бумаги. Общая толщина весьма усиленной изоляции не менее 9 мм. Перед нанесением изоляции трубу очищают стальными щетками до металлич. блеска и протирают. После этого накладывают грунтовку, к-рая представляет собой нефтяной битум, развед. в бензине в соотношении 1:2 или 1:3. После высыхания грунтовки на нее накладывают в неск. слоев горячую (160—

180°С) битумную мастику исходя из требований, предъявляемых к изоляции. В зависимости от числа нанес. слоев мастики и усиливающих обертку различают след. типы изоляц. покрытий: нормальную, усил. и весьма усил. В качестве изоляц. покрытий для газопроводов применяют пластмассовые пленочные материалы (ленты) с подклеивающим слоем. Поливинилхлоридные и полиэтиленовые ленты выпускают толщиной 0,3—0,4, шириной 400—500 мм и длиной 100—150 м, намот. в рулоны. Трубы очищают, затем покрывают грунтовкой, представляющей собой клей, раствор. в бензине, после чего обертывают изоляц. лентой в неск. слоев и защитным покрытием из рулонного материала. Весьма усил. изоляция состоит из 3 слоев ленты толщиной не менее 1,1 мм. Для обертки труб применяют спец. машины. В качестве защитного покрытия используют также эмаль этиноль, состоящую из лака этиноль (примерно 2/3) и асбеста (1/3). Толщина покрытия — не менее 0,6 мм.

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

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

ИЛОВЫЕ ПЛОЩАДКИ — сооружения для подсушивания (обез-

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

ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ТЕПЛО-ВОЙ ПУНКТ (ИТП) — комплекс оборудования для приготовления *теплоносителя*, обеспечивающего *отопление* и *вентиляцию*, и горячей воды для водоснабжения здания. Размещается часто в подвальных помещениях. Для повышения надежности и культуры обслуживания следует располагать в помещениях первого

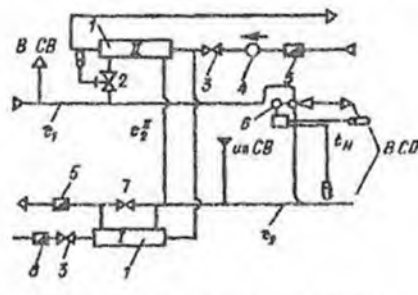


Схема индивидуального теплового пункта
1 — водонагреватели горячей воды (теплообменники) I и II ступеней; 2 — регулятор температуры; 3 — обратный клапан; 4 — циркуляционный насос; 5 — водомер горячей воды; 6 — элеватор с регулируемой иглой; 7 — задвижка; 8 — водомер холодной воды

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

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

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

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

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

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

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

находящиеся в земной коре, воде, воздухе; космич. лучи; нейтронные потоки и ультрафиолетовое излучение; электр. разряды в атмосфере; баллоэлектрич. эффект (дробление и распыление воды); трибоэлектрич. эффект (взаимное трение пылинок, частиц снега и т.п.). В приземном слое источники И.в. — радиоактивные в-ва и космич. лучи. Почти все породы, входящие в состав земной коры, содержат радиоактивные в-ва, излучения и эманации к-рых ионизируют воздух. Наряду с возникновением легких аэроионов происходит их непрерывное исчезновение. Факторами, определяющими их исчезновение, являются комбинация двух легких аэроионов разл. полярностей, адсорбция легких аэроионов разл. полярностей, адсорбция легких аэроионов на незаряж. ядрах конденсации и т.п. В зависимости от соотношения процессов ионизации и деионизации устанавливается определ. уровень И.в. Концентрация легких аэроионов обеих полярностей составляет для сельских р-нов 1000—1500 в 1 см³, доходя до 2000—2200 в 1 см³ в чистом горном воздухе и ряде курортных мест.

Уровень И.в. в помещениях зависит от уровня ионизации наружного воздуха и интенсивности воздухообмена. Осн. причина уменьшения концентрации легких аэроионов в помещениях — поглощение их в процессе дыхания людей; интенсивность этого процесса прямо пропорциональна кол-ву этих аэроионов. Большое влияние на уровень И.в., особенно в помещениях с малой кратностью воздухообмена, оказывают материал строит. конструкций и отделочные материалы. Присутствующие в них следы радиоактивных примесей служат источниками т.н. "внутр. ионообразования", способного существенно увеличить уровень И.в. в помещениях. Вентиляционные системы и системы кондиционирования воздуха оказывают существен. влияние на концентрацию легких аэроионов. Воздух, проходя через фильтры, воздуховоды, др. конструктивные элементы систем, теряет до 80% легких аэроионов. Уровень И.в. в помещениях, концентрация легких аэроионов, особенно отриц., концентрация тяжелых аэроионов и соотношение концентраций тяжелых и легких ионов — важнейшие показатели сан.-гигиенич. состояния воздуха, определяющие его свежесть и биологич. полноценность. Русский ученый А.Л.Чижевский (1897—1964) экспериментально доказал, что присутствие в воздухе повыш. концентраций легких отрицат. аэроионов оказывает положит. влияние на самочувствие человека, тогда как увеличение концентраций тяжелых аэроионов в помещениях, особенно при большом кол-ве людей в них,

является причиной ощущения духоты. Установлено, что легкие аэроионы оказывают влияние на физ.-хим. свойства воздуха, сообщая электр. заряд молекулам кислорода и озона, усиливая т.о. их биологич. активность. Для обеспечения в помещениях повыш. концентрации легких отрицат. аэроионов А.Л.Чижевский в конце 20-х гг. впервые предложил электроэфлювиальный способ И.в. и изготовил первый аппарат — электроэфлювиальную люстру.

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

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

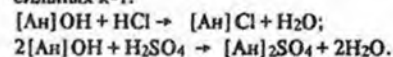
ИОНООБМЕННОЕ ОБЕССОЛИВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД — последоват. фильтрование воды через гранулиров. Н-катиониты и ОН-аниониты, представляющие собой полимерные неэластичные в воде к-ты и основания. Эта технология наиболее экономична по сравнению с другими при исходном содержании обрабатываемой воды до 1—1,5 г/л.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

$$[\text{Кат}]Н + \text{NaCl} \rightarrow [\text{Кат}]На + \text{HCl};$$

$$2[\text{Кат}]Н + \text{MgSO}_4 \rightarrow [\text{Кат}]_2\text{Ng} + \text{H}_2\text{SO}_4;$$

$$2[\text{Кат}]Н + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow [\text{Кат}]_2\text{Ca} + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}.$$

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



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

$$2[\text{Кат}]На + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2[\text{Кат}]Н + \text{Na}_2\text{SO}_4,$$

а анионитовые фильтры — раствором щелочи:



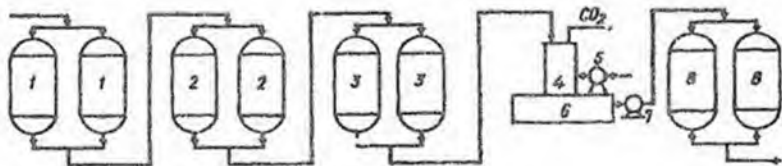
Отмытые от продуктов регенерации ионитовые фильтры снова включаются в работу для обессоливания след. порций воды. Существующие ионообменные материалы делятся на три большие группы: органич., неорганич. и минерально-неорганич. В практике водоподготовки применяют в осн. органич. ионообменные смолы, полученные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

Катионит КУ-2-8 имеет гелевую структуру, является монофункционал. сильнокислотным сополимеризац. катионитом, обладает высокой хим. стойкостью к щелочам, к-там, окислителям, а также высокой механ. и термич. (до 120°C) прочностью, сохраняет обменную емкость при рН = 1...14. Практически не отравляется органич. соединениями, легко регенерируется растворами солей и к-т. Полная статич. обменная емкость этого катионита — 1,8 мг-экв/см³.

Катионит КБ-4 — сополимеризац. слабокислотный монофункционал. карбоксильный катионит гелевой структуры достаточно устойчив к растворам щелочей, к-т и окислителей, имеет высокую термостойкость (до 150°C), обладает высокой селективностью к 2- и 3-зарядным катионам. Его полная статич. обменная емкость 3—5 мг-экв/см³; диапазон рабочих значений рН при обессоливании воды — 7,4—14.

Анионит АВ-17-8 — сополимеризац. сильноосновный монофункционал. анионит гелевой структуры, недостаточно устойчив к действию высоких (более 90°C) темп-р. При 18—20°C устойчив к действию разбавл. к-т, щелочей и окислителей. Полная статич. обменная емкость анионита — 1,15 мг-экв/см³, диапазон рабочих значений рН обрабатываемой воды — 1—14.

Анионит АН-31 — поликонденсац.



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

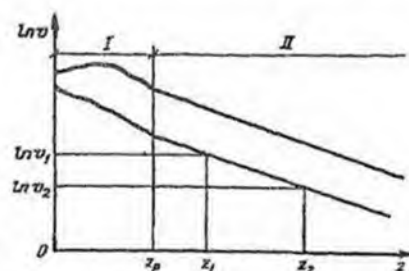
слабоосновный, полифункциональный. Устойчив к разбавл. раствором к-т и щелочей, в растворах окислителей его обменная емкость снижается даже при комнатной темп-ре. Его полная статич. обменная емкость — 2,6 мг-экв/см³; диапазон рабочих значений рН обрабатываемой воды — 1—6,5.

В зависимости от требований к качеству обессол. воды ее обработка может производиться в одну или неск. ступеней. При одноступенчатом обессоливании содержание обработанной воды может быть снижено до 2—20, при двухступенчатом — до 0,1—0,5, при трехступенчатом — до 0,05—0,1 мг/л. Одноступенчатая схема, как правило, не предусматривает снижения содержания кремния в обрабатываемой воде, двухступенчатая позволяет уменьшить содержание кремниескислоты до 0,1, трехступенчатая — до 0,02 мг/л. Н-катионитовые фильтры I ступени загружают сильноокислотным катионитом, а ОН-анионитовые — слабоосновным анионитом. II ступень обессоливания служит для устранения из обрабатываемой воды катионов Na⁺ и анионов SiO₃²⁻ и CO₃²⁻. Поэтому Н-катионитовые фильтры II ступени загружают сильноокислотным катионитом, а ОН-анионитовые — сильноосновным анионитом.

В зависимости от качества исходной воды схема И.о.п.в. может иметь сооруженный предварит. очистки. При этом рекомендуется на ионитовые фильтры подавать воду с содержанием взвешенных в-в не более 8 мг/л, цветностью не менее 30° с перманганатной окисляемостью до 7 мгО/л. Разработано множество конструкций ионообменных установок, к-рые условно можно разделить на две группы: установки периодич. действия и установки непрерывного и полунепрерывного действия. На установках периодич. действия все технологич. операции проводят в одном фильтре последовательно. Различают фильтры со сплошным и взвешенным слоем, с противоточной регенерацией, однослойные и многослойные, однопоточные и многопоточные. Известны также намывные фильтры и фильтры сме-

шанного действия, к-рые загружают смесью анионита и катионита и применяют в основном на последней ступени обессоливания. Установки периодич. действия просты по конструкции, для их обслуживания не требуется квалификация персонала. К их недостаткам относятся значит. объем загружаемого ионита, повышенный расход реагентов на регенерацию, необходимость большого числа коммуникаций с запорной арматурой. Установки непрерывного и полунепрерывного действия состоят из неск. фильтров, в каждом из к-рых проводится только один процесс с непрерывно или периодически циркулирующим ионитом. Размеры фильтров выбирают такими, чтобы в процессе участвовал весь ионит. В результате этого объем загружаемого ионита в установках этой группы сокращается в 2—15 раз по сравнению с его объемом в установках периодич. действия. Получило распространение также ступенчато-противоточное ионирование, предусматривающее пропускание обрабатываемой воды вначале через предварит. включенный, затем через основной ионитовый, напр. Н-катионитовый, фильтр. Регенерация таких фильтров производится в обратном порядке: один и тот же регенерат. раствор вначале пропускают через осн. фильтр, затем через предварит. включенный. Регенерацию ОН-анионитовых фильтров II ступени производят большим избытком раствора щелочи. Поэтому очень часто обработ. регенерат. растворы этих фильтров применяют для регенерации ОН-анионитовых фильтров I ступени.

ИРРЕГУЛЯРНЫЙ РЕЖИМ — нач. стадия нагрева или охлаждения тел, характеризующаяся неупорядоченностью изменения темп-рного поля. И.р. обусловлен влиянием нач. распределения темп-р (начального условия). В начале переходного процесса теплопередачи темп-рное поле внутри тела остается невозмущенным, за исключением поверхностного слоя толщиной $\delta_a \sim \sqrt{az}$ (тепловой пограничный слой), где a — коэфф. теплопроводности, м²/с; z — время, с. Размер тела h на этой стадии обычно намного превышает толщину δ_a и практически не влияет на процессы в пограничном слое. Решение упрощается, если на этой стадии вместо обычно используемой относит. ко-



Стадии переходного теплового процесса
I — пререгулярный режим; II — регулярный режим

ординаты x/h воспользоваться отношением x/δ_a , что равноценно переходу к модели полуогранич. пространства [см. Непрерывный нагрев (охлаждение) тел]. При этом толщину теплового пограничного слоя δ_a принимают равной $3,7\sqrt{az}$ — при граничных условиях I рода и $3,2\sqrt{az}$ — II рода.

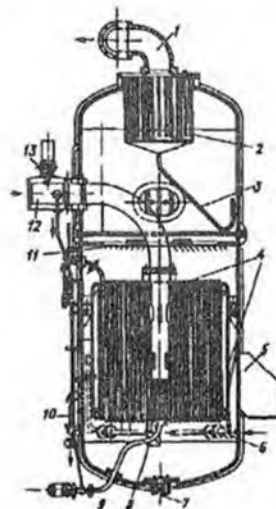
ИСКУССТВЕННОЕ ТОПЛИВО — горючие в-ва, получаемые из органич. сырья (твердого, жидкого и газообразного) либо путем его целенаправл. переработки, либо в виде побочного продукта, образующего параллельно с осн. продуктом технологич. процесса. И.т. подразделяют на композиц., синтетич. и горючие отходы. Композиц.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

пензии). Уд. теплота сгорания водомазутоугольной суспензии — 25—30 МДж/кг, мазутоугольной — 35—38 МДж/кг. Последние применяют для частичной замены жидкого топлива и уменьшения вредных в-в, выбрасываемых с продуктами сгорания. Композит. *твердым топливом* являются брикеты и гранулы. Брикеты — механич. смесь угольной или торфяной мелочи со связующими в-вами (как правило, нефтяного происхождения, напр. с нефтебитумом), спрессов. под давлением до 100 МПа. Брикеты являются относительно малозольным (10—25%) сортиров. топливом с теплотой сгорания от 17—18 (буроугольные брикеты) до 20—30 МДж/кг (каменноугольные). Гранулы изготовляют на вращающихся тарельчатых грануляторах из смеси бурой и каменноугольной мелочи (размером до 0,25 мм) и водного раствора органич. жидких отходов целлюлозного произ-ва. Диаметр гранул определяется требованиями, предъявляемыми к топливу для слоевого сжигания, и составляет 12—35 мм. Влажность гранул 20—30%, уд. теплота сгорания 18 МДж/кг. Для повышения прочности гранулы подвергают термич. обработке при темп-ре до 250°C. Синтетич. топливо получают в результате термохим. и хим. переработки горючих ископаемых. Исходный материал — уголь. Продукты его термохимич. переработки путем скоростного пиролиза при темп-ре до 590°C состоят: 15% из горючего газа с уд. теплотой сгорания 14,5—16,5 МДж/м³, 15% жидких углеводородов с уд. теплотой сгорания 36—38 МДж/кг и 70% полукокса с выходом летучих в-в 10,7% и уд. теплотой сгорания 27—28,5 МДж/кг. Полукок — синтетич. твердое топливо, используемое в котлах котлов ТЭЦ и ТЭС с пылевидным сжиганием, а также как исходное сырье для брикетов и гранул. Жидкие продукты термохим. разложения угля содержат ценные хим. соединения и могут использоваться для дальнейшей хим. переработки. Горючий газ — высококачеств. топливо, в т.ч. для произ-ва тепловой энергии. Окисковывание угольной мелочи без применения связующих в-в осуществляется в процессе термобрикетирувания — кратковременного нагрева угля до 350—440°C (в зависимости от степени углефикации угля) с последующим брикетированием нагретой угольной массы под давлением 40—75 МПа. Уд. теплота сгорания термобрикетов из бурых углей 29—30 МДж/кг.

Горючие отходы пром. и с.-х. произ-ва, бытового потребления, а также гор. мусор являются энергетич. ресурсами. Из них получают И.т. путем механич. или термохим. переработки. Отличит. особенность первичных горючих отходов — их нестабильность по составу и забалластированность негорючими компонен-

тами (стеклом, мегаллом и др.). Горючие отходы делят на жидкие и твердые. Первые — отработ. масла, обмывочные жидкости с большим содержанием органич. в-в, жидкие органич. соединения хим. произ-в и т.п. Их используют как топливо, когда применение в качестве хим. сырья нецелесообразно. Жидкие горючие отходы могут быть использованы самостоятельно, если их уд. теплота сгорания выше 6—8 МДж/кг, совместно с др. видами топлива, имеющими большую уд. теплоту сгорания, а также в качестве дисперс. среды в топливных эмульсиях и суспензиях. Твердые горючие отходы перед использованием подвергают обработке. Из гор. мусора извлекают стекло и металл, измельчают растит. органич. отходы и т.п. Подготовл. для сжигания гор. мусор влажностью 29 и зольностью 21% имеет уд. теплоту сгорания 11 МДж/кг, сухие с.-х. отходы (солома и др.) — 14—16, древесные отходы — 19—22 МДж/кг. Возможно совместное сжигание твердых отходов с осн. топливом в котлах крупных котельных и ТЭЦ.

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

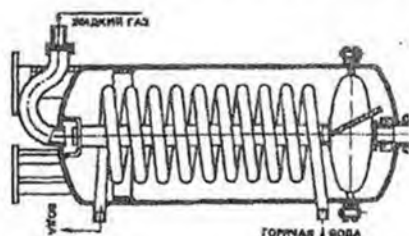


Вертикальный водотрубный испаритель
1 — выход вторичного пара; 2 — сепаратор; 3 — дренаж сепаратора; 4 — греющая секция; 5 — опора; 6 — растопочная паровая линия; 7 — нижний лаз; 8 — подвод питательной воды; 9 — отвод конденсата; 10 — вододоказательное стекло для конденсата; 11 — распределительная перегородка;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

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

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

Змеевиковый И.с.г. с расчетной испарит. способностью 100 кг/ч и темп-рой теплоносителя 80°C представляет со-



Малогабаритный испаритель сжигаемых газов

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

ИСПАРИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА — установка, предназн. для осуществления процессов испарения. Состоит из теплообменных аппаратов (испарителей) и вспомогат. оборудования (труб, насосов и др.) И.у. применяют в теплоэнергетике (установки для произ-ва дистиллята), для опреснения воды (опреснители) и т.п. Повыш. потери конденсата — пара ТЭЦ (АТЭЦ) восполняют с помощью многоступенчатых испарителей. Ступени чаще включают последовательно по пару. 1-я ступень питается отборным паром турбины; вторичный пар 1-й ступени служит греющим паром 2-й ступени, где и конденсируется, образуя дистиллят; вторичный пар 2-й ступени — греющим

паром 3-й ступени и т.д. Вторичный пар последней ступени отводится в конденсатор И.у., в к-ром подогревается конденсат турбины или др. низкотемп-ный поток воды. Чем больше число ступеней И.у., тем больше готового дистиллята она дает и тем больше потери конденсата могут быть восполнены.

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

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

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

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

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

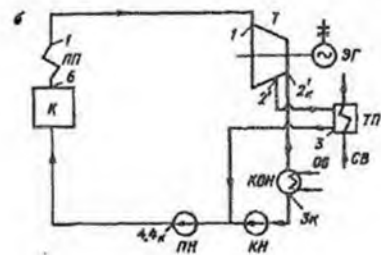
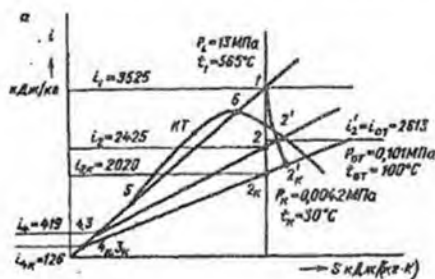
ИСПЫТАНИЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ — проверка вновь смонтированной или действующей вентиляц. установки с целью выявления возможных дефектов монтажа или отклонений при длит. эксплуатации. Перед пусковыми испытаниями проверяют: соответствие проекту; правильность установки оборудования, изготовления и монтажа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

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

регулированию (управлению), ими. Технич. паспорт вентиляц. установки (системы) включает: общие сведения, технич. хар-ки работы и результаты проверки гигиенич. эффективности, записи о конструктивных изменениях.

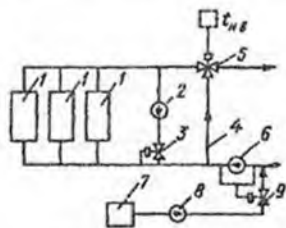
ИСТОЧНИК ТЕПЛОТЫ ПРИ ТЕПЛОНАСОСНОМ ОТОПЛЕНИИ — твердое, жидкое или газообразное в-во, обладающее большим запасом тепловой энергии, к-рая может быть извлечена и использована для отопления зданий с помощью испарителя теплового насоса. В качестве И.т.п.т.о. для теплового насоса используются окружающая среда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

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



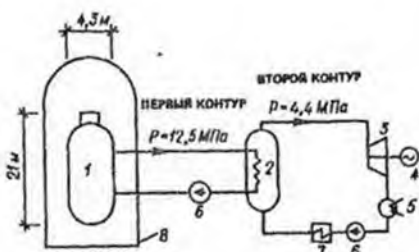
Цикл паросиловой установки на $i-S$ -диаграмме (а) и принципиальная схема ТЭЦ (б) 1—2 (1—2к) — адiabатное теплоподъемление на лопатках турбины до давления в отборе (до давления в конденсаторе); 2—3 — линия конденсации; 3—4 — сжатие в насосе; 4—5—6 — паробразование в котле; 6—1 — перегрев пара; К — котел;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

своей энтальпией для выработки электроэнергии. На $i-S$ -диаграмме проставлены параметры применительно к теплофикац. турбине Т-100-130/565. Пар входит в нее с давлением 13 МПа, темп-рой перегрева 565°C и энтальпией $i_1 = 3525$ кДж/кг. После частичного расширения в турбине пар из регулируемого отбора с давлением 0,1 МПа, темп-рой 100°C и энтальпией $i_{от} = 2613$ кДж/кг поступает в теплофикац. подогреватель, где конденсируется и с энтальпией $i_{кт} = 419$ кДж/кг забирается питательными насосами. Последние поднимают давление конденсата (практически без изменения темп-ры и энтальпии) до давления в котле и подают в него конденсат. В котле и пароперегревателе конденсат превращается в перегретый пар за счет теплоты, выделяемой при сгорании топлива. Из 1 кг пара на выработку электроэнергии расходуется $\Delta i_0 = i_1 - i_{от} = 3525 - 2613 = 912$ кДж/кг, а на теплоснабжение — $\Delta i_{тс} = 2613 - 419 = 2194$ кДж/кг. Электроэнергия вырабатывается с потерями, к-рые учитываются с помощью коэфф.: η_{oi} — внутр. относит. кпд турбины (он использован при определении $i_{от} = i_1 - (i_1 - i_2)\eta_{oi}$ ($\eta_{oi} = 0,83$); $\eta_{эм}$ — электроме-



Принципиальная схема котельной со стальными водогрейными котлами при двухтрубной тепловой сети

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



Принципиальная схема АЭС с реакторами ВВЭР-440

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

ханич. КПД турбогенератора, равный 0,98. Регенеративные подогреватели повышают КПД цикла примерно на 1,2. Следовательно, из 1 кг пара можно получить $\Sigma_{уд} = 9120,98 \cdot 1,2 / 3600 = 0,3$ кВт·ч/кг электроэнергии.

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

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

электроэнергии и 203 МВт·ч теплоты на теплоснабжение равен 39 178 кг.

При раздельной выработке электроэнергии на конденсац. электростанции (КЭС) конденсац. способ и теплоты в котельной расходы топлива будут больше. Параметры пара перед турбиной те же, а в конденсаторе давление 0,0042 МПа, темп-ра 30°C, энтальпия пара и конденсата 2020 и 126 кДж/кг. 1 кг пара отдает теплоту (в адиабатном процессе) $\Delta I_0 = 3525 - 2020 = 1505$ кДж/кг и вырабатывает электроэнергию $\Sigma_{уд} = 1505 \cdot 0,830,98 \cdot 1,1 / 3600 = 0,37$ кВт·ч/кг (здесь 1,1 учитывает регенеративный подогрев). Расход пара составит $100 \cdot 10^3 / 0,37 = 270$ т/ч. Расход теплоты в паре $Q = (3525 - 126) 270 \cdot 10^3 = 917$ ГДж/ч, в условном топливе $917 \cdot 34,1 / 0,9 = 34 700$ кг/ч. Уд. расход топлива в конденсац. цикле $b_k = 34 700 \cdot 10^3 / 100 \cdot 10^3 = 347$ г/кВт·ч, что в три раза больше, чем в теплофикац. цикле. Расход топлива на теплоснабжение останется тот же (пренебрегая разницей в КПД котельных). Общий расход составит $34 700 + 27 660 = 62 360$ кг вместо 39 178 кг в теплофикац. цикле. Следовательно, при выработке 100 МВт·ч электроэнергии в 203 МВт·ч теплоты на теплоснабжение экономия топлива составляет 62 360 - 39 178 = 23 182 кг. В действительности экономия топлива будет меньше, т.к. в течение года на ТЭЦ часть электроэнергии вырабатывается по конденсац. циклу из-за сезонного сокращения нагрузки на теплоснабжение. Средний уд. расход условного топлива на ТЭЦ около 260, а на КЭС — 360 г/кВт·ч. Такая разница приводит к существ. экономии топлива при теплофикации.

Паровые турбины для ТЭЦ по нач. параметрам пара перед ними бывают низкого (до 4 МПа), среднего (4—6 МПа), высокого (9—13 МПа) и сверхкритического (24 МПа) давлений. Темп-ра перегрева пара — до 565°C. Турбины небольшой мощности (до 25 МВт) имеют низкие и средние параметры, средней мощности (25—50 МВт) — высокие параметры, большей мощности (≥ 100 МВт) — высокие и сверхкритич. параметры. Для удовлетворения жилищно-коммун. нагрузок применяют теплофикац. турбины типа Т и промышленно-теплофикац. типа ПТ, выполняемые с конденсатором и регулируемым отбором пара. Противодавленч. турбины типа Р вырабатывают энергию только комбиниров. способом, поэтому их используют для покрытия пост. тепловых нагрузок, обычно технологич. нагрузок пром. предприятий. На ТЭЦ осн. тепловая нагрузка в течение года обеспечивается паром из отборов турбин, к-рый нагревает воду в теплообменных аппаратах теплоподготовительной установки до 20°C. Нагрев воды до более высокой темп-ры снижает

экономичность теплофикации, т.к. с повышением давления в отборах сокращается выработка электроэнергии. Отношение теплофикац. мощности осн. подогревателей, получающих пар из отборов турбин, к общей тепловой мощности ТЭЦ (включая мощность пиковых котлов) наз. коэфф. теплофикации. Он определяется экономич. расчетами и составляет 0,5—0,7.

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

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

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

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

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

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

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

Способность урана к делению не одинакова у разл. изотопов. Атомы U^{238} могут делиться только под действием очень быстрых нейтронов, а атомы U^{235} — под воздействием как быстрых, так и медленных нейтронов, причем для их деления

наиболее эффективны медленные нейтроны, движущиеся с тепловыми скоростями. Снижение скорости нейтронов достигается с помощью замедлителей — чистого графита, тяжелой и простой воды. При движении в них нейтроны не захватываются, а быстро теряют скорость. Уран помещают в замедлитель небольшими порциями на нек-ром расстоянии одна от другой. Быстрые нейтроны вылетают в замедлитель, их скорость снижается до тепловой, и они поглощаются ураном U^{235} , расщепляя его. Выделившаяся энергия отводится из реактора теплоносителем. Цепным процессом управляют с помощью стержней, выполн. из кадмия и бора, хорошо поглощающих нейтроны. Стержни-поглотители вводят в активную зону на разл. глубину, замедляя размножение нейтронов и уменьшая скорость цепного процесса.

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

В мировой практике атомной энергетики наибольшее распространение получили водо-водяные энергетич. реакторы (ВВЭР) с электр. мощностью 900—1400 МВт (тепловая мощность больше в 3 раза). ВВЭР имеют толстостенный стальной корпус, заполн. обычной водой, к-рая выполняет функцию замедлителя и теплоносителя одновременно. Активная зона расположена внутри корпуса. Для предотвращения закипания вода находится под давлением. Вода как замедлитель обладает высокой эффективностью, поэтому у этих реакторов компактная топливная решетка. На отечественных АЭС построены реакторы ВВЭР-440 (электр. мощность 440 МВт, тепловая — 1375 МВт), освоено ВВЭР-1000. Технологич. схема блока с ВВЭР-440 — двухконтурная с шестью петлями. Петля включает главный насос, парогенератор, задвижки, стальные трубопроводы диаметром 500 мм. Второй контур имеет общепринятую схему. Принцип. схема АЭС с реакторами ВВЭР-440 предусматривает возможность присоединения любого из шести парогенераторов к любой из двух турбин. Мощность турбин 2х220 — 440 МВт. Произ-сть одного парогенератора 425 т/ч. Давление пара перед турбиной 4,4 МПа. Реактор устанавливают помещения циркуляц. петель со всем оборудованием. Помещения герметичны и отделены от других. Перегрузка топлива осуществляется 1—2 раза в год. Длительность остановки реактора для перегрузки 7—8 суток. Ядерное топливо в виде таблеток диаметром около 1 см и высотой 1,5 см собирается в колонку (200 штук) и загружается в тепловыделяющий элемент (ТВЭЛ) — пустотелый цилиндр, выполненный из циркония с 1% ниобия. Длина ТВЭЛ примерно 3,5 м,

диаметр 1,36 см. ТВЭЛ собирают в кассеты и загружают в замедлитель реактора — воду, к-рая под давлением 12,5 МПа (ВВЭР-440) циркулирует через реактор и парогенератор, образуя первый контур. Второй контур включает парогенератор, где получается пар с давлением 4,4 МПа, и турбину. Пар расширяется на лопатках турбины, конденсируется в конденсаторе и насосом подается в парогенератор. На АТЭС пар расширяется в турбине частично и конденсируется в теплофикац. подогревателях, через к-рые циркулирует сетевая вода, образуя третий контур.

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

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

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

и растаявшая вода из поддона хранилища или льдогенератора. Для охлаждения воздуха помещений в климатич. зонах с суточной суточной амплитудой темп-ры используют "ночной колод". Наружным воздухом с относительно низкой темп-рой ночью охлаждаются строит. конструкции или спец. емкие аккумулярующие устройства, в к-рых днем охлаждаются более теплый наружный воздух.

Искусств. источники холода используют в холодильных машинах, потребляющих электрич. или тепловую энергию. Наибольшее распространение для кондиционирования воздуха получили пароконпресс. холодильные машины, работающие по холодильному циклу с изменением агрегатного состояния *холодильного агента* при подводе и отводе теплоты. В холодильных машинах абсорбционных для выработки холода используется тепловая энергия, что позволяет утилизировать низкопотенц. и возобновляемую тепловую энергию. В холодильных машинах воздушных рабочим в-вом служит воздух, к-рый может подаваться непосредственно в помещение. Эффективность получения холода в этих машинах ниже, чем в компресс. и абсорбц. Для выработки искусств. холода используются также термоэлектрич. аппараты, выполняемые из батарей полупроводниковых элементов. Их применяют в кондиционерах и воздухоохладителях.

ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ — в-ва или природные носители энергии, потенциал к-рых достаточен для преобразования в др. виды энергии для последующего целенаправл. использования. Все И.э. условно делят на первичные и вторичные. Первичные И.э. созданы природными процессами. К ним относятся ископаемое горючее (органич. и неорганич.), расщепляющееся *топливо*, терм. воды, энергия Солнца, ветра, рек, морей и океанов. Они могут быть невозобновляющимися и возобновляющимися. К невозобновляющимся относят уголь, нефть, газ, *горючие сланцы*, *торф* и ископаемые расщепляющиеся в-ва — уран, торий; к возобновляющимся — продукты непрерывной деятельности Солнца и природных процессов на поверхности Земли: ветер, водные ресурсы, растит. продукты. Практически неисчерпаемыми первичными И.э. служат терм. воды, Солнце, ветер и в-ва, к-рые могут быть источниками термоядерной энергии. Эне-

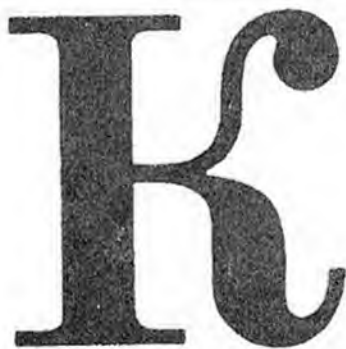
ргетич. ресурсы — природные носители энергии, образовавшиеся в результате геологич. развития Земли и природных процессов. Аналогично И.э. их делят на возобновляющиеся и невозобновляющиеся. Отличит. особенность невозобновляющихся энергетич. ресурсов — их высокий энергетич. потенциал и откосит. доступность извлечения. Поэтому использование ресурсов данной группы достигает 90%, большую ее часть составляют ископаемые горючие в-ва — органич. топливо. Наибольшие энергетич. ресурсы органич. топлива сосредоточены в угле. Геологич. ресурсов нефти в мире в 20—30 раз меньше, чем угля. Ее месторождения разведаны значительно полнее. В мире имеются также большие запасы т.н. нетрадиц. ресурсов нефти, для извлечения к-рой нужны новые технологии. К ним относятся битуминозные пески, нефтеносные сланцы, а также уголь, к-рый может использоваться как сырье в произ-ве синтетич. нефти. Геологич. ресурсы такой нефти в 2—3 раза больше ресурсов традиц. нефти. Перспективные источники добычи нефти — глубоководные морские и арктич. месторождения. Развед. запасы урана ограничены. Расширению ресурсов урановых руд и др. изотопов урана для произ-ва тепловой энергии способствует использование на атомных станциях реакторов на быстрых нейтронах вместо реакторов на тепловых нейтронах. Возобновляющиеся энергетич. ресурсы способны ежегодно восстанавливаться. Одним из видов этих ресурсов является гидроэнергия рек, в настоящее время используется только 16% ее мирового потенциала. Другой вид возобновляющихся энергетич. ресурсов — *биотопливо*. Самый крупный энергетич. ресурс Земли — солнечная энергия. До 43% общей солнечной радиации преобразуется в тепловую энергию с энергетич. ресурсом около 2,4 млн ЭДж в год, что значит. превышает развед. ресурсы органич. и ядерного топлива. Косв. видами солнечной энергии являются энергия ветра и волн и теплота океана. Геотерм. энергетич. ресурсы являются низкопотенц., огромные запасы позволяют считать их неисчерпаемыми. Скоцентрированы они вдоль изуч. геофизич. поясов, занимающих около 10% поверхности Земли. В России для теплоснабжения много лет работают геотерм. установки в Ставропольском и Краснодарском краях, Камчатской обл. и др.

Эффективность использования энер-

горесурсов характеризуется степенью преобразования их энергетич. потенциала в конечную продукцию или в конечные виды энергии, полезно используемые. Уровень использования энергетич. ресурсов зависит от степени извлечения их при добыче, от сохранения добытого топлива при его первичной переработке (напр., обогащении), транспортировке и хранении, от степени преобразования первичных энергетич. ресурсов в нужный вид энергии (тепловую, механич., электрич.), а также от степени полезного использования конечного вида энергии. В основе традиционных процессов добычи, переработки и использования энергетич. ресурсов лежат простота их добычи и небольшие затраты труда. Это обстоятельство, а также невысокий уровень развития техники обуславливают сохранение низких значений коэфф. извлечения топлива, %: для месторождений нефти — не выше 30—40, газа — 80, угля — 40 и ниже. Выработка дешевых месторождений топлива, необходимость разработки труднодоступных его запасов и связ. с этим повышение стоимости добычи обусловили необходимость внедрения новых технологий добычи топлива. Для повышения степени извлечения нефти до 40—45% и выше применяют закачивание в нефтяной пласт водяного пара, газов с высокой темп-рой и химич. реагентов, понижающих вязкость нефти; для увеличения объемов добычи газа — закачивание жидкостей, вытесняющих газ, и др. способы.

Использование ряда первичных И.э. сдерживалось либо сложностью преобразования их энергии в тепловую (напр., расщепляющиеся в-ва), либо относительно низким их энергетич. потенциалом, что требовало больших затрат на получение тепловой энергии необходимого потенциала (напр., использование солнечной энергии, энергии ветра и др.). Мировое развитие научно-производств. потенциала позволило получать тепловую энергию из ранее не разрабатывавшихся первичных И.э.

Вторичные И.э. — в-ва, обладающие энергетич. потенциалом и являющиеся побочными продуктами деятельности человека. К ним относятся отработ. горючие органич. в-ва, гор. отходы, горячий отработ. теплоноситель (газ, вода, пар), нагретые вентиляц. выбросы, отходы с.-х. произ-ва и др.



КАВИТАЦИЯ (от лат. *cavitas* — пуста) — нарушение сплошности внутри жидкости, т.е. образование в капельной жидкости полостей, заполн. газом, паром или их смесью (т.н. кавитац. пузырьков, или кавери). Возникает в результате местного уменьшения давления ниже критич. значения (для реальной жидкости оно приблизительно равно давлению насыщ. пара этой жидкости при данной темп-ре). В случае понижения давления вследствие местного повышения скорости в напорном потоке капельной жидкости **К.** наз. гидродинамич.; в случае понижения давления вследствие прохождения в жидкости акустич. волн — акустич. **К.** Неблагоприятно отражается на работе насосов, гидротурбин (вибрация, снижение кпд, разрушение рабочих органов).

КАЛАЧ — изогнутый под углом 180° отрезок теплопровода в системе отопления, предназначен. для соединения двух параллельно располож. труб (с изменением направления движения теплоносителя на противоположное).

КАЛОРИФЕР (от лат. *calor* — тепло, *fero* — несу), воздухонагреватель, воздухоподогреватель — теплообменный аппарат для нагревания проходящего через него воздуха. Воздухоподогреватели (**ВП**) широко применяют в котельных установках ТЭС и пром. предприятий, в пром. печных агрегатах, в системах воздушного отопления, приточной вентиляции и кондиционирования воздуха. В качестве теплоносителя используют горячие газообразные продукты сгорания (в котельных и печных установках), водяной пар, горячую воду или электроэнергию (в системах отопления и вентиляции). По принципу действия **ВП** разделяют на рекуперативные и регенеративные. В рекуперативных теплообмен между теплоносителем и нагреваемым воздухом происходит непрерывно через разделяющие их стенки поверхностей нагрева, в регенеративных — попеременно нагреванием и охлаждением насадок (металлич. или керамич.) неподвижных или

вращающихся. По виду применяемого материала рекуперативные **ВП** подразделяют на чугунные, стальные и неметаллич., а по конструктивному оформлению — на пластинчатые и трубчатые. У чугунных толщина теплопередающей поверхности обычно равна 6 мм, у стальных — 0,5—2 мм. Поверхность нагрева чугунных **ВП** обычно состоит из горизонт., овальных с внутр. и наружной сторон оребренных (для увеличения площади поверхности) чугунных труб. Продукты сгорания проходят между трубами, воздух — внутри труб. В последние годы чугунные **ВП** в котлостроении практически не применяют из-за громоздкости, большой массы, хрупкости. Их преимущество — стойкость против коррозии и жаростойкость. Стальные **ВП** подразделяют на пластинчатые и трубчатые. Пластинчатые состоят из системы вертикал. (протекают продукты сгорания) и горизонт. (протекает воздух) каналов. Из-за недостатков (неравномерность температурного поля по всей поверхности листов и, как следствие, коробление, разрыв сварных швов и др.) пластинчатые **ВП** не используют. В котлостроении наиболее распространены трубчатые **ВП**. Они состоят из пучка паралл. труб, располож. в шахматном порядке, присоедин. к трубным доскам (верхней и нижней) и вместе образующих секцию или "куб". В вертикал. **ВП** газ движется внутри труб, воздух — в межтрубном пространстве, в горизонт. **ВП** — наоборот. Снаружи **ВП** имеет плотные стенки и воздухоперепускные короба. По уровню нагрева воздуха все **ВП** делят на низкотемп-рные ($150\text{--}200^\circ\text{C}$), среднетемп-рные ($200\text{--}350^\circ\text{C}$), высокотемп-рные ($350\text{--}450^\circ\text{C}$) и радиац. ($450\text{--}700^\circ\text{C}$). В зависимости от кол-ва нагреваемого воздуха, требуемой темп-ры и площади поверхности трубчатые **ВП** имеют разл. компоновку. Нагрев воздуха до $200\text{--}250^\circ\text{C}$ достигается в одноходовом, $350\text{--}400^\circ\text{C}$ в двухходовом или двухъярусном многоходовом **ВП**, выполняемом обычно в рассечку с водяным экономайзером. При увеличении числа ходов растет скорость воздуха. Применение труб малого диаметра (менее 25 мм) привело к созданию малогабаритного **ВП**. При этом для сохранения прежней скорости воздуха увеличивают кол-во труб. В 1980-х гг. нашли применение обращенные **ВП**, в к-рых продукты сгорания проходят межтрубное пространство, а нагреваемый воздух — внутри труб. Преимущество их конструкции — в выносе трубных досок из зоны обогрева, недостаток — в высокой по сравнению с традиц. загрязненности золой. Из нетрадиц. конструкций **ВП** (при необходимости нагрева воздуха до темп-ры 400°C и выше) применяют: змеевиковые **ВП** из плоских и спиральных змеевиков, преимуществ к-рых в компактности при относит. большой длине труб;

радиац. панельные **ВП**, располагаемые в топке или др. зоне высоких темп-р.

Для защиты от низкотемп-рной серно-кислой коррозии и для низкотемп-рных поверхностей нагрева котла используют **ВП** со стекл. трубами (**СВП**), в к-рых воздух проходит внутри труб длиной 1—3 м, а продукты сгорания — в межтрубном пространстве. Расположение труб в пучке — шахматное и коридорное вертикал. и горизонт. Концы стекл. труб закреплены в металлич. трубных досках.

В котлах большой произ-сти широко применяют регенеративные **ВП**. Регенеративный вращающийся воздухоподогреватель (**РВП**) состоит из цилиндрич. ротора, медленно вращающегося вокруг вертикал. оси, и патрубков, через к-рые к ротору подводятся и отводятся дымовые газы и воздух. Преимущество **РВП** по сравнению с трубчатыми **ВП** состоит в меньших затратах металла, возможности использования неметаллич. антикорроз. поверхностей нагрева (керамич. блоки, эмалиров. листы стали, стекл. и керамич. шарики и т.п.) без ухудшения теплообмена, меньшей высоте, простоте обдувки и промывки поверхности нагрева от золовых отложений, недостатки — в наличии вращающихся элементов и системы водяного охлаждения ротора и подшипников, сложности уплотнений и увеличении притока воздуха в газовый поток (от 10 до 20%).

В вентиляционных системах, воздушном отоплении и системе кондиционирования воздуха для нагревания наружного и рециркуляц. воздуха широко используют поверхностные рекуперативные **К.**, к-рые делятся на две группы — обогреваемые горячей водой или паром и использующие электрич. энергию. **К.** первой группы состоят из теплообменной поверхности, трубных решеток, двух крышек, выполняющих роль распределит. и сборного коллекторов, и съемных боковых щитов. В каждой крышке для присоединения **К.** к тепловой сети имеются один или два штуцера, к-рые располагаются с одной стороны для "водяных" **К.** и с двух сторон для "паровых". Оси отличит. особенностью **К.** второй группы (электрокалориферы серии СФО) является использование в качестве теплообм. поверхности трубчатых электронагревателей (ТЭН), прикрепляемых к трубной решетке, к-рая является корпусом клеммной коробки **К.** По схеме движения воды или пара **К.** могут быть одноходовыми (теплоноситель движется только в одном направлении) и многоходовыми. **К.**, обогреваемые водой, бывают многоходовыми или одноходовыми, а обогреваемые паром — только одноходовыми.

Теплообменная поверхность **К.** состоит из пучка оребр. круглых или плоскоовальных трубок, располож. в коридорном или шахматном порядке относит.

потока воздуха. Оребрение трубок бывает спиральное (металлич. лента, обвивающая трубку) и пластинчатое (металлич. пластины, насаж. на одну или неск. трубок). К. для вентиляции и кондиционирования воздуха изготавливаются из стали (КВС, КВБ) и цветных металлов (КсКЗ, КсК4). К. одинаковых фронтальных по проходу воздуха сечений подразделяются на 5 моделей: самую малую (один ряд трубок по ходу движения воздуха), малую (два ряда трубок), среднюю (три ряда трубок), большую (четыре ряда трубок) и самую большую (пять рядов трубок). В зависимости от присоединит. размеров и площади теплообмен. поверхности К. каждой модели подразделяются на 12 номеров — с 1 по 12. Отечеств. промсть выпускает К. средней и большой модели — с 6 по 12. Буквы и цифры условного обозначения К., напр. КВСБ-10ПУЗ, означают: К — калифорн. В — водяной (а следовательно, многоходовый), С — средняя модель, Б — модернизация, 10 — номер, П — тип оребрения (пластинчатое), У — климатическое исполнение (для умеренного климата), З — категория размещения.

Теплообм. установка может состоять из одного или неск. К., соедин. между собой относительно движения воздуха паралл., последоват. или паралл.-последоват. Присоединение К. к трубопроводам теплоносителя (обвязка трубами калифорн. установки) может быть также паралл. (вода и пар высокого давления), последоват. (вода и пар низкого давления) и паралл.-последоват. Обвязка выполняется при скорости движения воды температурой 70—90°C около 0,15—0,3 м/с. Расчет калифорн. установки состоит в выборе модели и номера К., схемы соединения их между собой по воздуху и теплоносителю, расчете теплообм. поверхности и числа К., определении гидравлич. и аэродинамич. сопротивлений калифорн. установки.

Для поквартирного воздушного отопления жилых или с.-х. помещений используют газовые К. — *отопительные приборы* малой теплоемкости пром. изготовления. Исполняются они в виде агрегатов, укомплектов. необходимыми узлами и приборами, а также спец. автоматикой для безопасного использования газа и регулирования процесса его сжигания. Газовые К. в большинстве своем — приборы непрерывного действия, работающие на природном газе. Имеются разные конструкции газовых отопит. приборов в зависимости: от отапливаемой площади — от 15 (газовый конвектор ГК-1М) до 90 м² (газовоздушный К. МПТ-8) теплопроиз-стью 1,6—9,6 кВт; от способа отвода продуктов сгорания — с отводом их в дымоход [газовоздушный К. "Огонек", ГК-1М, АОГ-5 (4004)] и без спец. дымоходов, т.е. снабж. стеновым каналом, через к-

рый удаляются продукты сгорания. Кплд аппаратов — не менее 80%. Для отопления животноводч. ферм применяются газовые К. ГВП-100, 350, 500 с номин. тепловой мощностью соответственно 116, 407, 581 кВт, обеспечивающие распределит. или сосредоточ. (струей) подачу нагретого воздуха в помещение, их кплд — 85%. Осн. элементы газового К.: корпус, нагреват. камера (камера сгорания с теплообменником), дымоотводящий патрубок, канал для подвода воздуха, газовая горелка, запальное устройство, электромагнитный клапан, термоблок. От ветра и косых атм. осадков на каналах для подвода воздуха устанавливаются спец. щитки. В газовых К. используют *эжекционные горелки* низкого давления ($P_{ном} = 1300 \text{ Па}$). Автоматика безопасности, отключающая подачу газа при погасании горелки, обычно состоит из электромагнитного клапана, соединенного с термопарой или биметаллич. пластиной. Автоматика регулирования изменяет подачу газа в зависимости от темп-ры воздуха в помещении.

КАМЕННЫЙ УГОЛЬ — твердое горючее полезное ископаемое растит. происхождения; разновидность ископаемых углей с более высоким содержанием углерода и большей плотностью, чем у *бурого угля*. Плотная порода черного, иногда серо-черного цвета с блестящей, полуматовой или матовой поверхностью. К.у. содержит, %: углерода 75—97 и более, водорода 1,5—5,7, кислорода 1,5—15, серы 0,5—4, азота до 1,5, летучих в-в 45—2, влаги 4—14, золы 3—45. Низшая *теплота сгорания* рабочего состава — 20—28 МДж/кг. На изменении качеств, определяемых по результатам термич. разложения угля (выход летучих в-в, характеристика нелетучего остатка), строится пром. классификация К.у. по маркам: длиннопламенные (Д), газовые (Г), газосырные жирные (ГЖ), жирные (Ж), коксовые жирные (КЖ), коксовые (К), отощенные спекающиеся (ОС), тощие (Т), слабоспекающиеся (СС), полуантрациты (ПА), антрациты (А). К.у. используется как бытовое и энергетич. топливо.

КАМЕРА ОРОШЕНИЯ — контактный *теплообменник* аппарат, предназнач. для *термодинамической обработки воздуха*. Наиболее распространен. в отечеств. кондиционировании воздуха для полнотропич. охлаждения, увлажнения и осушки воздуха, а также *увлажнения воздуха адиабатного*. Обработка воздуха осуществляется при контакте его с каплями *воды*, разбрызгиваемой в дождевом пространстве. За счет распыления воды создается большая площадь контакта поверхности воды с воздухом. Так, распыление 1 кг воды на капли

диаметром 1 мм создает площадь контакта 6 м². Во внутр. объеме камеры, образуемом стенками и крышей, установлены 2—3 распределит. коллектора, к к-рым приварены вертикал. стойки с закрепл. на них равномерно по высоте *форсунками*. Число распределит. коллекторов (рядов форсунок) определяется видом К.о. — одно-, двух- или трехрядная. Разбрызгиваемая вода подводится к форсункам под давлением; при этом вид форсунки и диаметр выпускного отверстия определяются размером капель, в значит. мере влияющим на эффективность процесса. Расположение форсунок (их плотность) обеспечивает орошение всего поперечного сечения К.о. Проходящий через дождевое пространство воздух вступает в контакт с каплями воды. В зависимости от темп-ры разбрызгиваемой воды происходит тот или иной процесс обработки воздуха. Разбрызгиваемая вода или ее часть выпадает в *поддон* К.о., оборудованный вспомогат. устройствами, в т.ч. шаровым клапаном для подпитки из водопровода и переливной воронкой для поддержания уровня воды в поддоне. Вода из поддона в зависимости от режима работы К.о. забирается и насосом подается в систему холодоснабжения *кондиционера* для охлаждения либо вновь подается на форсунки в режиме адиабатического увлажнения. Чтобы не засорить форсунки, вода из поддона проходит через фильтр. Поперечное сечение К.о. в нач. и конце ее по ходу воздуха полностью перекрыто пластинчатыми сепараторами, предназна-ч. для предотвращения уноса капель воды потоком воздуха за пределы К.о. Первый сепаратор на входе в К.о. выполняет роль направляющих пластин, выравнивающих воздушный поток по ее сечению. Для чистки поддона и К.о. предусмотрена сливная линия.

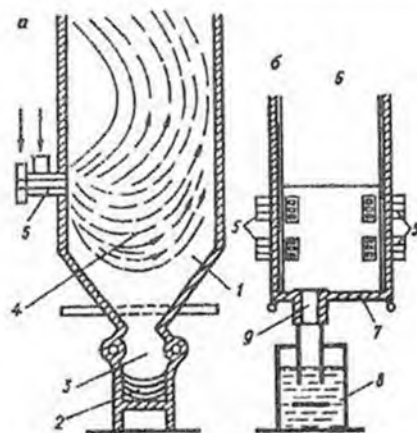
КАМЕРНАЯ ТОПКА — *топка паровых и водогрейных котлов*, выполн. в виде прямоугольной призматич. камеры, в к-рой *топливо* сгорает в струе *воздуха* (в факеле). В таких топках сжигают пылевидное *твердое топливо* под котлами паропроиз-стью 50—4000 т/ч и более, а также *газообразное* и *жидкое котельное топливо* — под котлами той же и меньшей произ-сти. Осн. элементами К.т. являются: собственно топочная камера, лучевоспринимающие поверхности нагрева, горелки (или амбразуры), устройства для приема шлака и его удаления. Топочная камера своей верхней частью примыкает к газоподу *пароперегревателя*, отделяясь от него рядами сильно разреж. котельных труб, наз. *фестоном*. В нижней части камеры находится золотая воронка, выполн. в виде опрокинутой усеч. пирамиды. Топочная камера — *отдел обмуровки котла* от окружающей среды пространство, в к-ром происходит процесс го-

рения топлива. Обмуровка вертикал, стен, потолочного перекрытия и зольной воронки (или горизонт. пода) должна быть не теплопроводной — для сведения к минимуму кола теплоты, теряемой К.т. в окружающую среду, и плотной — для исключения подсоса в К.т. холодного воздуха извне или выбивания дымовых газов при работе котла с наддувом.

Лучевоспринимающими поверхностями нагрева К.т. являются топочные экраны и фестон, а в котлах высокого давления — частично трубы пароперегревателя. Топочные водяные экраны предохраняют кладку камеры от износа и разрушения под действием высокой температуры факела и расплавл. шлаков, но в большей степени представляют собой эффективную поверхность нагрева, воспринимающую большее кол-во теплоты, излучаемой факелом. Распространены экраны из гладких труб. При сжигании трудно воспламеняющегося топлива типа антрацита возникает необходимость уменьшать тепловосприятие экранов в зоне горелок, чтобы улучшить условия зажигания пыли. Для этого часть экранов на уровне горелок покрывают огнеупорным материалом высотой 2—4 м (зажигат. пояс). Применяют топочные экраны из плавниковых труб. В этих экранах вдоль диаметральную противоположных образующих труб приваривают продольные ребра — плавники. В совокупности такие трубы образуют сплошную экранную поверхность с повыш. лучевоспринимающей способностью. К.т. экранируют с расчетом, чтобы темп-ра дымовых газов при выходе из них не превышала темп-ру начала деформации золь и чтобы исключалась возможность шлакования труб фестона расплавл. золой. Темп-ру дымовых газов в конце К.т. принимают равной 1050—1150°C при сжигании углей и 950°C при сжигании сланцев и торфа.

В стенках топочной камеры или по углам в зависимости от паропроиз-сти котлоагрегата и др. факторов располагают горелки. Горючая смесь образуется в К.т. непосредственно на выходе из горелок.

Пылеугольные топki бывают одно-, двух- и трехкамерными. В двухкамерных выделяют зоны горения, догорания и охлаждения, в трехкамерных — зоны догорания и охлаждения. По характеру движения и взаимодействия газовых потоков пылеугольные топki подразделяют на *вихревые* и *факельные топki*. При сжигании пылевидного топлива часть золь уносится из топki дымовыми газами в газоходы котла, остальная часть выпадает из факела в виде капель шлака. К.т. подразделяют на топki с твердым и жидким шлакоудалением. Первые представляют собой вертикал. шахту, заканчивающуюся внизу холодной воронкой. Такие топki



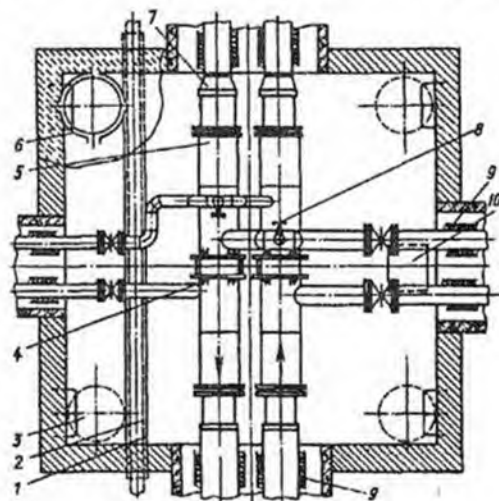
Камеры топki с твердым (а) и жидким (б) шлакоудалением

1 — шлаковая холодная воронка; 2 и 8 — шлакоприемные устройства и ванна; 3 — горловинка; 4 и 6 — тонки; 5 — горелка; 7 — под; 9 — лотка

раз. открытыми. Пылеугольные топki с твердым шлакоудалением обычно применяют для сжигания топлива с большим и умеренным выходом летучих в-в при тугоплавкой золе и высокой влажности. Твердый шлак из К.т. удаляют через смывную шахту, размещаемую под шлаковой холодной воронкой. Выпадающие из факела капли шлака, охладившись при прохождении через холодную воронку, скапливаются на дне шлакоприемной шахты, откуда их периодически удаляют, смывая струей воды, подаваемой из особых сопел. Под крупными котлами устанавливают шлакоприемные устройства с непрерывным удалением шлака, сооружая под шлаковой шахтой заполн. водой ванну, из к-рой шлак удаляется металлич. конвейером. Под К.т. имеет небольшой уклон и утеплен. В его нижней части распо-

ложена лотка с выходным отверстием для выпуска шлака в шлакоприемное устройство, заполн. водой. Во избежание размыва края лотки окантованы змеевиковым холодильником. В топках с жидким шлакоудалением благодаря более высокой темп-ре горения улучшается выгорание топлива, однако возрастают потери с физич. теплотой шлака. Осн. недостаток К.т. с жидким шлакоудалением — опасность застывания шлака при пониж. нагрузке котлоагрегата. К.т. с жидким шлакоудалением применяют в осн. при сжигании слабореактивных топлив с умеренными значениями темп-ры плавления золь ($\leq 1300-1350^\circ\text{C}$), влажности ($W_r \leq 20\%$) и зольности ($A_r = 25\%$), а также при сжигании топлива с низкой темп-рой плавления золь, к-рая в К.т. с твердым шлакоудалением может вызвать шлакование. При жидком шлакоудалении улучшаются показатели топочных устройств, нормализуется удаление золь и интенсифицируется *теплопередача* в конвективных поверхностях нагрева, т.к. повышается скорость движения продуктов сгорания. Недостаток К.т. — низкое энерговыделение в топочной камере. См. также *Топка мазутная*, *Шахтно-мельничная топка*.

КАМЕРЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ — сооружения на трассе теплопроводов для установки оборудования, требующего пост. осмотра и обслуживания в процессе эксплуатации. В К.т.с. расположены задвижки, сальниковые компенсаторы, дренажные и воздушные устройства, контрольно-измерит. приборы и др. оборудование. Кроме того, в них обычно устанавливают ответвления к потребителям и *неподвижные опоры*. Переходы труб одного диаметра к трубам др. диаметра также должны находиться в пределах К.т.с. Всем К.т.с., установл. по трассе *тепловой сети*,



Камера с двумя ответвлениями
1 — стальная труба — футляр; 2 — попутный дренаж; 3 — скобы; 4 — лобовая опора; 5 — сальниковый компенсатор; 6 — лок; 7 — переход диаметров; 8 — воздушник; 9 — тепловая изоляция; 10 — дренажный приемок

присваиваются эксплуат. номера, к-рыми их обозначают на планах, схемах и пьезометрич. графиках. Размещаемое в камерах оборудование должно быть доступно для обслуживания, что достигается обеспечением достаточных расстояний между оборудованием и стенками К.т.с. Высоту К.т.с. выбирают не менее 1,8—2 м. Их внутр. габариты зависят от числа и диаметра прокладываемых труб, размеров устанавливаемого оборудования и миним. расстояний между строит. конструкциями и оборудованием. К.т.с. строят из кирпича, монолитного бетона и железобетона. В торцевых стенах оставляют проемы для пропуска теплопроводов. Полы в К.т.с. выполняют из сборных железобет. плит или монолитными. Для стока воды дно делается с уклоном не менее 0,02 в сторону приемника, к-рый для удобства откачки воды из К.т.с. расположен под одним из стоков. Перекрытия могут быть монолитными или из сборных железобет. плит, улож. на железобет. или металлич. балки. Для устройства люков в углах перекрытия укладывают плиты с отверстиями. В соответствии с правилами техники безопасности при эксплуатации число люков для К.т.с. предусматривается не менее двух при внутр. площадке камер до 6 м² и не менее четырех при площади более 6 м². Для спуска обслуживающего персонала под люком устанавливают скобы, располагаемые в шахматном порядке с шагом по высоте не более 400 мм, или лестницы. В случае если габариты оборудования превышают размеры входных люков, предусматривают монтажные проемы, ширина к-рых равна наибольшему размеру арматуры, оборудования или диаметра труб плюс 0,1 м (но не менее 0,7 м). Распространены индустриальные К.т.с. из сборного железобетона, на монтаж к-рых уходит меньше времени и сокращаются трудозатраты. Применяются также сборные конструкции прямоугольных К.т.с. со стенками из вертикал. блоков, к-рые бывают двух типов: сплошные и с отверстиями прямоугольной формы для пропуска теплопроводов. При стр-ве тепловых сетей небольшого диаметра К.т.с. могут выполняться из круглых железобет. колец. Круглые плиты перекрытий имеют два отверстия для устройства смотровых люков.

На магистр. тепловых сетях диаметром 500 мм и более секционирование задвижки с электроприводом устанавливают, как правило, в К.т.с., над к-рыми надстраиваются надземные сооружения в виде павильонов. Для ремонтных работ в павильонах предусматривают грузоподъемное оборудование. Для гидроизоляции защиты наружные поверхности дна и стен К.т.с. при наличии высокого уровня грунтовых вод, несмотря на имеющийся попутный дренаж, покрывают

оклеечной гидроизоляцией из битумных рулонных материалов в несколько слоев, что определено проектом. В условиях повыш. требований водонепроницаемости, кроме наружной оклеечной гидроизоляции, применяют дополнит. штукатурную цементно-песчаную гидроизоляцию внутр. поверхности, наносимую при больших объемах работ методом торкретирования.

КАМИН — нетеплоемкая отопительная печь, представляющая собой открытую нишу в стене помещения с накл. задней и развернутыми боковыми стенками, предназнач. для ускоренного обогрева помещения лучистой (в осн.) теплотой от сгорающего твердого топлива и нагретых стенок. К. способствует вентиляции помещения, но характеризуется низким КПД (0,15—0,2).

КАНАЛ (от лат. canalis — труба, желоб) — открытое искусственное русло в грунте с безнапорным движением воды. В зависимости от назначения К. используют для судоходства, энергетики, орошения, осушения, лесосплава, водоснабжения, рыболовства и др. пром. и нар.-хоз. нужд. К. строят в разл. грунтовых условиях, при этом на местности их прокладывают в насыпи, выемке, полувыемке — полунасыпи. Осн. технич. хар-ками К. являются: класс сооружения; физико-механич. состав грунта, слагающего дно и откосы; форма и площадь поперечного сечения; уклон дна; заложение откоса; тип крепления дна и откосов и т.д. При стр-встве К. следует учитывать последствия от подтопления близлежащих земель и необходимость защиты окружающей природной среды. Форма поперечного сечения К. может быть прямоугольной, треугольной, трапециевидальной, полукруглой. При этом площадь поперечного сечения К. можно принимать в широком диапазоне. Расход воды, пропускаемой через каналы, достигает 250 м³/с. При гидравлич. расчете предварительно назначают форму поперечного сечения, уклон дна и пропускную способность К., далее уточняют гидравлически наиболее выгодную площадь поперечного сечения К. и проверяют принятую пропускную способность при заданном уклоне дна; при необходимости выясняют положение кривой свободной поверхности воды в К. При проектировании К. в земляном русле рассчитывают устойчивость откосов на разрыв по неразрываемым скоростям. В большинстве случаев требуется расчет транспорта взвешенных и донных наносов по К. Кроме того, уточняют гидравлич. параметры К. с учетом ледяного покрова в зимний период, а также определяют потери воды из К. на фильтрацию.

При необходимости на К. предус-

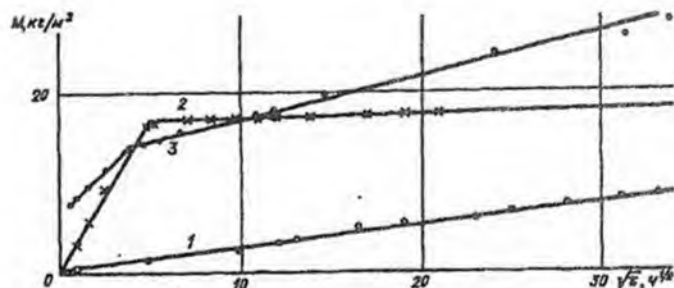
матривают противофильтрац. защитные мероприятия от размывающего волнового воздействия потока: кольматацию стенок и дна канала глинистыми растворами или различными эмульсиями; экраны из глины или полимерной пленки; защитные покрытия. При устройстве последних на откосах или по всему поперечному сечению К. обычно используют наброску (укладку) из каменного материала; железобет. (бетонные) плиты и блоки; асфальтобет. облицовки; различные гибкие крепления в виде матов и полотняц; растит. покров и пр. облегч. крепления.

КАНАЛ ВОЗДУШНОГО ОТОПЛЕНИЯ, воздуховод нагретого воздуха — теплопровод для перемещения воздуха в системах воздушного отопления, отличающийся от воздуховодов вентиляции (см. Воздуховод равномерного всасывания воздуха и Воздуховод равномерной раздачи воздуха) наличием тепловой изоляции снаружи. К.в.о. могут иметь прямоугольное или круглое сечение, выполняться из листовой или кровельной стали, пластмасс, бетона и др. материалов. Вертик. К.в.о. устраивают в пустотах внутр. стен и междуэтажных перекрытий, в виде приставных у внутр. стен и перегородок. Горизонт. К.в.о., объединяющие ответвления к помещениям, выполняют подвесными или подшивными (в подвале или коридорах).

КАНАЛИЗАЦИОННАЯ СЕТЬ — основная часть системы канализации, включающая подземные трубопроводы, канализационные коллекторы, наземные каналы или лотки и сооружения на них для сбора и отведения сточных вод с территории нас. пункта или промышл. предприятия.

КАНАЛИЗАЦИОННЫЙ КОЛЛЕКТОР — участок канализационной сети, собирающий сточные воды из бассейнов канализования и отводящий их к насосным станциям, очистным сооружениям или к месту выпуска в водоем.

КАПИЛЛЯРНОЕ ВСАСЫВАНИЕ ВОДЫ — физ. процесс поглощения материалом воды при соприкосновении их поверхностей. При этом процессе вода движется в материале под действием капиллярных сил. В качестве хар-ки К.в.в. иногда используют среднесуточную скорость капиллярного всасывания, к-рая представляет собой объем воды, всосанный единицей площади поверхности соприкосновения материала с водой за первые сутки процесса, отнесенный к единице времени. Однако наиболее распространены хар-ки К.в.в., основанные на законе "корня квадратного из времени". Согласно этому закону масса воды,



Капиллярное всасывание воды строительными материалами
 1 — фанольно-резольным пенопластом ($\rho = 100 \text{ кг/м}^3$); 2 — цементно-песчаным ($\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$); 3 — поризованным кирпичом ($\rho = 750 \text{ кг/м}^3$)

капиллярно всосанной единицей площади поверхности соприкосновения материала с поверхностью воды, пропорциональна корню квадратному из времени, прошедшего от начала процесса. Коэфф. пропорциональности носит назв. "коэфф. капиллярного всасывания". Этот закон может быть получен теоретически из рассмотрения К.в.в. модельным телом, составл. из паралл. цилиндрич. капилляров разл. радиуса. При эксперимент. исследованиях описанный закон чаще всего выполняется в течение нек-рого времени, однако затем характер процесса изменяется. Для ряда материалов закон "корня квадратного из времени" экспериментально не подтверждается. В этих случаях процесс может быть описан более общим ур-нием: $M = Kt^n$, где M — кол-во жидкости, всосанной единицей поверхности тела, кг/м^2 ; K — коэфф. капиллярного всасывания, $\text{кг}/(\text{м}^2 \text{ч}^{1/n})$; n — показатель степени. Напр., для ряда легких бетонов (азеритобетон, перлитополистиролбетон и т.д.) получено, что показатель n может составлять 0,3—0,5. Из ур-ния получается "мгновенная" скорость К.в.в. материалом: $dM/dt = nK^{1/n} M^{(n-1)/n}$. Теоретически полученная темп-ная зависимость коэфф. капиллярного всасывания имеет вид: $K_t = K_{20}(0,8 + 0,01t)^{0,5}$.

КАПЛЕУЛОВИТЕЛЬ, сепаратор — устройство для предотвращения уноса капель воды воздушным потоком. Представляет собой многократно изогнутые пластины, устанавливаемые на входе и выходе из камеры орошения. Сепарация капель происходит за счет многократного (до 6 раз) изменения направления движения воздуха в изгибах пластин. Капли воды оседают на лопастях К., затем стекают в лоток. Первый сепаратор, устанавливаемый на входе, выполняет роль выравнивающей поток решетки, равномерно распределяет скорость воздуха в поперечном сечении камеры орошения. На выходе из камеры орошения устанавливают второй К., пластины к-рого имеют большее, чем у первого, число изгибов. В ряде случаев предусматривают орошение К. холодной водой из спец. уста-

новл. форсунки, отчего возрастает площадь поверхности контакта воздуха с водой. Выполняют пластины из оцинков. или нержавеющей листовой стали.

КАПТАЖ (франц. *captere*, от лат. *capere* — ловлю, хватать) — сооружение для захвата подземных вод, выходящих на дневную поверхность земли. В природных условиях выходы подземных вод на поверхность проявляются в виде нисходящих и восходящих источников. Конструкцию К. выбирают в зависимости от гидрогеол. условий выхода подземных вод на поверхность, строения места выхода, дебита источника, толщины слоя грунта, покрывающего водоносный пласт. При сосредоточенном выходе подземных вод на поверхность К. устраивают в виде камеры-колодца, располож. над выходом восходящего или перед выходом нисходящего источника. При рассредоточ. выходе подземных вод в виде отд. источников, отстоящих один от другого на расстоянии более 5 м, К. осуществляют раздельно со сбором воды в общую водосборную камеру. При рассеянном, но слабовыраженном выходе подземных вод на участке К. устраивают с помощью горизонт. трубчатых или галерейных водозаборов со сбором воды в общую емкость.

Нисходящие источники находятся обычно на склонах горных возвышенностей и долин оврагов, рек, балок. К. таких источников врезается в склон в расчете на прием воды через его нагорную стенку. Для этого в ней предусматривают отверстия. Между стенкой К. с водоприемными отверстиями и поверхностью водоносного пласта устраивают обратный фильтр, материал к-рого подбирают в зависимости от granulометрич. состава пород водоносного пласта. При небольшой мощности последнего и близком залегании водоупора днище каптажной камеры заглубляют ниже подошвы пласта на величину, позволяющую расположить расходную трубу и создать над ней необходимый напор для дальнейшей транспортировки. При большой мощности водоносного пласта и глубоком залегании водоупора К. по глубине вскрытия пласта может быть несовершенным, т.е. неполно-

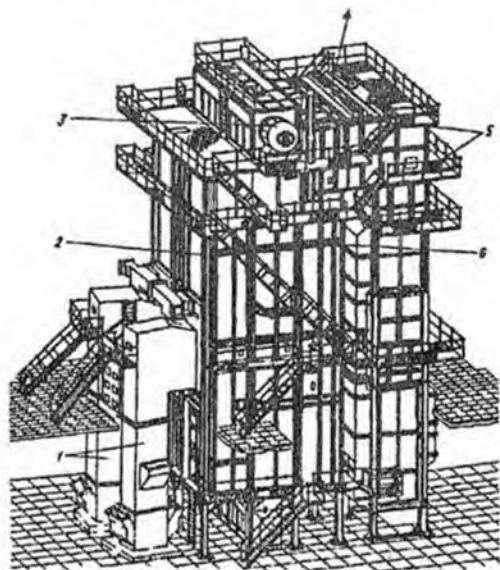
стью вскрывающим его толщу. Глубину устройства нижнего ряда водоприемных отверстий в стенке К. и заглубление его дна определяют из условий требуемой мощности К. с учетом дальнейшей транспортировки воды. При необходимости К. нисходящих источников сооружают с водоулавливающими стенками-барражами, вдоль к-рых со стороны погожа подземных вод выкладывают призму из фильтрующего материала, сопрягаемую с обратным фильтром К.

На восходящих источниках прием воды осуществляется через дно каптажного устройства. Если восходящий источник выходит из водоносного пласта, представленного скальными трещиноватыми породами, то вода в К. пропускается через один слой фильтрующего материала — крупного гравия, гальки или щебня. При выходе восходящего источника из рыхлых водоносных пород, особенно из песков, вода в К. проходит через обратные фильтры, расположенные под его дном, в расчете на исключение выноса из пласта мелких частиц породы.

Каптажные камеры сооружают из сборного железобетона в открытых котлованах, а при глубоком залегании водоносного горизонта (восходящие источники) — опускным способом. Для норм. работы К. необходимо: достаточно полно вскрывать выход источника по площади и глубине; предохранять источник от промерзания и попадания в него поверхностных загрязнений; предотвращать образование оползней, размывов и обвалов в месте расположения К.; обеспечивать надежную вентиляцию К. Вода из К. подается потребителю самотеком или с помощью насосов, к-рые могут устанавливаться в каптажных камерах на К. малой мощности, в отд. здании у К. или у общей водосборной емкости, куда стекает вода из ряда К. Кроме железобет. каптажных камер применяют кирпичные и глиняно-каменные камеры.

Дебит К. на источниках (родниках) в том случае, когда используется только их естеств. расход, устанавливают на основе наблюдений за режимом подземных вод. В качестве расчетного принимают расход источника той или иной обеспеченности (повторяемости). Если вода источника откачивается насосами с расходом, превышающим естеств. дебит, то расчет производят аналогично расчету дебита колодцев шахтных или водозаборов горизонтальных.

КАРКАС КОТЛА — пространств. металлич. конструкция, воспринимающая нагрузку от веса барабана и обмуровки котла, поверхности нагрева и коллекторов, изоляции и обшивки, трубопроводов и коробов, помостов и лестниц обслуживания и передающая их на фунда-



Каркас котельного агрегата
1 — мельничные плиты; 2 — колонны; 3 — барабан; 4 — коллекторы; 5 — площадки; 6 — горизонт. балки

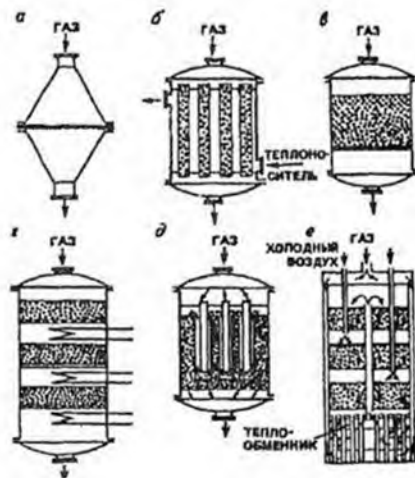
мент. Различают К.к. с самостоят. фундаментом, не связ. со строит. конструкцией здания, и совмещ. с несущими конструкциями здания. Паровые и водогрейные котлы малой произ-сти устанавливают на раму или спец. стойки, а обмуровку, гарнитуру и др. детали крепят к обвязочному каркасу. Несущий К.к. обычно выполняют раздел. на части, относящиеся к топочному устройству и конвективным поверхностям нагрева. Металлоемкость К.к. составляет 20—40% полной металлоемкости котла, зависит от мощности агрегата, вида сжигаемого топлива, конструкции и компоновки котла. К.к. представляет собой жесткую рамную конструкцию из стандартных металлич. профилей, изготовл. из малоуглеродистой стали, гл. об., СтЗ. К.к. состоит из вертикал. колонн, располагаемых по углам топочной камеры, и конвективного газохода, обвяз. поперечными балками, фермами и ригелями. К балкам и фермам крепятся барабаны, трубная система с коллекторами, обмуровка, площадки и лестницы. Ненагруж. ригели служат связями жесткости между колоннами.

На каркасы паровых и водогрейных котлов действуют след. осн. нагрузки: от веса агрегата; неравномерного расширения каркаса при его нагревании; от кратковрем. случайных сил, вызываемых землетрясением; от взрывов в топке или газоходах; от ветрового давления при открытой или полуоткрытой компоновке оборудования. Прочность и устойчивость К.к. обеспечиваются связями и горизонт. балками, жестко привар. к колоннам, а также за счет забетонирования колонн в фундаменте котла. Для агрегатов, работающих в сейсмич. областях, предус-

матривают спец. фермы и растяжки, связывающие каркасы соседних котлов. В агрегате небольшой паропроиз-сти колонны устанавливают только по углам топки и конвективной шахты. Колонны обычно выполняют из двух стальных швеллеров или двутавровых балок, жестко соединен. накладками из листовой стали; они передают на фундамент сосредоточ. нагрузки, достигающие 100 т и более. Во избежание чрезмерных уд. давлений на фундамент колонны снабжены опорными башмаками из листовой стали и угольниками. Нижняя плоскость башмаков рассчитана на допускаемое для материала фундамента напряжение сжатия и закреплена после выверки болтами или заделана в фундамент для увеличения жесткости колонн. Фундамент котла обычно не связывают с фундаментом здания, чтобы каждый из них имел независимую осадку. Для удобного и безопасного обслуживания котлов на К.к. крепят пост. площадки и лестницы с перилами высотой 1 м, со сплошной обшивкой перил в нижней части стальным листом высотой 100 мм. Ширину свободного прохода площадки для обслуживания контрольно-измерительных приборов, арматуры и др. работ принимают 800 мм. Лестницы должны иметь ширину не менее 600, высоту между ступенями до 200, ширину ступеней 80 мм. Площадки и лестницы изготовляют из листовой рифленой или полосовой стали с ячейкой 30x30 мм. Площадки состоят из металлич. рам, опирающихся на К.к. через укосины. Диаметр поручней 18—20 мм. Барабаны паровых котлов, коллекторы экранов, пароперегревателей и экономайзеров при нагреве удлиняются, поэтому для исключения больших темп-ных напряжений и

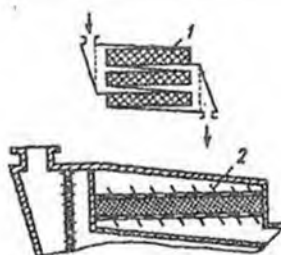
возможного разрушения опорных конструкций их устанавливают на спец. подвижные опоры, закрепл. на горизонт. балках, или подвешивают к балкам на стальных хомутах или шарнирных тягах. К.к. монтируют блоками, но на монтажную площадку их поставляют отд. элементами. Монтаж К.к. разделяют на 2 этапа: подготовит. работы, включающие проверку правильности размеров собр. блоков и готовности фундамента, подготовку таковой основы и механизмов и их установку в соответствии с проектом; собственно монтаж К.к., включающий транспортирование блоков в зону действия грузоподъемного механизма, строповку блока и установку его в проектное положение, раскрепление блока, выверку его положения, установку балок и ригелей, соединяющих блоки К.к. между собой, сварку узлов и установку элементов, монтируемых россыпью.

КАТАЛИТИЧЕСКИЙ РЕАКТОР — аппарат для очистки газов и воздуха от вредных компонентов, к-рые при этом нейтрализуются или превращаются в соединения, легко удаляемые из газовой смеси. Участвующие в процессе катализаторы (в виде слоя), активизируя хим. реакцию, остаются неизменными. По способу взаимодействия газов с катализатором К.р. подразделяют на следующие: с фильтрующим слоем катализатора; со взвешенным (кипящим) слоем катализатора; с пылевидным слоем катализатора. В термokatалитич. реакторах в одном корпусе находятся слой катализатора и подог-



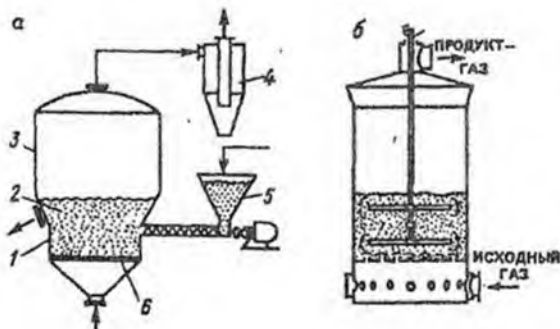
Каталитический реактор с фильтрующим слоем катализатора

а — в виде металлич. сеток, натянутых по ходу движения газа; б — трубчатый контактный аппарат; в — в виде твердых тел различной формы, расположенных на горизонт. решетках; г — многослойный; д — с трубками-теплообменниками; е — с теплообменником

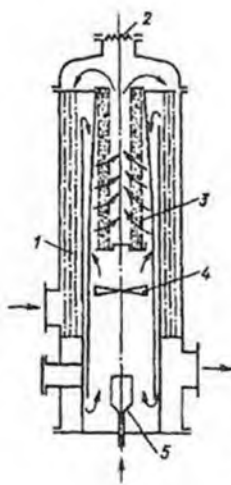


Каталитический реактор для очистки отходящих газов от окислительных камер в машиностроении

1 — катализатор; 2 — направляющие лопатки



Каталитические реакторы с кипящим слоем катализатора
а — со шнеком; б — с мешалкой;
1 — цилиндрич. часть реактора;
2 — мелкозернистый катализатор с диаметром частиц 0,5—1,5 мм; 3 — верхняя часть реактора; 4 — циклон; 5 — шнековое устройство для загрузки катализатора; б — газораспределит. решетка



Термокаталитический реактор
1 — рекуператор теплоты; 2 — взрывная мембрана; 3 — коаксиальная корзина с катализатором; 4 — вихревой смеситель; 5 — горелка

ревател. Реакторы используют для очистки газов от оксидов азота, диоксида серы, органич. в-в, оксида углерода. Очищаемые газы не должны содержать пыль и катализаторные яды.

КВАРТИРНОЕ ОТОПЛЕНИЕ — обогревание отд. жилой квартиры. Распространено водяное К.о. (см. также *Воздушное, Электрическое, Печное отопление*). Система *водяного отопления* жилой квартиры имеет обособл. источник

теплоты (теплогенератор) и связ. с ним *теплопроводами отопительные приборы*, располож. приблизительно на том же уровне, что и теплогенератор. Система К.о. работает, как правило, с естеств. (гравитац.) циркуляцией *теплоносителя*, но может включать *циркуляционный насос*. Гравитац. система для К.о. применяется уже более 100 лет. За этот период изменялись и совершенствовались теплогенераторы и их топливо, трубы и отопит. приборы, использовались разл. схемы систем, но принцип устройства оставался одним и тем же: для создания устойчивой циркуляции воды одна из

магистралей системы отопления прокладывалась под потолком отапливаемого помещения. Охлаждение *воды* в этой сравнительно высокорасполож. над теплогенератором магистральной и обеспечивает необходимое *давление циркуляционное*. Что же касается охлаждения *воды* в отопит. приборах, то центр ее охлаждения в них может оказаться не только не выше центра нагревания в теплогенераторе, но даже ниже его, что будет препятствовать естеств. циркуляции *воды*. Наиболее распространена *двухтрубная система отопления*, когда подающая магистраль размещается под потолком квартиры, обратная — у ее пола или в подпольном канале. Отопит. приборы — *радиаторы* присоединяются к трубам для движения *воды* в них сверху вниз. Применяется также горизонт. однотрубная система К.о., но и в этом случае одна из магистралей прокладывается под потолком.

Для вычисления естеств. циркуляц. давления в гравитац. системе К.о. необходимо знать темп-ру и плотность *воды* во всех ее точках. Т.о. при проектировании системы К.о. обязателен точный расчет *теплопередачи* через стенки труб для определения степени охлаждения протекающей в них *воды*. Наименьшее охлаждение ее, а следовательно, и меньшее естеств. циркуляц. давление получают в циркуляц. кольце через отопит. прибор, ближний к теплогенератору, вследствие

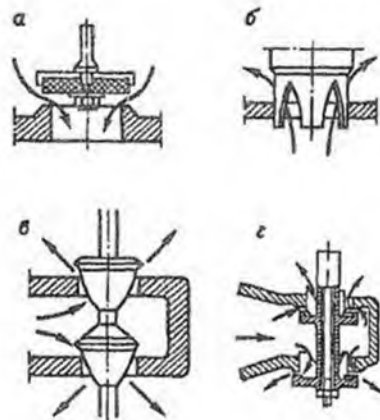
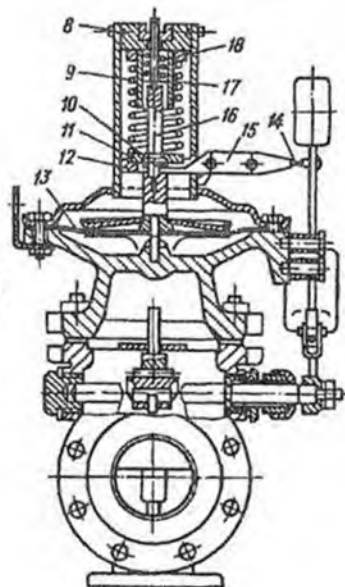
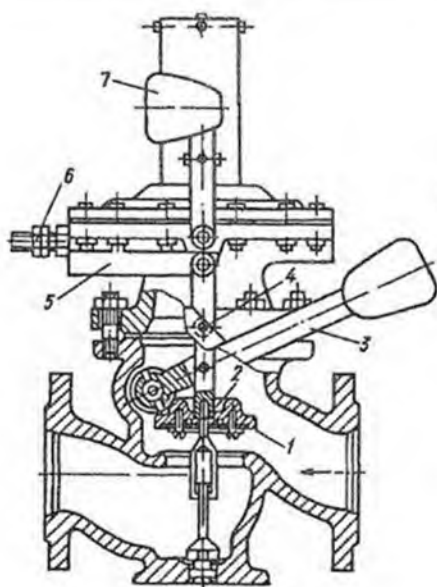
малой длины труб. Поэтому через такой отопит. прибор в отличие от потокораспределения в насосной системе может протекать меньшее кол-во *воды*, чем через приборы, удал. от теплогенератора. При расчете площади нагрева *поверхности* каждого радиатора системы К.о. учитывают уже известную *теплотдачу* труб, прокладываемых в помещении, и темп-ру *воды* при входе ее в отопит. прибор и выходе из него. В этом особенность *теплового* расчета приборов системы К.о.

Система К.о. может дополняться электр. насосом для усиления циркуляции *воды*. Для этой цели предназначена спец. маломощный насос малой мощности, рассчит. напр., на подачу 500 кг/ч *воды* при давлении 4 кПа. Насосная система К.о. делается горизонт. однотрубной или двухтрубной с нижней прокладкой обеих магистралей. Насосной также является горизонт. система К.о., в к-рую греющая *вода* подается от распределит. коллектора, находящегося, как и сборный коллектор, на площадке лестничной клетки многоэтажного жилого здания и присоедин., в свою очередь, к стояку для отопления всех прилегающих к этой лестнице квартир.

КЕРАМИЧЕСКАЯ НАСАДКА ИЗЛУЧАТЕЛЯ — объемный блок с цилиндрич. отверстиями для прохода греющей газозвушной смеси, темп-ра *поверхности* к-рой при этом повышается до 850—900°C с целью *лучистого* отопления помещения.

КЛАПАН (от нем. Klappe — крышка, заслонка) — деталь или устройство для управления расходом *воздуха, газа* или *пара* в машинах и *трубопроводах* изменением площади проходного сечения.

В *системах кондиционирования воздуха*, как правило, используют воздушные К. с поворотными стрелками. Эти К. подразделяют: по назначению — на проходные, смесит. и распределит.; по характеру действия — на регулирующие и двухпозиц. (запорные); по конструкции — на параллельно-створчатые и непараллельно-створчатые. Параллельно-створчатые — приемные с утепл. створками предназначены для отключения каналов забора *наружного воздуха* после выключения *кондиционера*. Для предотвращения смерзания створки оборудуют электр. подогревом, к-рый включается перед пуском кондиционера. Проходные К. устанавливаются на смесит. камерах в местах присоединения к ним воздуховодов рециркуляции или непосредственно в воздуховодах системы. Оси створок связаны общей тягой, присоединяемой к приводу — ручному, пневматич. или электр. Пропорциональное регулирование расхода, темп-ры и влажности *воздуха* воздуш-



Схемы дросельных клапанов
 а — односедельный мягкий; б — с дросельной поверхностью окончатой формы; в — двухседельный пробкообразный; г — двухседельный тарельчатый

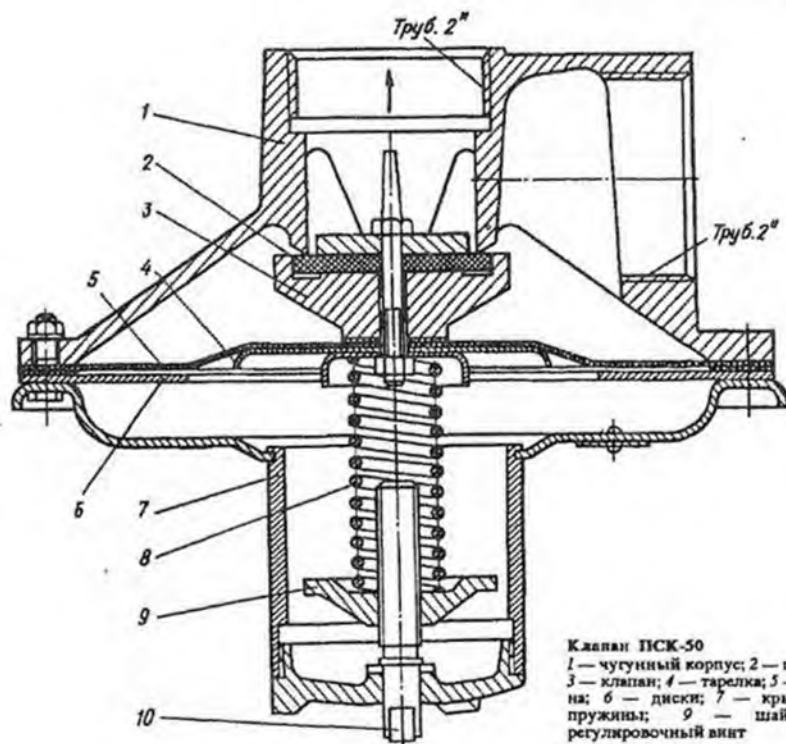
Предохранительный запорный клапан ПКВ (ПКВ)
 1 — клапан; 2 — отверстие; 3 — рычаг; 4 — штифт; 5 — анкерный рычаг; 6 — штуцер; 7 — ударник; 8 — регулировочная втулка; 9 — пружина; 10 — шток; 11 — тарелка; 12 — крышка; 13 — мембрана; 14 — штифт; 15 — коромысло; 16 — регулировочный винт; 17 — гайка; 18 — малая пружина

ным К. связано с его хар-кой, к-рая в общем случае может быть произвольной (линейной, нелинейной).

В системе газоснабжения используют предохранит. запорные, предохранит. сбросные и регулирующие К.

Предохранительный запорный К. — устройство, к-рое прекращает подачу газа потребителям при вы-

ходе контролируемого давления за установл. верхний или нижний предел и открывается только вручную. К. типа ПКВ отличается от К. типа ПКН более сильной пружиной, наличием дополнит. диска, уменьшающего эффективную площадь мембраны, и отсутствием тарелки мембраны, что позволяет настраивать его на более высокие давления срабатывания, чем ПКН. Поступление газа прекращается при посадке К. на седло в вентильном корпусе, к-рый через промежуточный шток соединен с рычагом. Когда К. и соединенный с его штоком рычаг подняты, штифт рычага сцеплен с крючком анкерного рычага, в выступ к-рого упирается нижним концом ударник. Чтобы он удерживался в вертик. положении, его штифт сцепляется с выступом на конце коромысла. Это сцепление возможно только в том случае, если давление газа под мембраной находится в пределах настройки. Подмембранную полость К. через штуцер соединяют с контролируемой точкой на газопроводе после регулятора. Если под мембраной давление газа возрастает до значения, превышающего заданный предел, то усилие, передаваемое через мембрану на шток, превысит усилие, создаваемое пружиной. Шток вместе с левым концом коромысла поднимается, и штифт ударника выходит из зацепления с коромыслом. Падая, ударник поворачивает анкерный рычаг. Под действием веса груза рычага и др. движущихся частей К. перекрывает проход газа.



Клапан ПСК-50
 1 — чугунный корпус; 2 — прокладка; 3 — клапан; 4 — тарелка; 5 — мембрана; 6 — диски; 7 — крышка; 8 — пружина; 9 — шайба; 10 — регулировочный винт

Предохранительный сбросной К. — устройство, предназн. для поддержания давления газа в сети на заданном уровне путем удаления в атмосферу нек-рого объема газа из газопровода.

Предохранит. сбросные К. бывают пружинными, мембранными и жидкостными. В газорегуляторных пунктах применяют пружинные К. двух типов — малоподъемные и полноподъемные. У первых открытие затвора происходит постепенно, и поэтому их наз. К. пропорцион. действия. Вторые при определ. превышении давления в газопроводе открываются полностью рычагом. Малоподъемные пропорцион. К. используют в системах с практически несжимаемыми жидкостями, где даже очень небольшой сброс ведет к резкому снижению давления.

К. типа СППКЧР применяют на газопроводах среднего и высокого давлений. Этот полноподъемный К. с рычагом для контрольной продувки предназначен для сброса газа непосредственно в атмосферу или через сбросный трубопровод.

В газорегуляторных пунктах используют мембранные малоподъемные пропорциональные и полноподъемные двухпозиционные К. Наличие у этих клапанов дополнительно эластичной мембраны расширяет область их использования.

Предохранит. сбросной К. мембранный малоподъемный ПСК-50 в верхней части чугунного корпуса имеет вертик. патрубок для присоединения сбросного трубопровода. Нижняя часть патрубка представляет собой седло, перекрываемое плунжером. При повышении давления газа в газопроводе сверх заданного мембрана вместе с плунжером опускается вниз, открывая проход газа в атмосферу.

Гидравлич. предохранитель работает как сбросное устройство пропорцион. действия. Его недостатки: громоздкость и огранич. область применения — только в системах газопроводов низкого или среднего (до 0,01—0,02 МПа) давления.

Регулирующие К. — дроссельные органы, к-рые путем изменения проходного сечения регулируют расход проходящего через них газа. Они могут быть одно- или двухседельными. Односедельный К. не разгружен, т.к. на него с противоположных сторон действуют разл. давления, создавая одностороннее усилие. Односедельные К. выполняют жесткими и мягкими. У мягких, нашедших широкое применение в регуляторах прямого действия, прокладку изготавливают из кожи или газостойкой резины. Двухседельные К. разгружены, поскольку давления, действующие на них, уравновешиваются, вследствие чего исключается влияние входного давления газа на регуляторы. Двухседельные К. имеют большую пропускную способность, чем односедельные, за счет увеличения суммарной площади отверстий для прохода газа. Их недостаток — негерметичность, связанная с трудностями посадки и притирки затвора одновременно в двух плоскостях и неравномерностью износа обоих седел. Эта особенность К. определяет область их применения:

газорегуляторные пункты, питающие газом закомпонов. системы газопроводов, крупные предприятия, электростанции и подобные им объекты с непрерывным круглосуточным потреблением газа.

Если по технологич. условиям требуется постепенное увеличение расхода газа по всей высоте подъема затвора, то применяют дроссельные органы пробко- и окончатой формы. Регулировочной характеристикой дроссельного органа наз. зависимость относит. расхода газа (по отношению к макс. его расходу) от относит. перемещения затвора (по отношению к полному его перемещению). Хар-ку, построенную при пост. перепаде давления на дроссельном органе, наз. внутренней. Регулирующие К. выпускают с линейными, логарифмич. и параболич. внутр. хар-ками.

КЛАТРАТЫ (от лат. *clathratus* — защищенный решеткой) — кристаллич. соединения, включения, в к-рых молекулы соед.-"хозяина" образуют пространств. каркас, а молекулы соед.-"гостя" располагаются в его полостях, напр. в К. $Cl_2 \cdot 6H_2O$ молекулы Cl_2 занимают полости каркаса, образованного H_2O . Нек-рые К. используют в качестве рабочего тела аккумулятора теплоты фазового перехода систем кондиционирования микроклимата для накопления "холода" летом. Так, смесь хладагентов $f=11$ и $R=12$ с водой образует при темп-ре $9,2^\circ C$ и атм. давлении бинарный кристаллич. состав ("теплый лед"), обладающий высокой теплотой плавления (270 кДж/кг).

КОАГУЛИРОВАНИЕ — один из наиболее распространенных методов очистки природных и сточных вод от вредных примесей. В основе его лежит коагуляция коллоидных и суспензий, загрязнений под действием коагулянтов и флокулянтов. К. включает в себя следующие операции и процессы: добавление к воде (дозирование) коагулянта (флокулянта), смешение его с водой (см. *Смеситель реагентов*), хлопьеобразование и отделение хлопьев коагулиров. частиц в осадок (см. *Отстойник, Фильтр*). Первые эксперименты по коагулированию воды были проведены в 1827, однако массовое применение К. в технологии очистки воды началось в 80-х годах прошлого столетия. Малорастворимые продукты гидролиза коагулянтов, взаимодействуя с частицами загрязнений воды, снижают степень их агрегативной устойчивости и формируют вместе с ними коагулянт. структуры — хлопья. Сначала образуются микрохлопья (30—100 мкм), затем хлопья (0,3—3 мм), различные невооруженным глазом. Площадь поверхности твердого в-ва в хлопьях находится в пределах 200—600 м²/г, а степень структурно-механич. гидратации,

т.е. отношения объема жидкой фазы к объему твердой, достигает тысячи единиц. Полнота выделения хлопьев коагулиров. взвеш. в-в в осадок зависит от свойств хлопьев, важнейшими из к-рых являются плотность, прочность и адсорбционная способность. По данным эксперимент. исследований плотность составляет 1,01—1,1 г/см³ в зависимости от содержания механич. примесей в обрабатываемой воде и дозы коагулянта. Прочность хлопьев характеризуется предельным напряжением сдвига 3—20 мг/см². Хлопья способны адсорбировать и хемосорбировать молекулы и макромолекулы минер. и органич. в-в. В частности, уд. сорбция гуминовых в-в, окрашивающих природную воду, на продуктах гидролиза алюминия может достигать 15 мг на 1 мг Al^{3+} . При этом 1 мг-экв/л $Al(OH)_3$ снижает цветность воды на 30—100 град. платино-кобальтовой шкалы. Наряду с жидкой и твердой фазами хлопья коагулиров. взвеш. в-в содержат пузырьки газов (воздуха, углекислоты), способных резко уменьшить скорость их осаждения в отстойниках и осветлителях воды и даже вызвать флотацию природных и сточных вод. Важнейшим свойством хлопьев является их способность к тиксотропной обратимости, т.е. к самопроизвольному восстановлению после механич. разрушения, вызванного, напр., интенсивным перемешиванием воды. Однако по мере старения структуры, с развитием кристаллизации, процессов, тиксотропия постепенно утрачивается.

Различают в основном два механизма процессов, происходящих при очистке воды коагулянтами: нейтрализация заряда частиц загрязнений и их обволакивание. Первый характерен б.ч. для мутных вод, второй — для вод малой и средней мутности (менее 200 мг/л). Оптим. значения pH составляют в обоих случаях 5,5—7,5. Наилучшее обесцвечивание достигается в узкой области оптимума pH: для сернокислого алюминия — 4,5—6,2, для хлорного железа — 3,5—5. Оптим. условия К. и формирования хорошо отделяющихся в осадок хлопьев соответствует оптим. доза коагулянта, зависящая от темп-ры воды, солевого состава, концентрации твердой фазы, наличия мешающих примесей и т.д.

Оптимальную дозу коагулянта D , мг/л, при обработке мутных вод принимают в зависимости от содержания в воде взвешенных в-в $S_{в-в}$, мг/л:

$S_{в-в}$..	до 100	101-200	201-400	401-600	601-800
D ..	25-35	30-45	40-60	45-70	55-80

Продолжение

$S_{в-в}$..	801-1000	1001-1400	1401-1800	1801-2200	2201-2500
D ..	60-90	65-105	75-115	80-125	90-130

Примечание. Меньшие значения доз относятся к воде, содержащей грубодисперсные взвешенные в-ва.

Оптимальную дозу коагулянта, мг/л, при обработке цветных вод рассчитывают по формуле безводного продукта $D_k = 4\sqrt{C}$, где C — цветность, град. платиново-кобальтовой шкалы.

Дозу подщелачивающего реагента, мг/л, необходимого для улучшения процесса хлопьеобразования, определяют по формуле $D_k = K(D_k/e - C + 1)$, где D_k — максимальная доза безводного коагулянта, мг/л; e — эквивалентная масса коагулянта (безводного), мг/мг-экв, принимаемая равной для $Al_2(SO_4)_3$ — 57, для $FeCl_3$ — 54, для $Fe_2(SO_4)_3$ — 67; C — минимальная щелочность коагулируемой воды, мг-экв/л; K — коэфф., равный 28 для извести (по CaO) и 53 для соды (по Na_2CO_3).

Дозы коагулянтов и вспомогат. реагентов выбирают путем пробного К. образцов воды в лабораторных условиях.

При правильной организации К. наряду с удалением из воды дисперсных примесей происходит частичная или полная очистка воды от нек-рых истинно раствор. примесей, способных химически взаимодействовать с катионами Al^{3+} и Fe^{3+} и продуктами их гидролиза — ПАВ, фосфатов, пестицидов, радиоактивных изотопов. В процессе К. из воды эффективно удаляются планктон, водоросли, бактерии, вирусы. К. хорошо сочетается с другими способами обработки воды (напр., окислением, природными и искусств. сорбентами). Для интенсификации К. воды, к-рое особенно необходимо как способ повышения ее качества на перегруж. очистных сооружениях, используют реагентные и безреагентные методы. К числу первых относится применение флокулянтов и замутнителей; к числу вторых — создание наиболее благоприятных условий перемешивания коагулянтов с водой (в т.ч. пневматич. перемешивания); подогрев воды; использование рацион. способов дозирования коагулянтов; рециркуляция осадка. При обработке коагулянтами маломутных вод процесс хлопьеобразования протекает вяло, а вода, выходящая из очистных сооружений, содержит в недопустимых кол-вах остаточные алюминий и железо. Хлопьеобразование можно интенсифицировать путем добавления к воде минер. замутнителей, частицы к-рых играют роль доп. центров хлопьеобразования, утяжеляют хлопья и повышают степень очистки воды за счет протекающих на их поверхности сорбц. процессов. Наиболее распространенные замутнители — глины, чаще всего бентонитовые и каолиновые. Иногда применяют тонкоизмельченный карбонат кальция, соли бария, магнетитовый порошок, золы, цемент и др. замутнители. Хлор и др. окислители, разрушая

гидрофильные органич. соединения, облегчают условия протекания коагуляции. Особенно эффективно преваит. хлорирование при обработке цветных вод: наряду с экономией коагулянтов происходит частичное или полное удаление из воды вредных для здоровья тригалогенметанов — продуктов взаимод. действия хлора с органич. компонентами.

Подбор наиболее рацион. способов дозирования коагулянтов основан на макс. использовании каталитических эффектов. В зависимости от качества исходной воды и вида коагулянта (флокулянта) может быть применен один из след. способов. Фракционированное, или дробное К., — когда потребное кол-во коагулянта добавляют к воде не одной, а двумя-тремя последоват. порциями. Концентрированное К., — когда все потребное кол-во коагулянта вводят лишь в часть обрабатываемой воды (с последующим смешением с основным потоком). Прерывистое, или периодическое К., при к-ром происходит чередование периодов подачи в обрабатываемую воду норм. или увелич. доз коагулянта и полного прекращения К. Возможно сочетание перечисленных способов ввода коагулянта.

КОАГУЛЯНТЫ, коагулирующие агенты (от лат. coagulatio — свертывание, сгущение) — в-ва, введение к-рых в жидкую среду, содержащую мелкие дисперсные частицы, вызывает коагу-

ляцию. В практике очистки питьевых и сточных вод в качестве К. применяют их обр. соли алюминия, соли железа и др. смеси в разных пропорциях (см. таблицу).

В отдельных случаях при очистке сточных вод в качестве К. используют алюмо- и железосодержащие отходы произва: шламы, травильные р-ры и пр. Сульфат алюминия получают обработкой серной к-той сырой или обожженной глины (каолин, бокситы, нефелин и др.) с последующей фильтрацией р-ра, упаркой и кристаллизацией. Иногда применяют способы хим. или электрохим. растворения алюминиевых листов и стружки в р-рах серной к-ты. Исходным сырьем для получения алюмината натрия и оксихлорида алюминия служит свежесожд. гидроксид или оксид алюминия. Первый из названных К. получают растворением сырья в разбавленной щелочи, второй — в разбавленной к-те. При использовании в качестве электролита соляной к-ты можно получить оксихлорид алюминия, затрачивая на 1 кг продукта около 1 кВт·ч электроэнергии.

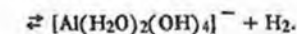
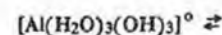
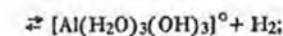
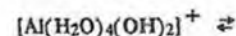
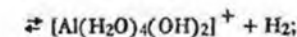
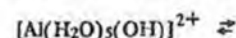
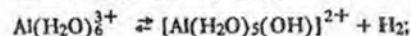
Хлорное железо обычно получают обработкой хлором железного лома, иногда непосредственно на водоочистных станциях. Реже применяют анодное растворение железа в р-ре поваренной соли. Железный купорос получают из р-ров, образующихся при травлении металла, а хлориров. железный купорос —

Виды и состав наиболее распространенных коагулянтов

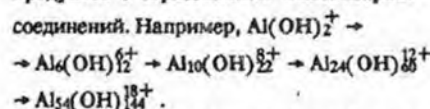
Коагулянты	Хим. формула	Содержание, % массы	
		Al_2O_3 или Fe_2O_3	нерастворимых примесей
Алюминийсодержащие			
Сульфат алюминия: неочищенный	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	>9	<23
очищенный	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	>13,5	<1
	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$	17–19	—
Алюминат натрия	$NaAlO_2$	45–55	6–8
Полихлорид (оксихлорид) алюминия	$Al_2(OH)_nCl_{(6-n)}$	40–44	—
Квасцы:			
алюмокалиевые	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	10,2–10,7	0,04–0,2
аммиачные	$NH_4Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	11,0–11,2	—
Железосодержащие			
Железо хлорное	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	>95	—
Железный купорос	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	>47	<1
Хлориров. железный купорос	$Fe_2(SO_4)_3 + FeCl_3$	—	—
Серно-кислая окись железа	$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 2H_2O$	68–76	<40

путем дополнит. обработки этих р-ров хлором.

Серно-кислородное окисное железо производят путем обработки окиси железа серной к-той. В качестве сырья используют пиритные (колчеданные) огарки — отходы серно-кислотного произ-ва. К. изготавливают и поставляют в виде кусков, плит, порошка, гранул или в виде р-ров разной концентрации. При растворении коагулянтов в обрабатываемой воде катионы алюминия и железа диссоциируют с образованием аквакомплексов и в результате гидролиза формируют малорастворимые гидрокомплексы. Напр., для $Al(H_2O)_6^{3+}$:



Глубина и скорость гидролиза зависят от концентрации и свойств гидрохлоридов, солевого состава очищаемой воды и ее темп-ры. Наряду с гидролизом происходит полимеризация продуктов с образованием высокозаряд.



Значения pH воды, при к-рых продукты гидролиза К. обладают наименьшей растворимостью и соответственно в наименьших кол-вах содержатся в воде в растворенном состоянии, составляют 4,5—8,0. Смеси солей железа и алюминия рекомендованы в соотношениях 1:1 — 2:1. Наблюдаемое для смесей К. расширение зоны оптим. значений pH можно объяснить большим разнообразием продуктов гидролиза со своими индивид. свойствами, а ускоренное осаждение хлопьев — изменением структуры за счет более плотной упаковки скоагулированных частиц. Иногда в качестве К. для очистки воды используют соли магния, образующие малорастворимые продукты при pH = 10,9...11,2.

КОАГУЛЯЦИЯ — соединение частиц коллоидной системы при их столкновениях в процессе теплового движения, перемешивания или направленного перемещения в силовом поле. К. — самоп-

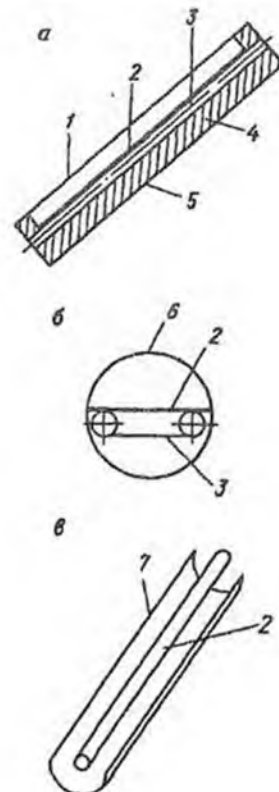
роизвольный процесс, являющийся следствием стремления коллоидной системы к состоянию с более низкой свободной энергией. Частицы неспособны к К., если они агрегативно устойчивы из-за наличия электр. заряда и (или) адсорбционно-сольватного слоя на их поверхности. Агрегативную устойчивость можно нарушить введением коагулирующих в-в — коагулянтов. В результате К. образуются агрегаты — более крупные (вторичные) частицы. Исходные (первичные) частицы связаны в них силами молекулярного взаимодействия непосредственно или через прослойку окружающей среды. Процесс К. лежит в основе коагулирования воды.

КОАГУЛЯЦИЯ КОНТАКТНАЯ — процесс, осуществляемый в фильтрах с движением воды снизу вверх (см. Осветлитель контактный), при к-ром коагулирующ. реагент вступает в контакт с образовавшимися ранее хлопьями коагулянта, взвеш. в-в, зернистой и пористой загрузкими фильтров. Преимущество К.к. по сравнению с обычной объемной в следующем: протекает она быстрее, менее чувствительна к темп-ре, возможна даже при низком щелочном резерве воды, требует на 10—15% меньших доз коагулянтов.

КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ — см. Теплота.

КОЛЛЕКТОР СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ — горизонт. отрезок теплопровода (трубы или каналы) относительно увелич. диаметра. Предназначается для распределения (распределит. коллектор) или сбора (сборный коллектор) теплоносителя из отд. частей системы отопления через привар. патрубки по числу этих частей; для подведения или отведения теплоносителя из колонок отопительного прибора (напр., радиатора типа РСВ, см. Радиатор). На распределит. и сборном К.с.о. устанавливают контрольно-измерительные приборы, а на распределит., кроме того, предохранит. клапан.

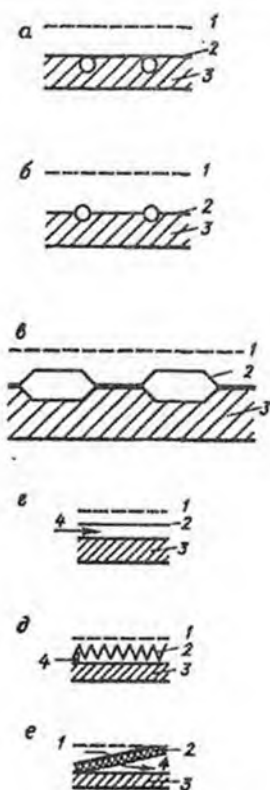
КОЛЛЕКТОР СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ (К.с.э.) — гелиоприемник, составная часть системы солнечного отопления, предназнач. для улавливания солнечного излучения, преобразования его в теплоту и нагревания воды, воздуха и др. жидкой или газообразной среды. В активных системах солнечного отопления и горячего водоснабжения обычно используются плоские К.с.э., иногда вакуумир. стекл. трубчатые коллекторы, реже — фокусирующие К.с.э., в к-рых плотность потока солнечного излучения повышается благодаря концентрированию с помощью



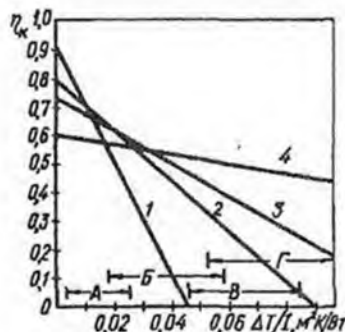
Коллектор солнечной энергии
а — плоский; б — вакуумированный; в — фокусирующий; 1 — остекление; 2 — зачерненная лучепоглощающая поверхность; 3 — трубка (канал) для движения теплоносителя; 4 — теплоизоляция; 5 — корпус; 6 — стеклянная вакуумированная труба; 7 — параболический отрагатель

зеркальных отражателей или линз. Плоский К.с.э. состоит из прозрачной изоляции, зачерненной лучепоглощающей поверхности (абсорбера), трубок для теплоносителя, теплоизоляции и корпуса. Солнечная радиация, поглощаемая в К.с.э., нагревает теплоноситель до темп-ры обычно не более 90°C. Для поглощения солнечной радиации К.с.э. должен быть обращен строго на юг. Практически их устанавливают с отклонением 15—20° от оптим. ориентации, что незначит. уменьшает мощность К.с.э. Для круглосуточной макс. облученности угол, равный широте местности, оптимальный. При использовании К.с.э. летом макс. плотность радиации будет при угле наклона, равном широте местности, минус 15°, а оптимальное облучение солнцем зимой — при угле наклона, на 15° большем широты местности.

Прозрачная изоляция представляет собой 1 или 2 слоя стекла или полимерной пленки, размещаемых на расстоянии 30—50 мм от теплопоглощающей поверхности



Элементы конструкции плоских коллекторов солнечной энергии
 а, б, в — жидкостных; г, д и е — воздушных; 1 — остекление; 2 — лучепоглощающая поверхность с трубками (каналами) для нагреваемого теплоносителя; 3 — корпус с теплоизоляцией; 4 — поток воздуха



Характеристика коллекторов солнечной энергии
 1 — без остекления; 2 — с однослойным остеклением; 3 — с двухслойным остеклением; 4 — вакуумированного стеклянного трубчатого

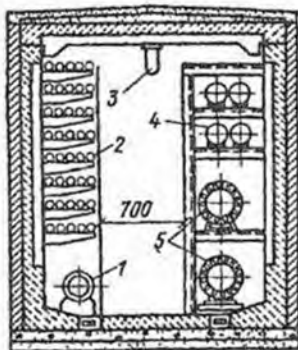
и между собой. При темп-ре нагреваемого теплоносителя до 30°С могут применяться К.с.э. без прозрачной изоляции. Абсорбер плоского К.с.э. изготавливается из теплопроводного материала (стали, алюминия, чугуна, резины). Жидкий теплоноситель

нагревается в трубках диаметром 12—15 мм, припаянных к листу, или в штампов. каналах, располож. на расстоянии 50—150 мм один от др. Верхние и нижние концы трубок (каналов) соединены гидравлич. коллекторами. В воздушных К.с.э. нагреваемый воздух движется в пространстве между прозрачной изоляцией и лучевоспринимающей металлич. плоской или гофриров. поверхностью либо через пористую насадку. Осн. хар-ка тепловой эффективности К.с.э. — его КПД, равный отношению кол-ва полезной теплоты к кол-ву солнечной энергии, поступающей на поверхность К.с.э. КПД К.с.э. зависит от его конструкции, климата местности и условий эксплуатации. Повышение тепловой эффективности К.с.э. достигается в результате снижения теплотеря излучением путем применения селективного поглощающего покрытия абсорбера с высокой способностью поглощать коротковолновое солнечное излучение и низкой излучат. способностью в диапазоне длинноволнового теплового излучения; исключения конвективных теплотеря посредством вакуумирования пространства между абсорбером и прозрачной изоляцией; применения концентраторов солнечного излучения; использования неск. слоев прозрачной изоляции или ячеистой структуры над абсорбером для снижения конвективных и лучистых теплотеря. Высокоэффективные К.с.э. — селективные плоские, стекл. трубчатые вакуумиров. и фокусирующие. В вакуумиров. стекл. трубчатых К.с.э. вследствие поддержания вакуума ниже 1,33 Па в пространстве между лучепоглощающей поверхностью абсорбера и стекл. оболочкой практически исключаются конвективные, а при применении селективных покрытий и лучистые теплотеря, благодаря чему возможно нагревание теплоносителя до высокой темп-ры (90—300°С). Еще больший эффект достигается при применении в вакуумиров. фокусирующем К.с.э. концентратора солнечного излучения, приемника-поглотителя концентриров. излучения и устройства для слежения за движением Солнца. Значит. эффект дает применение в К.с.э. тепловых труб и ячеистых (сотовых) структур из прозрачного материала, устанавливаемых в пространстве между остеклением и лучепоглощающей поверхностью. В К.с.э. с ячеистой структурой можно нагреть теплоноситель до 250°С. К.с.э. с тепловой трубкой обеспечивает высокую плотность потока передаваемой теплоты, компактность устройства, передачу теплоты в одном направлении — из зоны испарения в зону конденсации, отсутствие затрат энергии на перекачку среды, передачу теплоты при очень малой разности темп-ры, саморегулируемость. В системах солнечного отопления использу-

ются плоские К.с.э. с плоской тепловой трубкой. При этом практически исключаются коррозии и замерзание системы. Эффективность фокусирующих К.с.э. в условиях холодного климата снижается, т.к. в отличие от плоских К.с.э. они улавливают только прямое солнечное излучение и не улавливают рассеянного, преобладающего в северных широтах (50° с.ш. и выше), поэтому в системах солнечного отопления зданий их применение нецелесообразно.

На схеме показана зависимость КПД плоского К.с.э. без остекления, с одно- и двухслойным остеклением и вакуумир. стекл. трубчатого К.с.э. от отношения разности темп-ры Δt , теплоносителя на входе в К.с.э. и наружного воздуха к интенсивности I солнечного излучения, поступающего на поверхность К.с.э. При очень малых значениях отношения $\Delta t/I$ КПД К.с.э. без остекления выше КПД всех др. К.с.э., а с увеличением $\Delta t/I$ самым эффективным становится вакуумир. К.с.э. Область А соответствует применению К.с.э. для нагрева воды в плават. бассейнах, Б — для горячего водоснабжения, В — для отопления зданий и Г — для кондиционирования воздуха. Тепловая эффективность К.с.э. характеризуется также его тепловой мощностью, равной произведению массового расхода нагреваемого теплоносителя, его уд. изобарной теплоемкости и разности темп-ры на выходе и входе в К.с.э. Средний КПД плоского К.с.э. равен 30—50%, фокусирующего с параболическим концентратором или линзой Френеля — 50—70% и вакуумир. стекл. трубчатого — 40—60%. Осн. направления дальнейшей совершенствования конструкций К.с.э.: уменьшение теплотеря путем вакуумирования внутр. пространства; применение селективных покрытий и прозрачных структур для подавления конвекции воздуха в пространстве между прозрачной изоляцией и абсорбером; снижение уд. массы модуля К.с.э. и увеличение его габаритов; сокращение теплотеря соединит. трубопроводов путем уменьшения их длины; увеличение уд. теплопроиз-сти высокоэффективных плоских и вакуумир. К.с.э. до 300—400 кВт·ч/(м²·год) в местностях с годовым поступлением солнечной энергии 1000—1100 кВт·ч на 1 м² горизонт. поверхности.

КОЛЛЕКТОРЫ ГОРОДСКИЕ — подземные проходные каналы, предназначен. для гор. совместной прокладки разл. коммуникаций: теплопроводов, водопровода, электрич. и телеф. кабелей и др. К.г. удешевляют эксплуатацию, повышают надежность и удлиняют сроки службы коммуникаций. Такие коллекторы (каналы) наз. общими. К.г. оборудуют:



Проходной канал из сборных железобетонных блоков

1 — водопровод; 2 — электрические кабели; 3 — светильники; 4 — технологические трубопроводы; 5 — теплопроводы

вентиляцией естественной или принудит., обеспечивающей темп-ру воздуха в канале не выше 33°C в период произ-ва ремонтных работ и не выше 50°C как в зимнее, так и в летнее время; электр. освещением напряжением до 30 В; телеф. связью и др. оборудованием. Для сбора влаги в пониж. точках трассы устраивают приемки, сообщающиеся с водосточными или оборудов. откачивающими насосами с автоматич. или дистанц. управлением. Габариты К.г. выбирают из условия свободного доступа ко всем элементам теплопроводов (и др. коммуникаций), позволяющего проводить полный капит. ремонт их без вскрытий и разрушений дорожных покрытий. Ширина прохода в К.г. принимается не менее 700 мм, высота — более 2 м. Через каждые 200—250 м по трассе делают люки, оборудов. для спуска в канал лестницами или скобами. В местах скопления оборудования могут устраиваться спец. уширения (камеры) или сооружаться павильоны. В К.г. трубы большого диаметра размещаются в нижнем ряду, меньшего — в верхнем. Теплопроводы рекомендуется укладывать в правом (по ходу теплоносителя) от источника теплоты вертикал. ряду, остальные — в левом. При компоновке сечения проходного коллектора допустимые разрывы между коммуникациями и ограждениями принимают по нормам строит. проектирования. Применение К.г. позволяет организовать комплексное проектирование, стр-во и эксплуатацию инж. коммуникаций, стр-во индустр. методами с применением комплексной механизации узлов и конструкций повыш. заводской готовности, монтаж с колес. Все это значительно улучшает систему инж. оборудования городов.

КОЛОДЕЦ ШАХТНЫЙ —

вертикальная выработка в грунте с большим поперечным сечением (по сравнению с водозаборными скважинами), возводимая для забора воды из водоносных пластов, залегающих на сравнительно небольших глубинах, обычно до 30 м.

К.ш. состоит из наземной (оголовка, ствола), водоприемной и водосборной (зумпфа) частей. Оголовок служит для защиты от попадания в К.ш. загрязненных поверхностных вод и для создания удобных условий эксплуатации (подъема воды, наблюдений за состоянием колодца). В местах с низкими темп-рами в сравнительно неглубоких колодцах оголовок необходим и для защиты от промерзания. По сан. условиям возвышение оголовка над поверхностью земли принимают не менее 0,8 м. Для предотвращения от попадания загрязнений оголовок перекрывают крышкой, а над ним устраивают навес или будку. Вокруг К.ш. по поверхности земли укладывают глиняный замок или асфальтовое покрытие с уклоном в сторону от колодца. Водоприемную часть в зависимости от гидрогеол. условий и глубины устраивают или только в дне, или в стенках, или в дне и стенках К.ш. При приеме воды через дно оно должно быть оборудовано гравийным фильтром или плитой из пористого бетона. При приеме воды через стенки в них должны быть устроены спец. окна из пористого бетона или окна, заполненные гравийным фильтром. Зумпф сооружают в том случае, когда в К.ш. требуется иметь нек-рый запас воды; его размеры определяются необходимым запасом воды.

К.ш. могут быть бетонными и железобетонными, деревянными, из каменной и кирпичной кладки. Наиболее широко используются К.ш. из сборных железобет. элементов (колец, панцирных плит). Для глубины 10; 20 и 30 м К.ш. сооружают из сборных железобет. колец высотой 1,05 м с фальцами и внутр. диаметром 1 м при толщине стенок 8 см. В устойчивых породах стык колец в стволе заделывают цементным раствором, в песчаных грунтах применяют спец. конструкции стыка, выдерживающие нагрузку на разрыв от веса расположенных ниже прочно соединенных между собой колец. Водоприемную часть колодца устраивают из пористого бетона, армированного такой же сеткой, как и обсадные железобет. кольца ствола колодца, с поясами жесткости из плотного бетона в верхней и нижней частях кольца. В нижней части К.ш. укладывают трехслойный обратный фильтр. При вскрытии песчаных и плывунных грунтов крепление К.ш. осуществляют кольцами диаметром 0,65 м.

Деревянный срубный К.ш. — простейший и наиболее распространенный. К его недостаткам относятся недолго-

вечность деревянного крепления, привкус, придаваемый воде древесиной, и недоброкачественность воды при ее загнивании. При устройстве К.ш. глубиной свыше 15—20 м необходима вентиляция шахты; при наличии вредных газов она может потребоваться и в более мелких К.ш. В процессе проходки шахт применяют водоотлив. В зависимости от состава пород проходку шахты К.ш. выполняют: без временного крепления — в породах сравнительно прочных, необвалывающихся (в сухих лессовидных суглинках и плотных глинах, мягких мергелях, мелах, мягких известняках и др.); с врем. креплением — в породах менее прочных, т.е. не удерживающихся в вертикал. стенке; с одноврем. устройством пост. крепления — в неустойчивых породах. Сруб в шахту устанавливают одним из след. способов: сборкой заранее приготовленного сруба в шахте, предварит. вырытой на полную глубину; опускным способом с наращиванием венцов сверху или снизу; шатровым способом.

К.ш. из каменной или кирпичной кладки — наиболее долговечные водозаборные сооружения, в большей степени удовлетворяющие сан. требованиям. Для крепления стенок К.ш. можно применять крепкий постелистый или штучный камень, не растворяющийся в воде и не окрашивающий ее, а также хорошо обожженный кирпич. Кладку стенок из камня или кирпича выполняют, как правило, на цементном р-ре. Внутренние стенки К.ш. и наружную стенку его подземной части штукатурят цементом. Каменным и кирпичным К.ш. обычно придают круглую форму при диаметре в свету 0,75—1,5 м и более. Толщина стенок каменных К.ш. 25—80 см. Кирпичные стенки делают не меньше, чем в один кирпич.

В северных регионах при большой водопроницаемости водоносных пород и мощности пласта до 20 м использование К.ш. позволяет осуществлять забор подрусловых вод для водоснабжения населенных мест и пром-сти. В этом случае ложе его нижней крошки при приеме воды через дно должно быть расположено от уровня воды на расстоянии 0,5—0,7 радиуса К.ш. При мощности пласта более 20 м допускается применение шахтных вакуум-колодцев. К.ш. больших диаметров устраивают из монолитного железобетона, а при диаметре 3 м и менее — из железобет. колец. Эффективность отбора воды в К.ш. возрастает при создании вакуума в надводной части шахты водосборной камеры.

При хим. и биологич. колымагаже водоприемной части К.ш. применяют реагентные и комбинир. методы регенерации. Вместе с тем опыт показывает, что в большинстве случаев устойчивая работа К.ш. обеспечивается их механич. или гидравлич. чисткой.