

РАСЧЕТНЫЙ РАСХОД ГАЗА —

основа для определения диаметров газопроводов и пропускной способности оборудования газовых сетей. Т.к. гор. системы газоснабжения не имеют аккумулирующих емкостей, за расчетные расходы принимают макс. часовые расходы газа. Для гор. газопроводов всех давлений и назначений их определяют по годовым расходам и макс. коэфф. неравномерности потребления газа $Q_{ч.г}^{max} = K_{ч.г}^{max} Q_{год} / 8760 = Q_{год} / m$, где $Q_{ч.г}^{max}$ и $Q_{год}$ — макс. часовой расход газа за год и годовой расход; $K_{ч.г}^{max}$ — макс. коэфф. неравномерности потребления за год; m — число часов использования максимума. Коэфф. $K_{ч.г}^{max}$ можно определить через месячный, суточный и часовой коэффициенты соотношением $K_{ч.г}^{max} = K_{м}^{max} K_{с}^{max} K_{ч}^{max}$.

Коэфф. $K_{ч.г}^{max}$ в осн. зависит от числа потребителей газа. Процесс расходования газа для большинства потребителей имеет случайную природу, поэтому у отд. потребителей пики расхода газа не совпадают во времени. При сложении графиков расхода газа из-за разновременности пиков они уплотняются и неравномерность уменьшается. Пик суммарного графика всегда меньше суммы пиков слагаемых графиков. Чем больше потребителей присоединено к газопроводу, тем меньше будет неравномерность потребления и, следовательно, значение $K_{ч.г}^{max}$.

Для определения макс. расходов газа в сетях обычно используют число часов использования макс. m (или $1/m$), к-рое связано с коэфф. неравномерности соотношением $m = 8760 / K_{ч.г}^{max}$. Значения m связывают с численностью населения, напр., для малого города с населением в 100 тыс. человек $m = 2800$. Расчетное значение m следует выбирать по головному участку гидравлически связанной сети. Для крупных коммунальных предприятий число m , определ. опытным путем, приводится в СНиПу. Для пром. предприятий m в осн. зависит от числа рабочих смен. Расчетные расходы газа для внутридомовых и квартальных сетей определяют по двум методам, осн. на коэфф. одновременности или неравномерности. При первом методе макс. часовые расходы газа находят, используя коэфф. одновременности, включения газовых приборов квартир в пик потребления $Q^{max} = \sum_{i=1}^n K_o Q_{ном.и} N_i$, где

K_o — коэфф. одновременности работы газовых приборов однотипных квартир, определяемый по общему числу присоедин. квартир $\sum N_i$; n — число типов

квартир; $Q_{ном.и}$ — номин. расход газа приборами квартиры типа i ; N_i — число квартир типа i .

Коэфф. одновременности учитывает вероятность одноврем. работы газовых

приборов в пик потребления. Чем больше приборов присоединено к газопроводу, тем меньше вероятность одновременной их работы и тем меньше K_o . Коэфф. одновременности определяется соотношением $K_o = m/n$, где n — общее число газовых приборов; m — число газовых приборов, работающих в пик потребления.

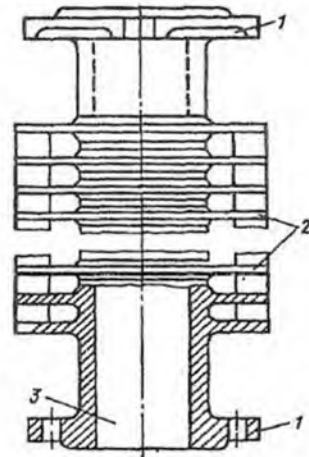
Потребление газа в квартирах рассматривают как случайный процесс, при этом коэфф. одновременности с ростом числа квартир будет приближаться к вероятности включения газоборудования одной квартиры в пик потребления P . Это следует из предельной теоремы Бернулли о повторяемости опытов. Зная вероятность P , можно по формуле Бернулли рассчитать вероятность включения в пик потребления не более m квартир из общего числа n . Эта вероятность является доверит. вероятностью и определяет точность расчета. Обычно принимают доверит. вероятность равной 0,95. Зная m и n , рассчитывают K_o . В СНиПе приведены значения коэфф. одновременности в зависимости от числа квартир и их газоборудования. Данный метод не учитывает населенности квартиры. Если в одно-, двух- и трехкомнатных квартирах установлены четырехконфорочные плиты (так часто и бывает), то расчетные расходы газа во всех трех случаях будут одинаковы, а фактич. различны, что приведет к увеличению диаметров газопроводов в малонасел. квартирах. Следовательно, метод коэфф. одновременности дает правильные результаты только при соответствии газоборудования населенности квартиры.

Метод коэфф. неравномерности лишен отмеч. выше недостатка. По осн.м расчетные расходы определяют с учетом населенности квартир по годовым расходам газа и коэфф. неравномерности его потребления

$$Q^{max} = \frac{n}{1} K_{ч.г}^{max} (Q_{год} / 8760) N_i, \text{ где } Q_{год} —$$

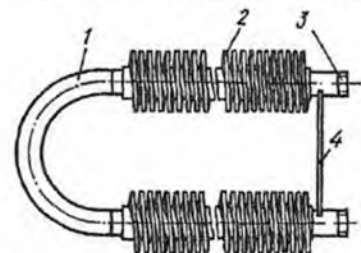
годовое потребление газа квартирой типа i . Значение $Q_{год}$ зависит от характера потребления (на приготовление пищи или горячей воды) и числа людей, живущих в квартире. Величина Q^{max} не зависит от номин. расходов газоборудования квартиры. При определении расчетных значений коэфф. $K_{ч.г}^{max}$ используют опытные данные и пересчеты расходов по коэфф. одновременности при строгом соответствии мощности установл. газоборудования населенности квартиры. При расчете внутриквартирных газопроводов лучше использовать метод коэфф. одновременности, т.к. по технологич. соображениям не может быть несоответствия мощности установленного оборудования потребностям цеха, а коэфф. одновременности численно оценить легче, чем коэфф. неравномерности.

РЕБРИСТАЯ ТРУБА — отопительный прибор конвективного типа, представляющий собой чугунную трубу с фланцами



Ребристая труба чугунная с литыми круглыми ребрами
1 — фланцы; 2 — ребра; 3 — канал для прохода теплоносителя

на концах, наружная поверхность к-рой покрыта совместно отлитыми тонкими ребрами диаметром 175 мм. Площадь внешн. поверхности Р.т. во много раз больше, чем у гладкой трубы таких же диаметра и длины. Вследствие этого Р.т. отличается значит. плотностью теплового потока. К ее недостаткам относят: большую металлоемкость [показатель теплового напряжения массы металла $0,25 \text{ Вт}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$]; малую механич. прочность ребер, трудность очистки от

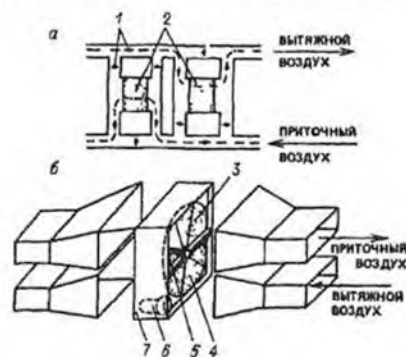


Ребристая труба биметаллическая (двухъярусная модификация)
1 — калач; 2 — алюминиевое спирально-накатное ребрение; 3 — короткая рельба; 4 — распорка

пыли, непривлекат. внешн. вид. Этот устаревший чугунный отопительный прибор заменяется стальной трубой с ребрами (напр., прибором "Коралл" с прилитыми алюминиевыми ребрами глубиной всего 70 мм). Круглые Р.т. имеют длину 1, 1,5 и 2 м, устанавливаются горизонтально в неск. ярусов, соединяются по змеевиковой схеме на болтах с помощью калачей — фланцевых двойных отводов — и контрфланцев, образуя компактный мощный отопительный прибор. Выпускаются также стальные трубы со спирально-навивными ребрами или проволочными петлями (оцинков. горячим

способом или окрашенные) и ребристые биметаллич., представляющие собой стальные трубы диаметром 25—40 мм со спирально-накатными алюминиевыми ребрами наружным диаметром до 100 мм. Стальные и биметаллич. Р. т. соединяют между собой и с теплопроводами на резьбе или на сварке.

РЕГЕНЕРАТИВНЫЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОР — теплообменный аппарат, в котором *теплота* передается поочередным соприкосновением нагретой и холодной среды с поверхностями одной и той же теплоаккумулирующей насадки. Р. т. бывают стационарные переключающиеся и вращающиеся.



Регенеративные теплоутилизаторы

а — стационарные переключающиеся; б — вращающиеся, 1 — переключающиеся клапаны, 2 — теплоаккумулирующая насадка, 3, 4 — секторы приточного и вытяжного воздуха, 5 — продувочный сектор, 6 — электродвигатель с редуктором, 7 — корпус

ющиеся. Первые выполняют в виде насадок из металлич. стружки, гравия, щебня и др. материалов, к-рые попеременно переключаются вручную или автоматически в поток греющей или нагреваемой среды, т.е. с режима поглощения на режим отдачи теплоты. Эти Р. т. не получили широкого распространения гл. обр. из-за громоздкости и трудности обеспечения необходимой герметичности переключаемых воздушных клапанов.

Широко распространенные вращающиеся Р. т. изготавливают в виде плоского цилиндра-насадки, разделенного на секторы, заполн. гладкими или гофриров. металлич. или пластмассовыми листами, сетками или стружками. Вращающиеся Р. т. могут передавать только либо явную, либо полную (явную и скрытую) теплоту. В последнем случае теплообменники называются *энтальпийными* или сорбирующими. Их насадки выполняют из тонколистового асбеста, картона, бумаги, целлюлозы и т.п. сорбирующих материалов, обработ. в растворе хлористого лития. Корпус воздухо-воздушных Р. т. разделен на три сектора: через один проходит греющий вытяжной воздух, через другой — нагреваемый приточный воз-

дух, третий небольшой сектор является продувочным шлюзом для удаления загрязн. вытяжного воздуха, увлекаемого насадкой. Движение теплообменивающих потоков организуется по противоточной схеме. Насадка вращается с частотой 5—20 мин⁻¹ и теплоаккумулирующая масса, проходя через поток вытяжного воздуха, воспринимает теплоту, а затем, проходя через поток нагреваемого воздуха, отдает ее. Край ротора прилегают к уплотнениям в корпусе, к-рые разделяют воздушные потоки с разл. темп-рой. По сравнению с *рекуперативным теплоутилизатором* вращающиеся Р. т. обладают большой компактностью, меньшими аэродинамич. сопротивлением и металлоемкостью; кроме того, при их применении отпадает необходимость непрерывного удаления *конденсата*. Осн. недостатки этих Р. т.: перетекание загрязн. воздуха через уплотнения при вращении ротора (0,07—2%), вследствие чего они непригодны для применения в чистых и стерильных помещениях, помещениях категорий А и Б, а также для утилизации теплоты воздуха, содержащего вредные вещества I-го класса опасности. Эффективность современных вращающихся Р. т. зависит от скорости движения воздуха, частоты вращения и свойств теплоаккумулирующей насадки и достигает 0,9.

Осн. назначение Р. т. — утилизация теплоты отходящих газов и вытяжного воздуха. Технологич. схема утилизации теплоты вращающимися Р. т. аналогична схеме с применением воздухо-воздушных рекуператоров, за исключением того, что регулирование темп-ры приточного воздуха и борьба с обледенением теплообменной поверхности здесь могут осуществляться путем изменения частоты вращения ротора.

РЕГЕНЕРАТОР АКТИВНОГО ИЛА — часть коридоров *азротенка*, в к-рую поступает ил, уплотнившийся во вторичных *отстойниках*, с концентрацией, значительно превышающей его концентрацию в азротенках. Это позволяет увеличить массу ила в сооружениях, общую скорость процесса очистки сточных вод, сократить его продолжительность и объем азротенка. С помощью системы распределения сточной воды и циркуляционного ила соотношение между объе-



Схема регенератора активного ила
1 — азротенк; 2 — исходная сточная вода; 3 — регенератор; 4 — циркуляц. активный ил; 5 — иловая смесь во вторичные отстойники

мом Р. а. и. и азротенка, называемое степенью регенерации ила, можно изменять в пределах 25—75%. Необходимость и степень регенерации ила обусловлены разницей в скоростях сорбции загрязнений и интритоклеточного окисления, которые определяют экспериментально для каждого вида сточных вод. В Р. а. и. происходит окисление сорбированных в-в и, следовательно, подготовка ила для след. цикла сорбции. Регенерацию активного ила применяют при очистке сточных вод с относительно высокой концентрацией загрязнений.

РЕГЕНЕРАЦИОННЫЕ РАСТВОРЫ ИОНООБМЕННЫХ УСТАНОВОК — водные растворы хим. реагентов, используемых для восстановления обменных свойств ионообменных материалов (катионитов и анионитов), применяемых в установках умягчения и *обессоливания воды*. Солеосодержание Р. р. и. у. достигает 5—20 г/л, что в неск. раз превышает солеосодержание исходной воды. Р. р. и. у. по этому показателю относят к разряду сточных вод. Согласно водоохранным нормам Р. р. и. у. не могут быть направлены ни в водоемы, ни в городскую канализацию без предварит. обработки и очистки или разбавления, т.к. они загрязняют водоемы минеральными солями.

Технология обработки Р. р. и. у. определяется содержанием компонентов в сточных водах, зависящим от типа ионообменных фильтров, возможности применения для обработки определ. реагентов и полноты утилизации получаемых побочных продуктов. Самая простая технология обработки таких вод заключается в выделении в процессе регенерации ионообменных фильтров наиболее минерализов. их части с последующим известково-содовым ее умягчением. Раствор после обработки содержит преимущественно хлористый натрий и может использоваться для последующих регенераций фильтров. В отд. случаях для осаждения магния можно вместо известки использовать едкий натр.

При использовании едкого натра упрочняется эксплуатация установок по обессоливанию и умягчению воды, снижается общее кол-во образующегося осадка, но неск. ухудшаются свойства шлама и экономич. показатели. Сброс отработанного регенерац. раствора (ОРР) носит залповый характер, поэтому при небольшом числе регенераций и ионообменных фильтров умягчение раствора целесообразно производить периодически с использованием баков-отстойников. При значит. числе регенераций натрий-катионовых фильтров предпочтительно усреднение ОРР с последующим умягчением в *осветлителях воды*. Этот процесс оценивают двумя параметрами:

получением Р.р.и.у., подлежащих использованию, и созданием условий разделения жидкой (NaCl) и твердой (шлама) [CaCO_3 и $\text{Mg}(\text{OH})_2$] фаз. Он определяет пропускную способность установок, в которых происходит обработка ОРР, и зависит в осн. от содержания в образующейся взвеси гидроксида магния $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

Независимо от типа установок, в которых происходит реагентное умягчение ОРР, предусматривается уплотнение шлама, к-рое зависит от хим. состава и исходной концентрации твердой фазы. В целях утилизации шлам может использоваться в качестве пластификатора при приготовлении растворов для кирпичной кладки и изготовлении линолеума, а также наполнителя при произ-ве бумаги и резины, для нейтрализации кислых производств. Сточных вод и очистки сточных вод от красителей и нек-рых в-в, обуславливающих ХПК. Шлам также может складироваться в накопителях и при технико-экономич. обосновании подвергаться механич. обезвоживанию.

С целью уменьшения сброса избытка ОРР возможно концентрирование его упариванием или электродиализом. Узел концентрирования устанавливается как до реагентного умягчения, так и после него. Для исключения применения дефицитной соды, произ-во к-рой неэкологично, может применяться технология, предусматривающая концентрирование ОРР на Na-катионитовых фильтрах с разделением солей. При этом получают кристаллич. повар. соль, возвращаемую на регенерацию фильтров, и товарный 35—40%-ный раствор хлоридов кальция и магния, к-рый может использоваться при низкотемп-ном произ-ве нек-рых сортов цемента. Технология обработки ОРР, не требующая применения кальциниров. соды, основана на использовании сульфата натрия для регенерации Na-катионитовых фильтров. При этом в ОРР будут содержаться сульфаты натрия, магния, кальция. Пересыщение раствора обуславливает выделение сульфата кальция, а дополнит. обработка известью приводит к образованию гидроксида магния. После доукрепления технич. сульфатом натрия обработ. раствор направляют на регенерацию фильтров. Для предотвращения гипсования загрузки при регенерации Na-катионитовых фильтров сульфатом натрия следует поддерживать скорость движения раствора в фильтре не менее 8—10 м/ч при концентрации этого раствора не более 1,5—2%.

В том случае, когда требования потребителя к умягченной воде ограничены содержанием в ней кальция, возможно использование раствора после выделения из него сульфата кальция и добав-

ления серной к-ты, при этом магний из ОРР не удаляется. При фильтровании воды через катионит, регенериров. описанным способом, из нее будут удалены только ионы Ca^{2+} при проскоке ионов Mg^{2+} . Важным в данной технологии является использование на водоподготовит. установке одного реагента — серной к-ты, а также получение в качестве побочного продукта чистого сульфата кальция, к-рый может использоваться при произ-ве гипсовых вяжущих в-в и бетонных смесей.

Сточные воды Cl-анионитовых фильтров содержат сульфаты, хлориды, бикарбонаты натрия. Предлагается ОРР этих фильтров обрабатывать совместно с ОРР Na-катионитовых фильтров путем азирования. Образующийся при смешении указанных растворов бикарбонат кальция при азирании разлагается с выделением углек-ты и нерастворимого карбоната кальция. Остаточное содержание бикарбоната кальция можно удалить при обработке раствора известью.

Обработанный раствор после доукрепления повар. солью используют для последующих регенераций фильтров. После накопления в циркулирующем растворе ионов SO_4^{2-} и Mg^{2+} производится их удаление из ОРР Na-катионитовых фильтров обработкой известью. Достоинством такой технологии является отсутствие потребности в кальциниров. соде, недостатком — опасность загипсовывания загрузки Na-катионитовых фильтров при скорости движения регенерат. раствора менее 8—10 м/ч.

Сточные воды аммоний-катионитовых фильтров, регенерируемых хлористым аммонием, содержат хлориды кальция, магния и аммония. Обработка ОРР этих фильтров может производиться в два этапа: первый — обработка известью с выделением гидроксида магния, второй — обработка раствора диоксидом углерода и аммиаком с образованием осадка карбоната кальция. После отделения осадка раствор может использоваться для регенерации фильтров. Сточные воды H-катионитовых фильтров обессоливающих установок содержат сульфаты кальция, магния, натрия и серную к-ту. Целесообразно ОРР этих фильтров подвергать известкованию с выделением гидроксида магния и сульфата кальция. После известкования остаточное содержание солей в ОРР будет обусловлено в осн. сульфатом натрия и сульфатом кальция на пределе растворимости, т.е. 35—45 мг-экв/л. Практически полностью осадить остаточный кальций из ОРР можно использованием на втором этапе обработки кальциниров. соды.

Возможен также вариант обработки ОРР без использования соды с применением

известки и диоксида углерода в два этапа (но при достаточном содержании Na_2SO_4 , эквивалентном растворимости CaSO_4): первый — с образованием гидроксида натрия; второй — с образованием карбоната натрия с осаждением кальция.

Раствор сульфата натрия, если он не может быть использован на водоподготовит. установке, напр., для регенерации Na-катионитовых фильтров, должен подвергаться концентрированию электродиализом или упариванию с получением товарного реагента. Сточные воды OH-анионитовых фильтров содержат сульфаты, хлориды натрия и избыток едкого натра. Необходимо стремиться к макс. уменьшению кол-ва последнего, что может быть достигнуто путем повторного использования ОРР для предварит. регенераций. В первую очередь следует оценить возможность применения ОРР OH-анионитовых фильтров на водоподготовит. установке, т.е. возможность перевода заработанных (перед регенерацией) H-катионитовых фильтров в Na-форму их регенерацией к-той, что способствует уменьшению расхода к-ты, или регенерации Na-катионитовых фильтров, если они есть в схеме умягчения. При отсутствии такой возможности необходимо ОРР OH-анионитовых фильтров смешивать с ОРР H-катионитовых фильтров, содержащим сульфат натрия, и направлять на концентрирование с разделением солей.

РЕГЕНЕРАЦИЯ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ — процесс восстановления их первонач. формы и сорбционной способности с целью многократного использования и извлечения ценных компонентов. Р.и.с. может рассматриваться как сдвиг равновесия реакции в сторону, противоположную процессу сорбции, происходящему при очистке воды. При регенерации H-катионитовых фильтров растворами к-т обменные реакции протекают по уравнениям: $2[\text{KAT}]\text{Na} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2[\text{KAT}]\text{H} + \text{Na}_2\text{SO}_4$; $[\text{KAT}]\text{Ca} + 2\text{HCl} \rightarrow 2[\text{KAT}]\text{H} + \text{CaCl}_2$.

При регенерации анионитовых фильтров раствором щелочи происходит обменная реакция $[\text{AN}]\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow 2[\text{AN}]\text{OH} + \text{Na}_2\text{SO}_4$.

Конечный результат регенерации выражается через восстановленную обменную емкость, а степень регенерации — через отношение восстановленной обменной емкости к полной. На степень регенерации ионитов оказывают влияние такие факторы, как тип ионита, состав насыщенного слоя, концентрация и расход регенерирующего в-ва, темп-ра, время контакта.

При глубокой регенерации, на последней ее стадии, извлечение сорбирован-

ных ионов требует большого расхода реагентов. Для практически полной регенерации часто применяемого катионита КУ-2 от ионов кальция (95—97%) требуется примерно 6 эквивалентов к-ты на 1 эквивалент полной обменной емкости ионита. Для полного удаления ионов натрия достаточно 2,5 эквивалента к-ты. В практике водоподготовки для регенерации катионообменных фильтров первой степени, насыщенных ионами Ca^{2+} , Mg^{2+} и Na^+ , расходуется около 1 г-экв H_2SO_4 на 1 г-экв полной обменной емкости катионита (80—100 кг H_2SO_4 на 1 м³ смолы КУ-2). При этом восстановленная емкость составляет примерно 60% полной обменной емкости, т.е. 800 г-экв/м³ смолы; ионы Na^+ из смолы вытесняются практически полностью, а часть ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} накапливается при прямочной регенерации в нижней части загрузки ионообменного фильтра. При водоподготовке H^+ -катионитовые фильтры, как правило, регенерируют разбавленным (1—1,5%-м) раствором серной к-ты, при этом регенерирующий раствор пропускают через слой ионита со скоростью не менее 10 м/ч, что предотвращает выделение гипса на зернах смолы. Эффективность (степень) регенерации H^+ -катионита при удельном расходе серной к-ты 1; 2 и 3 кг-экв/кг-экв рабочей емкости КУ-2 составляет соответственно 0,68; 0,85; 0,91 долей единицы. Для регенерации сильноосновных анионитов, насыщенных анионами хлора и сульфатов, необходим двукратный избыток вытесняющих ионов в регенерационном растворе. При регенерации слабоосновных анионитов этот избыток не превышает полтора кратного кол-ва.

Значит, трудность представляет десорбция ионов, сорбированных ионитами за счет комплексообразования с фиксированными ионами, а также ионов металлов, гидролизом и полимеризов. в фазе ионита. В этих случаях для Р.и.с. используют концентраты растворов неорганич. (НСl, HF, HCN, H_2SO_4 и др.) или органич. (щавелевой, лимонной, этилендиаминтетрауксусной и др.) к-т и их солей, образующих с извлекаемыми ионами прочные комплексные соединения. Регенерация ионитов, сорбирующих органич. соединения по механизму "чистого" ионного обмена, осуществляется с использованием тех же растворов, что и при десорбции неорганич. ионов, или смеси их с органич. растворителями, хорошо смешивающимися с водой (метанол, этанол, диоксан, ацетон, этилацетат и др.). Из отработ. раствора органич. растворитель отгоняют и используют повторно. В некоторых случаях для регенерации гелевых ионитов используют окислители (NaClO , H_2O_2 , KMnO_4 и др.), к-рые добавляют в растворы обычно применяемых реагентов. Они разрушают сорбиров. примеси до со-

единений с меньшими молекулярными массами.

РЕГЕНЕРАЦИЯ КОАГУЛЯНТОВ из осадков водопроводных станций — прием, позволяющий уменьшить расход коагулянтов, повысить экономичность работы очистных сооружений водопровода и сократить объем твердых отходов. Существующие способы Р.к. основаны на растворении продуктов гидролиза алюминия в к-тах, щелочах или органич. растворителях. Р.к. кислотами состоит в добавлении к сырому частично обезвоженному или сухому осадку раствора к-ты в пропорции, обеспечивающей переход продуктов гидролиза коагулянтов в растворенную форму. Обычно для этой цели используют разбавленные или концентрированные растворы серной, реже соляной к-ты. Расход к-ты близок к стехиометрическому (80—100%), а длительность обработки осадка в зависимости от его состава и возраста составляет от неск. минут до неск. часов. Рекомендуемые значения pH регенерирующих растворов соответствуют 1,5—3,0. Средняя степень регенерации солей алюминия к-тами составляет 60—80%, при этом наличие в осадке органич. примесей, инертных в-в, соединений железа и марганца ухудшает регенерацию. По мере развития в осадках кристаллизация процессов их растворимости в к-тах уменьшается. Поэтому для Р.к. рекомендуется использовать осадки не позднее 4—5 ч после их осаждения в отстойниках (осветлителях) или 30—40 мин — после промывки фильтров. Разновидностью Р.к. к-тами является обработка осадков газообр. хлором, точнее растворами хлористоводородной и хлорноватистой к-т, образующимися при растворении газообр. хлора. Одновременно с Р.к. происходит обезжелезивание и обеззараживание раствора коагулянта. Процесс протекает наиболее полно при расходе хлора, близком к стехиометрическому, и pH = 2,5. Объем гидроксидного осадка после кислотной регенерации уменьшается в 5—10 раз. Для его обезвоживания используют термич. и механич. методы с нейтрализацией щелочными реагентами. После растворения осадков в раствор переходят загрязнители, сорбируемые в процессе очистки воды: взвешенные в-ва, окрашивающие примеси. Поэтому растворы регенериров. коагулянта целесообразно использовать для регенерации органич. загрязнений активными углями или подвергают жидкофазному окислению кислородом воздуха при темп-рах 175—250°C и давлении 10^3 — 10^4 кПа. Реже применяют ультрафильтрацию. Все оборудование,

используемое для кислотной Р.к., должно быть надежно защищено от коррозии.

Р.к. щелочами применяют значительно реже. Она заключается в обработке влажных осадков растворами карбоната натрия или известковым молоком. При этом регенерируется 20—60% алюминия. Расход щелочей составляет 100—120% стехиометрического, а оптимальные значения pH лежат в пределах 10—12. Преимуществами метода щелочной Р.к. являются меньшие концентрации органич. в-в в регенериров. растворе, отсутствие необходимости предварит. уплотнения (высушивания, прокаливания) осадка перед регенерацией, а также нейтрализации вторичного осадка; недостатками — меньшая степень Р.к. и более низкая концентрация регенериров. раствора.

Для более полного извлечения алюминия из растворов регенериров. коагулянтов применяют органич. экстрагенты и катиониты. При использовании метода экстракции на первой стадии осуществляют кислотную регенерацию. Затем к регенериров. раствору добавляют экстрагент, селективный к ионам алюминия (напр., смесь моно- и ди-2-этилгексилфосфорной к-т, растворенных в керосине), и после тщательного перемешивания производят разделение смеси в сепараторе. Наконец, с помощью серной к-ты выделяют из органич. фазы катионы алюминия. Преимущество этого метода по сравнению с кислотной и щелочной регенерациями состоит в очень высокой (до 99%) степени извлечения катионов Al^{3+} ; недостатки — в сложности и пожароопасности технологии. Применение метода ионного обмена с помощью катионита КУ-2 позволяет извлечь до 99,5% Al^{3+} . Однако, несмотря на преимущества очистки воды с регенерацией отработавших коагулянтов, этот метод не получил пока повсеместного применения.

РЕГЕНЕРАЦИЯ СОРБЕНТОВ — восстановление сорбц. свойств сорбентов, содержащих загрязнения, поглощенные ими в процессе очистки воды. Используются след. методы Р.с.: термич. (высокотемп-рная) — при темп-ре более 500°C; тепловая (низкотемп-рная) — при темп-ре 100—1400°C, электротермич. гранулиров. активных углей; хим. — активных углей, минер. и углеминер. сорбентов; электрохим. активных углей; биологич.

Тепловую, хим. и биологич. регенерацию можно осуществлять непосредственно в адсорберах, термич. — вне адсорберов. Хим. обработка сорбентов жидкими или газообразными реагентами при темп-рах до 100°C приводит к десорбции или деструкции сорбата. Примеры ее применения: десорбция фенолов (2—5%-м рас-

твором едкого натра), отмывка (десорбция) соединения тяжелых металлов (2—5%-м раствором к-ты), десорбция аммония (5—10%-м раствором повар. соли). В очистке воды практич. применение находят лишь минер. экстрагенты (к-ты, щелочи) и нек-рые органич. растворители (четырёххлористый углерод).

Тепловая регенерация — последоват. процессы десорбции и деструкции загрязнений, осуществляемые при нагревании сорбентов паром или инертным газом без карбонизации органич. сорбата. Примеры применения: десорбция углеводородов парафинового ряда С₃—С₁₄; десорбция фенола — 260—340°C; десорбция капролактама — 300—340°C; десорбция ксилола — 260—280°C. Продукты десорбции и деструкции загрязнений хим. и тепловой регенерации конденсируются и подвергаются переработке (в т.ч. утилизации) как концентратов. сточные воды. Рациональное кол-во элюатов хим. и тепловой регенерации 1—5% объема очист. воды. Интенсификация этих методов Р.с. в отд. случаях возможна с помощью катализаторов (в т.ч. соединений тяжелых металлов — железа, марганца и др.), а также кремнийорганич. в-в.

Нагрев сорбентов паром целесообразнее вследствие более дешевой переработки элюатов. Хим. и тепловая регенерация применяется в осн. на локальных очистных сооружениях пром. предприятий производств 1—5 тыс. м³/сут, хим. регенерация — при очистке сточных вод гальванич. производств, предприятий хим. пром-сти и обработки цветных металлов и их руд.

Термич. и электротермич. регенерации используются для восстановления сорбц. свойств активных углей, содержащих нелетучие, недесорбируемые и термонестабильные компоненты сорбата. Принцип этих методов Р.с. — последоват. термодеструкция сорбата до летучих продуктов и конденсирующихся (коксуемых) полупродуктов с их последующей реактивацией агентами-активаторами (О₂, Н₂О, СО₂ и др.), сопровождающейся образованием вторичного активного угля и вторичных летучих продуктов, и дальнейшим дожигом всех летучих продуктов. Оптим. условия применения термич. и электротермич. регенераций: темп-ра 650—920°C, содержание в реактивирующей среде кислорода — 0,1—2%, водяного пара — 2—30%, время термообработки при темп-рах выше 500°C — 2—20 мин. Электротермич. регенерация осуществляется за счет внешн. или внутр. нагрева активного угля электр. током в спец. печах непрерывного действия с поддувом азота или СО₂. Внешн. нагрев сорбента возможен в барабанных электропечах типа СБЗ, производств 10(15)—50(70) кг активного угля в час, с общим расходом электроэнергии 3—

6 кВт.ч/кг. Внутр. нагрев активного угля возможен в спец. вертикал. печах непрерывного или периодич. действия (расход электроэнергии 1,5—3 кВт.ч/кг). Электротермич. регенерацию целесообразно применять в случаях высококипящих органич. сорбатов ($t_{кип} = 100—450^{\circ}\text{C}$) и при незначит. содержании коксующихся компонентов сорбата (белков, смол), в т.ч. при сорбции из воды углеводородов. Термич. регенерация — осн. тип регенерации активных углей и углеминер. сорбентов, используемых для очистки природных и сточных вод. Она осуществляется в процессе нагрева и реактивации сорбента топочными газами, продуктами сгорания топлива. В качестве топлива используются газ, керосин, печное топливо при их непосредств. контакте с сорбентами, с дополнит. подачей пара или без него. Термич. регенерацию выполняют в вертикал. шахтных и многоподовых печах, в барабанных вращающихся печах (ПВ-07, 1,6—2,6 м, длина 6—18 м) и печах с кипящим слоем (для высокопрочных сорбентов марки АА и МС). Расход топлива при этой регенерации 0,5—1,5 кг/кг активного угля, топочных газов 0,5—2 нм³/кг активного угля. Схема термич. и электротермич. регенерации включает: выгрузку сорбента из адсорберов, подачу их к печи (гидротранспортом или конвейером), отмывку от соединений тяжелых металлов (если это необходимо), обезвоживание до влажности 45—60% (на вакуум-фильтрах или дренажирующих шнеках), собственно термообработку, охлаждение и замачивание регенерир. сорбента, возврат его в адсорбер. Потери гранулир. активного угля при термич. и электротермич. регенерациях — 10—20% за цикл. Экономически целесообразны узлы (цехи) этих регенераций активного угля производств не менее 10—30 кг активного угля в час (термич. регенерации не менее 200—300 т/год).

РЕГИСТР — нагреват. элемент *отопительного прибора*, представляющий собой систему каналов для движения теплоносителя в системе отопления, состоящую из неск. паралл. ниток, соединенных с двумя вертикал. колонками, через к-рые подается в прибор и отводится из него теплоноситель. Р. отличается от *змеевика отопительного прибора* уменьшенными потерями давления вследствие движения расчлененных потоков теплоносителя по отд. параллельно расположенным ниткам.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ВЕНТИЛЯТОРА — изменение подачи воздуха и др. параметров работы вентилятора, осуществляемое спец. регулируемыми устройствами, к-рые можно разделить на 3 группы. В первую входят клапаны, *шибе-*

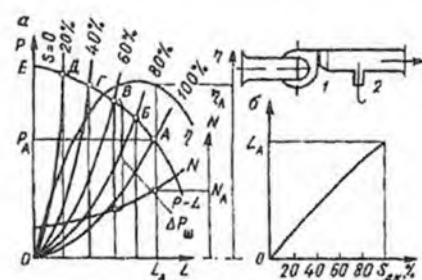


Схема регулирования радиального вентилятора дросселированием

а — зависимость подачи воздуха L от развиваемого вентилятором давления P ; б — зависимость подачи воздуха от вентилятора степени открытия дросселя; N — мощность вентилятора; η — кпд; А—Е — рабочие точки; $S_{дк}$ — степень закрытия дросселя; 1 — вентилятор; 2 — дроссель

ры, задвижки, диафрагмы и т.п. устройства, дросселирующие сеть (при пост. числе оборотов), т.е. изменяющие ее хар-ку, но сохраняющие хар-ку вентилятора. Дросселирование — широко распростран., но самый неэкономичный способ Р.в., заключающийся в искусств. введении в сеть дополнит. сопротивления (шибера или др.). При этом сопротивление сети увеличивается, поэтому хар-ка ее становится более крутой и рабочая точка вентилятора передвигается из положения А по хар-ке вентилятора влево вверх, определяя новые значения параметров — положения В и В' и т.д. Дросселирование уменьшает мощность на валу электродвигателя и вместе с тем повышает долю энергии, расходуемой при Р.в. (бесполезные потери давления на шибере $\Delta P_{ш}$). Чем глубже процесс Р.в., тем более непроизводительна затрата мощности.

Вторую группу образуют электродвигатели пост. тока, фрикц. передачи, гидромолы, индукторные муфты скольжения и множество др. устройств, изменяющих частоту вращения рабочего колеса (хар-ка вентилятора) при неизменной хар-ке сети. Этот способ наиболее экономичный, т.к. при уменьшении подачи воздуха в данном случае потребляемая мощность на валу электродвигателя снижается пропорционально третьей степени отношения частоты вращения. Этим способом можно и увеличить подачу воздуха, однако применяется он редко. Экономичность всей установки, т.е. вентилятора с приводом, зависит от способа изменения частоты вращения рабочего колеса. Электродвигатели с реостатом в цепи ротора (с фазным ротором) позволяют плавно изменять подачу воздуха в широких пределах, доступны для автоматич. регулирования, но громоздки из-за значит. размеров жидкостного (обычно масляного) реостата, к-рый требует пост. наблюдения и неудобен в эксплуатации.

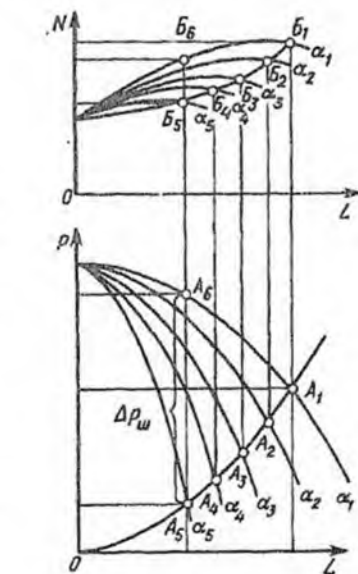
Очень удобен для Р.в. паротурбинный привод, однако из-за дороговизны и сложности эксплуатации он может быть рекомендован для отд. крупных установок. Иногда для регулирования частоты вращения электродвигателя применяется дорогостоящий вентильный каскад. Регулирование частоты вращения вала вентилятора с помощью гидромуфты происходит при неизм. частоте вращения вала электродвигателя, т.е. используют обычный асинхр. электродвигатель. Частоту вращения ведомого вала регулируют изменением подачи рабочей жидкости в гидромуфту.

Электрич. аналог гидромуфты — индукторная муфта скольжения, где связь между валами осуществляется не жидкостью, а магнитным потоком, создаваемым обмоткой возбуждения. Достоинство индукторной муфты скольжения — возможность дистанц. управления, однако из-за высокой стоимости и низкого кпд она, как и гидромуфта, применяется только в крупных установках для неглубокого Р.в. Для Р.в. мощностью до 10—15 кВт применяют вариатор частоты вращения ременный.

Ко второй группе регулирующих устройств можно отнести способы, основанные на изменении ширины рабочего колеса с помощью передвижного входного патрубка или передвижного диска. Перемещая эти устройства, снижают подачу за счет уменьшения ширины рабочего колеса. Применение этих способов целесообразно при глубине Р.в. до 0,5.

Устройства третьей группы, к к-рым относятся входные направляющие аппараты, устанавливаемые в вентиляторном агрегате, одновременно изменяют хар-ки вентилятора и сети. Закручивая поток воздуха перед рабочим колесом вентилятора в ту или др. сторону, можно изменять угол входа, подачу воздуха и полное давление вентилятора. Т.к. с понижением хар-к полного давления уменьшается и кпд вентилятора, снижение мощности происходит не прямо пропорционально уменьшению произведения расхода воздуха на давление. Из схемы видно, что изменение мощности при закручивании потока воздуха перед рабочим колесом происходит по линии $B_1—B_5$; при регулировании путем дросселирования изменение мощности происходит по линии $B_1—B_6$.

Известно 9 типов направляющих аппаратов, из них в системах вентиляции широко применяются осевой, радиальный, упрощ. осевой и цилиндрич. конструкции Л.А. Рихтера, упрощ. радиальный конструкции А.Г. Бычкова. Работа этих аппаратов основана на принципе создания в потоке воздуха в результате его закручивания перед рабочим колесом некого момента кол-ва движения. Ре-



Характеристики вентилятора при регулировании закручиванием потока воздуха при входе на рабочее колесо

P — давление, развиваемое вентилятором; L — подача воздуха; N — мощность вентилятора; α — угол поворота направляющего аппарата; $\Delta P_{ш}$ — потеря давления при регулировании шибром; A, B — рабочие точки

гулирование направляющим аппаратом вентиляторов с загнутыми вперед лопатками экономичнее, чем вентиляторов с лопатками, загнутыми назад.

Выбор способа Р.в. зависит от ряда факторов: стоимости регулирующего органа, номенклатуры выпускаемого оборудования, потребляемой мощности и диапазона изменения подачи воздуха, продолжит. работы, стоимости 1 кВт·ч электроэнергии. При подборе вентиляторов следует учитывать некое снижение их кпд из-за применения регулирующих устройств. Для систем вентиляции ЦНИИПромзданий рекомендует принимать следующие значения коэфф. понижения кпд вентиляторов: для дроссель-клапана — 1, для осевого направляющего аппарата — 0,96, для гидромуфты — 0,98, для индукторной муфты скольжения — 0,96, для ременного вариатора — 0,86.

РЕГУЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНОГО ОТОПЛЕНИЯ — направленное изменение регулируемых параметров системы воздушного отопления с целью обеспечения необходимой теплоотдачи в обслуживаемые помещения.

Различают пусконаладочное и эксплуат. Р.с.в.о. Первое проводят перед сдачей системы в эксплуатацию для получения проектной теплоотдачи в помещении и осуществляют с помощью

регулирующих клапанов и дросселирующих шайб. Эксплуатационное Р.с.в.о. обеспечивает изменение теплоотдачи по заданному закону при изменении внешн. возмущающих воздействий на здание (температура наружного воздуха, скорости ветра, солнечной радиации) и внутр. тепловыделений. Переменный режим теплоотдачи достигается изменением тепловой мощности воздушного нагревателя с дополнит. индивид. количества регулированием на входе в каждое помещение (в центральном воздушном отоплении).

Регулирование тепловой мощности системы воздушного отопления может быть качественным, когда изменяется температура нагретого воздуха за счет изменения температуры и расхода первичного теп-

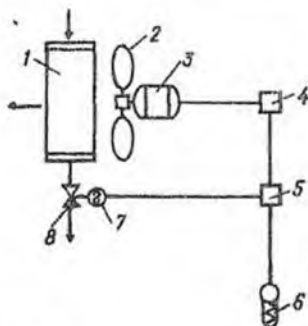


Схема автоматизации воздушного отопительного агрегата

1 — калорифер; 2 — вентилятор; 3 — электродвигатель; 4 — магнитный пускатель; 5 — промежуточное реле; 6 — датчик температуры; 7 — исполнительный механизм; 8 — регулирующий орган

носителя системы отопления; количеств., когда изменяется кол-во подаваемого воздуха при неизменной его температуре; смешанным, когда изменяются температура и кол-во вводимого воздуха (качественно-количественным). Количеств. Р.с.в.о. с естеств. циркуляцией обеспечивает пропорц. изменение потоков воздуха по всем ответвлениям (саморегулируемые, устойчивые системы). Необходимая пропорциональность изменения теплоотдачи достигается также при качеств. регулировании местных вентиляторных систем. В центр. системах воздушного отопления с механич. побуждением качеств. Р.с.в.о. целесообразно дополнять изменением расхода подаваемого воздуха как для гравитац. систем (см. Воздушное отопление).

РЕГУЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА — процесс поддержания в заданных пределах температуры и влажности воздуха обслуживаемого помещения. Отклонения параметров от заданных значений

возникают в результате тепловых и влажностных возмущающих воздействий в помещении (влагопоступлений, теплопотерь). Кроме того, параметры наружного воздуха, обрабатываемого в кондиционере, претерпевают изменения во времени, что требует регулирования мощности аппаратов для термодинамич. обработки воздуха с целью стабилизации его параметров на выходе из аппарата. Регулирование кондиционеров, как правило, осуществляется автоматически. Система автоматич. регулирования кондиционирования воздуха является многоконтурной системой. Отд. контуры предназначены для стабилизации темп-ры и влажности воздуха помещения. Поддержание параметров внутри воздуха осуществляется изменением параметров (качеств. регулирование) и расхода (количеств. регулирование) приточного воздуха. Допустимые колебания параметров внутр. воздуха различны и зависят от назначения помещения, поэтому технич. средства автоматизации системы кондиционирования воздуха должны соответствовать требуемой точности поддержания параметров.

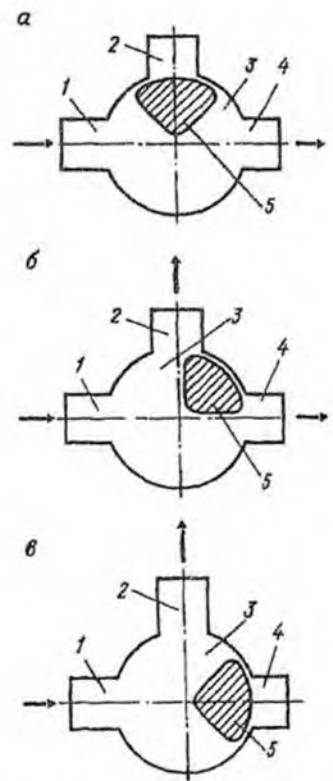
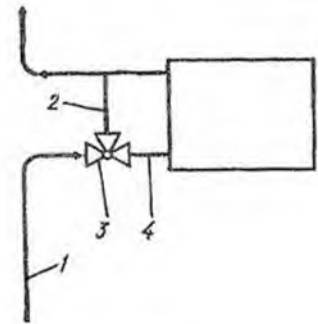
Наиболее распространено регулирование относит. влажности воздуха по методу точки росы. Относит. постоянство влажности воздуха обеспечивается поддержанием пост. темп-ры точки росы приточного воздуха. Использование данного метода возможно в помещениях с незначит. колебанием влаговыведений, в противном случае необходимо изменять влагосодержание приточного воздуха. Регулирование темп-ры воздуха осуществляется изменением мощности *воздухонагревателя* второго подогрева. Метод регулирования по оптим. режиму позволяет избегать повторного нагрева или охлаждения воздуха в кондиционере и рационально использовать рециркуляцию, что обеспечивается определ. последовательностью обработки воздуха в кондиционере. Вся совокупность сочетания параметров наружного климата в течение года в определенном географич. пункте может быть разбита на 12 зон. Для каждой из них присуща определ. последовательность обработки воздуха в аппаратах кондиционера, при этом используют байпасирование форсуночной камеры, адиабатич. увлажнение воздуха, переменную рециркуляцию воздуха, что обеспечивает более 50% экономии холода и более 80% экономии теплоты.

Метод количеств. регулирования осуществляется изменением расхода приточного воздуха, при этом изменяется кол-во теплоты, холода и влаги, вносимых воздухом в помещение, что приводит к изменению темп-ры и влажности внутри помещения. Изменение расхода воздуха обеспечивается изменением частоты вра-

щения вентилятора — с помощью направляющего аппарата перед ним или регулирующих клапанов на сети *воздуховодов*. Снижение расхода воздуха ограничено миним. кол-вом расхода воздуха, что сужает рамки метода. Более широкие возможности имеет метод количественно-качеств. регулирования, в к-ром используется одновременное изменение расхода и параметров приточного воздуха.

РЕГУЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ — направленное изменение регулируемых параметров *системы отопления* для обеспечения необходимой теплоотдачи в обогреваемые помещения. Различают пусконаладочное и эксплуат. Р.с.о. Первое проводят перед сдачей системы в эксплуатацию для получения проектных значений теплопередачи в помещении, осуществляют с помощью регулирующих клапанов, *драселирующих шайб* или вставок иного диаметра в *теплопроводы системы отопления*. Эксплуатаци. Р.с.о. предназначено для изменения теплопередачи в обогреваемые помещения в зависимости от текущих метеорологич. условий (возмущающих воздействий на здание темп-ры наружного воздуха, скорости ветра и солнечной радиации) и от величины внутр. тепловыделений и теплопоступлений (вызывающих отклонение темп-ры внутр. воздуха от заданной). Изменение теплопередачи обеспечивается изменением темп-ры и расхода теплоносителя в системе отопления, т.е. может быть качеств. и количественным. Качеств. Р.с.о. может проводиться на тепловой станции (центральное регулирование), может быть групповым (в ЦТП) и местным (в ТИП), количеств., кроме того, — индивидуальным. Индивид. количеств. Р.с.о. выполняют вручную с помощью регулирующих кранов (напр., краны КРТ) и клапанов, а также автоматически в зависимости от отклонения темп-ры воздуха в помещениях. Нарушение расчетной теплопередачи в обогреваемые помещения наз. *разрегулированием системы отопления*. Качеств. Р.с.о. естеств. циркуляцией теплоносителя (воды, воздуха) обеспечивает пропорцион. изменение потоков теплоносителя по всем разветвлениям (саморегулирующиеся, самонастраивающиеся системы). В разветвл. системах отопления с механич. побуждением циркуляции теплоносителя качеств. Р.с.о. дополняется изменением расхода теплоносителя как для гравитац. систем.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОТДАЧИ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА — процесс изменения *теплотдачи отопительного прибора* при изменении темп-ры *теплоносителя* и его расхода



Регулирование расхода воды трехходовым краном КРТ

а — вода из однотрубного стояка полностью протекает в отопительный прибор; б — вода частично протекает в него; в — вода обходит отопительный прибор; 1 — однотрубный стояк; 2 — обходной участок; 3 — трехходовой кран КРТ; 4 — подводка; 5 — слип-лонка

(см. *Расход воды в тепловых сетях закрытых систем теплоснабжения*) в соответствии с дефицитом теплоты в обогреваемом помещении.

РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕВАТОР — водоструйный насос для присоединения *систем отопления* зданий к *тепловым сетям*, в к-ром обеспечено изменение соотношения расходов подмешиваемой

(обратной от системы отопления) и горячей воды из тепловой сети (коэфф. смешения). Возможность изменения этого соотношения в Р.э. позволяет в отличие от нерегулируемого элеватора изменять темп-ру смеш. воды, подаваемой в местную систему отопления, при изменении расхода воды из сети. Получили распространение Р.э. с регулируемым сечением сопла и двухсопловые. К первым относятся Р.э. типов "Электроника-Р1М", "Электроника-Р7" и ЭА. Р.э. типа "Электроника-Р1М", выпускаемые семи типоразмеров, состоят из собственно элеватора, исполнительного механизма (двигателя, редуктора) и электронного блока. Внутри корпуса Р.э. расположены сопло и регулирующий плунжер (игла) с конич. наконечником. Электронный блок включает регулятор с двумя датчиками темп-ры — наружного воздуха и смеш. воды. С помощью настроечных органов регулятор задается темп-рный график регулирования, требуемый для данной системы отопления. При отклонении темп-ры наружного воздуха, напр., в сторону возрастания, регулятор вырабатывает команду исполнит. механизму, к-рый с помощью двигателя перемещает плунжер в сторону уменьшения площади сечения сопла. Это приводит к сокращению расхода воды из сети и повышению коэфф. смешения, т.е. к снижению темп-ры смеш. воды, подаваемой в систему отопления. Снижение будет происходить до тех пор, пока темп-ра не достигнет значения, заданного графиком.

В Р.э. типа ЭА, аналогичном по принципу действия и конструкции Р.э.

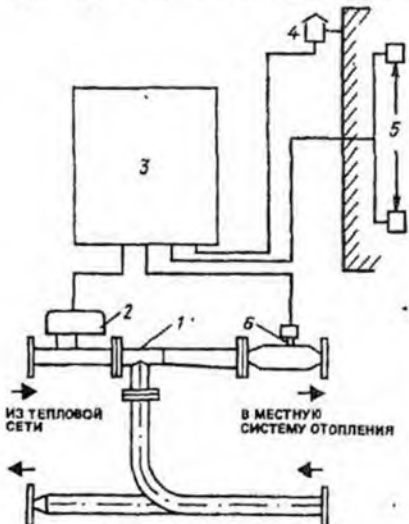


Схема автоматизированного элеватора с регулируемым соплом

1 — элеватор; 2 — исполнительный механизм; 3 — блок автоматики; датчики; 4 — температуры наружного воздуха; 5 — температура в помещении; 6 — смешанной воды в местную систему отопления

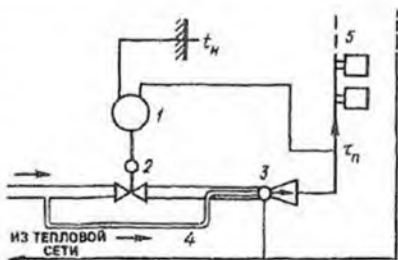


Схема автоматизированного двухсоплового элеватора

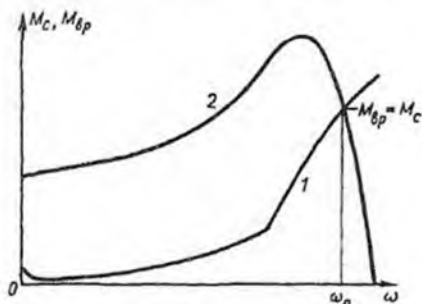
1 — регулятор отпуски теплоты; 2 — регулирующий клапан; 3 — двухсопловый элеватор; 4 — обводной трубопровод; 5 — система отопления

типа "Электроника-Р1М", обеспечивается соосная с теплопроводом теплосети подача сетевой воды. В выносном блоке автоматики 3 размещают электронный регулятор и программное реле времени. Благодаря наличию датчиков Р.э. типа ЭА, а также типа "Электроника-Р7" регулируют отпуск теплоты с коррекцией по темп-ре воздуха в помещениях, т.е. осуществляют комбинир. регулирование. Поэтому Р.э. этих типов могут применяться для более экономичного пофасадного автоматич. регулирования (см. Автоматизация тепловых пунктов). Наличие программного реле времени позволяет реализовать программное регулирование отпуски теплоты, напр., снижение отпуски ее ночью и в нерабочее время, и получить дополнит. экономию тепловой энергии.

В двухсопловом Р.э. используют два соосно размещенных сопла: внешн. и внутреннее. Внешн. сопло, в к-рое подается часть потока сетевой воды, является регулируемым; внутр. в к-рое подается др. часть потока сетевой воды по обводному трубопроводу 4, — базовым. Его рассчитывают на 25—30% номин. расхода сетевой воды при повыш. коэфф. смешения (по сравнению с номин. его значением). Регулируемое сопло рассчитывают на 70—75% номин. расхода. В теплые дни отопительного сезона регулятор отпуски теплоты 1 с датчиками темп-ры наружного воздуха t_n и темп-ры смеш. воды t_n воздействует на клапан 2, к-рый полностью закрывается. Вследствие повышения коэфф. смешения в системе отопления устанавливается пониж. темп-ра воды. В холодные дни регулятор отпуски теплоты 1 открывает клапан 2, при этом увеличивается до номин. значения расход воды из сети, поступающей к элеватору 3, коэфф. смешения снижается до своего номин. значения, темп-ра смеш. воды, подаваемой в систему отопления, увеличивается до требуемого значения.

РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД НАСОСОВ — автоматизированная система, позволяющая насосу работать с

переменной угловой скоростью. Регулирование угловой скорости дает возможность привести режим работы насосной установки в соответствие с режимом водопотребления или водоотведения района обслуживания. Р.э.н. состоит из электродвигателя, устройства, изменяющего угловую скорость электродвигателя, и аппаратуры управления. Иногда в состав



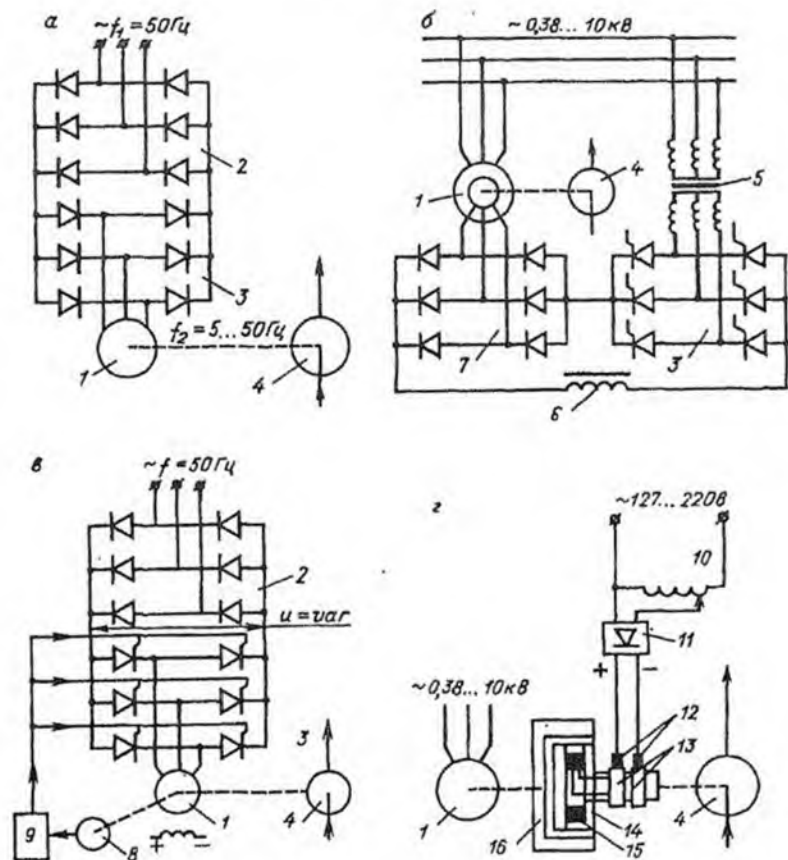
Механические характеристики насосного агрегата (кривая 1) и асинхронного электродвигателя (кривая 2)

Р.э.н. входят ременная или зубчатая передача, гидравлич. или электрич. муфта скольжения и т.п. При этом регулирование угловой скорости насоса может осуществляться при пост. угловой скорости электродвигателя за счет изменения передаточного отношения трансмиссии. В таких случаях Р.э.н. дополняется устройством, изменяющим передаточное отношение трансмиссии.

Механич. хар-ки регулируемого электропривода в отличие от хар-к нерегулируемого "мягкие", т.е. изменяют свое положение и форму в процессе регулирования угловой скорости. Если при этом вращающий момент электропривода становится больше момента сопротивления насоса, то насосный агрегат начинает работать с ускорением до тех пор, пока эти моменты не уравниваются и не наступит установившийся режим работы агрегата. Если в процессе регулирования вращающий момент электродвигателя станет меньше момента сопротивления насоса, то агрегат начнет работать с замедлением вплоть до наступления установившегося режима работы.

Р.э.н. подразделяют на две осн. группы: пост. и перем. тока. В насосных установках преимущественное распространение получили электродвигатели перем. тока. Р.э.н. перем. тока бывают трех осн. групп: частотные, с дополнит. сопротивлением в роторной цепи и с приводом на базе асинхронно-вентильного каскада.

Частотный Р.э.н. состоит из асинхронного короткозамкнутого электродвигателя и тиристорного преобразовате-



Регулируемый электропривод насосов
 а — частотный; б — по схеме асинхронно-вентильного каскада; в — на базе вентильного электродвигателя; г — с электромагнитной муфтой скольжения; 1 — электродвигатель; 2 — выпрямитель; 3 — инвертор; 4 — насос; 5 — согласующий трансформатор; 6 — дроссели; 7 — выпрямитель неуправляемый; 8 — датчик положения ротора; 9 — система импульсно-фазового управления инвертором; 10 — автотрансформатор; 11 — источник постоянного тока; 12 — щетки; 13 — контактные кольца; 14 — индуктор электромагнитной муфты скольжения; 15 — обмотка возбуждения электромагнитной муфты скольжения; 16 — якорь электромагнитной муфты скольжения

теля, в к-ром пост. частота тока, питающего электрич. сети, преобразуется в перем. Пропорционально перем. частоте регулируется угловая скорость электродвигателя и сочлененного с ним насоса. Частотным Р.э.н. оснащают преимущественно низковольтные (380—660 В) насосные агрегаты мощностью до 400—1600 кВт. Частотные преобразователи подразделяют на два вида — со звеном пост. тока и непосредств. связью без звена пост. тока. Чаще используют первые. Частотные преобразователи выполняют на базе автономных инверторов тока и напряжения, а также автономных инверторов напряжения с широтно-импульсной модуляцией, к-рые отличаются высокими энергетич. хар-ками.

Р.э.н. с дополнит. сопротивлением в роторной цепи состоит из асинхронного электродвигателя с фазным ротором и реостата. Плавное регулирование угловой скорости электродвигателя обеспечивается при использовании жидкостных реостатов. Наряду с ними применяют блоки резисторов, изготовл. из металлич. сплавов, обладающих высоким уд. электрич. сопротивлением (константан, нейзильбер и т.п.). Блоки резисторов включают в роторную цепь с помощью контакторов, обеспечивая при этом ступенчатое регулирование угловой скорости электродвигателя и сочлененного с ним насоса. Введение в роторную цепь дополнит. сопротивления влечет за собой потери энергии скольжения, к-рые выделяются в виде тепла в реостатах. Мощность потерь скольжения пропорциональна потребляемой насосом мощности. Для более экономичного регулирования угловой скорости в роторную цепь электродвигателя вводят встречную эдс. Привод по схеме асинхронно-вентильного каскада, в к-ром осуществляется этот принцип регулирования, состоит из электродвигателя с фазным ротором, преобразователя и вспомогат. устройств: пусковых резисторов, станции управления, согласующего

трансформатора, сглаживающего дросселя. Преобразователь асинхронно-вентильного каскада служит для сведения встречной эдс и рекуперации энергии скольжения обратно в питающую сеть. Он состоит из неуправляемого вентильного и управляемого инвертора.

Специфика использования насосов в системах водоснабжения и водоотведения не требует регулирования угловой скорости в полном диапазоне. Благодаря тому, что насосы работают с противодавлением, обусловленным подъемом воды на высокие геодезич. отметки поверхности земли и верхние этажи зданий, достаточно регулировать угловую скорость насосов на 20—50% ниже миним. значений. Эта особенность позволяет использовать в приводе насосов сравнительно простые схемы асинхронно-вентильного каскада, обеспечивающие регулирование угловой скорости в узком диапазоне (до 50% номин. значения).

Особое место в ряду Р.э.н. перемен. тока занимает привод на базе вентильного электродвигателя. Вентильным электродвигателем наз. электромеханич. система, состоящая из тиристорного преобразователя частоты, синхронного электродвигателя перем. тока и устройства, указывающего положение ротора электродвигателя в пространстве. Преобразователь выполняется с промежуточным звеном пост. тока и состоит из управляемых выпрямителя и инвертора. Для сглаживания пульсирующей выпрямл. напряжения в звено постоянного тока включаются сглаживающие дроссели. По принципу действия вентильные электродвигатели аналогичны двигателю пост. тока, у к-рого функции коллектора и щеточного аппарата выполняют тиристорный инвертор и устройство, указывающее положение ротора в пространстве. По этой причине вентильный электропривод иногда наз. бесколлекторным электродвигателем пост. тока. В то же время наличие в составе привода тиристорного частотного преобразователя позволяет отнести его к группе частотных электроприводов. Регулирование угловой скорости вентильного электродвигателя в Р.э.н. осуществляется изменением напряжения на выходе управляемого выпрямителя аналогично тому, как это делается в приводе пост. тока. Р.э.н. на базе вентильного электродвигателя используют в приводе мощных (800—12000 кВт) высоковольтных насосных агрегатов, особенно часто — в вертикал. насосных агрегатах, где невозможно применение более простых и дешевых регулируемых электроприводов, напр. по схеме асинхронно-вентильного каскада, из-за отсутствия электродвигателей с фазным ротором в вертикал. исполнении.

Угловую скорость насосов при пост. угловой скорости электродвигателей регулируют с помощью спец. устройств: механич. вариаторов, гидравлич. и электромагнитных муфт скольжения разл. типов. Наиболее часто в насосных агрегатах применяются Р.э.н. с электромагнитными муфтами скольжения индукторного типа. Они обычно используются в горизонт. насосных агрегатах мощностью до 200—250 кВт.

Наряду с электромагнитными муфтами скольжения в Р.э.н. нашли применение гидравлич. муфты скольжения (гидромуфты). Они используются в ряде насосных установок, в частности в электроприводе мощных (2000-8000 кВт) питат. насосов теплоэлектростанций.

Р.э.н. оснащаются один из двух-трех агрегатов насосной установки, при разнотипных насосах — наиболее мощные агрегаты. Режим работы насосной установки регулируют изменением угловой скорости регулируемых насосов в сочетании с изменением кол-ва работающих нерегулируемых агрегатов. Применение Р.э.н. в системе АСУ насосной установки улучшает режим ее работы, делает его энергетически и экономически более выгодным: потребление энергии снижается на 5—15%, а в отд. случаях на 20—25%; расход чистой воды снижается на 2—5% за счет снижения утечек и непроизводит. расходов воды; строит. объемы зданий насосных станций уменьшаются на 15—20% вследствие увеличения единичной мощности насосных агрегатов и уменьшения их кол-ва.

Наличие Р.э.н. снижает аварийность в системах водоподдачи и водоотведения благодаря уменьшению кол-ва включений и отключений насосного агрегата и более плавного характера изменений подачи воды и напоров в системе. Применение Р.э.н. в насосных установках благоприятно и с экологической точки зрения, так как способствует уменьшению поступления сточных вод в систему водоотведения за счет сокращения утечек и непроизводит. расходов воды. При правильно выбранных объектах внедрения применение Р.э.н. окупается в насосных установках систем водоподдачи в 1—2 года, а в системах водоотведения в 3—4 года.

РЕГУЛИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО, автоматический регулятор — устройство, обеспечивающее реализацию определ. принципа (по отклонению, возмущению или комбиниров.) и закона (позиц., непрерывный, импульсный) регулирования. Применяют двух- и трехпозиционные, непрерывные (пропорцион., интегр., пропорционально-интегр. и т.д.) и импульсные Р.у., состоящие из непрерывной части и импульсного элемента.

В *вентиляционных системах и системах кондиционирования воздуха* осн. принцип регулирования — по отклонению регулируемого параметра от заданного значения, к-рое может быть пост. (в системах автоматич. стабилизации) или меняться по определ. закону (в системах программного регулирования). Применяют аналоговые Р.у. типа ТМ-8 и цифровые (микропроцессорные) типа "Теплар-110". Микропроцессор — функционально законченное устройство обработки цифровой информации, управляемое хранимой в памяти программой и конструктивно выполненное в виде одной или неск. больших интегр. микросхем. Микропроцессор по своим логич. функциям и структуре напоминает упрощ. вариант процессора обычных ЭВМ и оперирует с коротким словом от 4 до 16 разрядов.

РЕГУЛИРУЮЩИЙ КЛАПАН — устройство для изменения расхода среды, поступающей к объекту регулирования. Осн. части Р.к. — корпус с седлом, шток с затвором, привод штока, *исполнительный механизм*. Расход среды меняют путем изменения площади проходного сечения Р.к., перемещая затвор исполнит. механизмом, получающим командные импульсы от регулирующего прибора системы автоматич. регулирования. Р.к. различают: по числу проходов — двухходовые (проходные), трехходовые (смесит., распределит.); по роду энергии, используемой исполнит. механизмом, — электрич., гидравлич.; по способу монтажа на трубопроводе — с фланцевым или муфтовым присоединением.

Осн. технич. хар-ки Р.к. — диаметр условного прохода D_y , мм, и условная пропускная способность K_v , м³/ч (K_v численно равна расходу воды с темп-рой 20°C через полностью открытый клапан при перепаде давления на нем 0,1 МПа). Выпускают Р.к. с электрич. исполнит. механизмом типов 25ч939нж, 25ч940нж, 25ч914нж (25 — регулирующий клапан, ч — чугунный корпус, 900 — с электрич. приводом, нж — затвор и седло из нержавеющей стали), предназн. для установки на *трубопроводах* для жидких и газообразных сред с темп-рой до 220°C и давлением 1,6 МПа. Для Р.к. типа 25ч939нж $D_y = 25...80$ мм и $K_v = 16...160$ м³/ч, типа 25ч940нж $D_y = 25...50$ мм и $K_v = 16...63$ м³/ч, типа 25ч914нж $D_y = 100...300$ мм и $K_v = 250...2500$ м³/ч. Устанавливают эти Р.к. на горизонт. трубопроводах с исполнит. механизмом сверху.

Р.к. с гидравлич. исполнит. механизмом выпускают типа РК-1 для установки на горизонт. трубопроводах для воды и пара с темп-рой до 300°C и давлением 1,6 МПа на $D_y = 50...250$ (до 700) мм и $K_v = 25...600$. В качестве исполнит. механизма применен мембранный гидропривод. Вы-

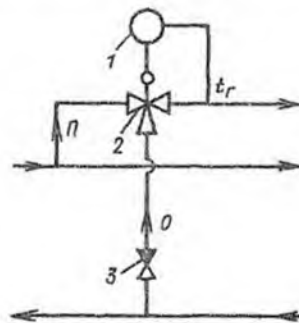


Схема узла регулирования температуры воды на горячее водоснабжение при открытой системе теплоснабжения

1 — регулятор температуры; 2 — регулирующий клапан смешения; 3 — обратный клапан; П — горячая вода из подающего трубопровода; О — подмешиваемая вода из обратного трубопровода

пускают также Р.к. без исполнит. механизма. К таким Р.к. относятся клапаны типа 6с ($D_y = 50...250$ мм) и типа Т ($D_y = 50...150$ мм), а также заслонки типа ПРЗ ($D_y = 7...150$ мм). К штоку этих Р.к. в ходе монтажа присоединяют исполнит. механизм.

РЕГУЛИРУЮЩИЙ КЛАПАН СМЕШЕНИЯ — клапан, обеспечивающий смешение двух подводимых к нему потоков воды и подачу смеш. воды к объек-

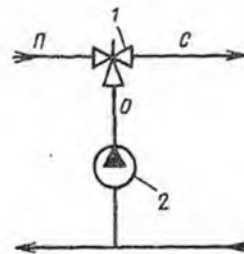
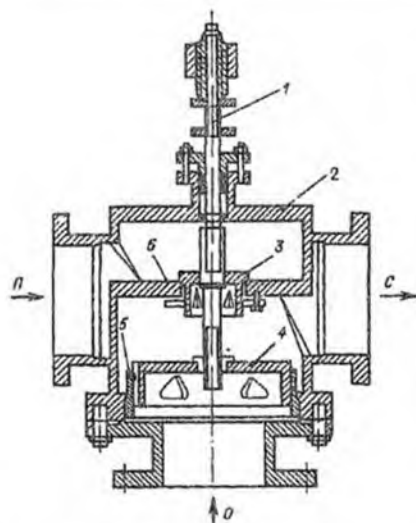


Схема смешительной насосной станции с клапаном смешения

1 — клапан смешения; 2 — насос смешения; П — горячая вода из подающего трубопровода; О — подмешиваемая вода из обратного трубопровода; С — смешанная вода к потребителям

ту регулирования. Назначение Р.к.с. — поддержание пост. темп-ры смеш. воды или изменение ее по заданной зависимости. Осн. область применения Р.к.с. — узлы регулирования темп-ры воды для горячего водоснабжения в *тепловых пунктах* зданий при *открытой системе теплоснабжения*. В таком узле темп-ра воды t_r , поступающей в систему горячего водоснабжения, регулируется смешением потоков из подающего П и обратного О трубопроводов *тепловой сети*. Смешение осуществляется в трехходовом Р.к.с. 2, управляемом *регулятором*



Регулирующий клапан смешения РКСЗ

1 — настроечный узел; 2 — корпус; 3 — узел верхнего затвора; 4 — узел нижнего затвора; 5 — нижнее седло; 6 — верхнее седло

температуры t_r . При снижении темп-ры t_r в Р.к.с. открывается проход с потоком из подающего трубопровода и закрывается проход с потоком из обратного трубопровода. Т.к. темп-ра потока из подающего трубопровода выше темп-ры потока из обратного трубопровода, то темп-ра смеш. воды t_r увеличивается до тех пор, пока не достигнет заданной. При повышении темп-ры t_r работа Р.к.с. идет в обратном направлении.

Др. область применения Р.к.с. — насосные смесит. станции, где требуется поддерживать пост. коэфф. смешения и обеспечивать защиту потребителей от повыш. темп-ры. Для решения этих задач в смесит. насосной устанавливают Р.к.с. типа РКСЗ (Р.к.с. с защитой). Требуемое для конкретных условий значение коэфф. смешения устанавливают вручную, перемещая верхний и нижний затворы относительно своих седел с помощью настроечного узла. При работающем насосе смешения узел затворов поднимается вверх до упора, открываются их профилированные окна и к потребителю подается вода C , смешанная в заданном соотношении. При стабильном гидравлич. режиме тепловой сети изменение в источнике теплоты темп-ры воды из подающего трубопровода Π в такой схеме приведет к пропорциональному изменению темп-ры смеш. воды C , поступающей к потребителю. Так, если теплота из источника отпускается по темп-рному графику $150/70^\circ\text{C}$, то после насосной станции отпуск ее потребителям будет осуществляться строго по графику, требуемому для присоедин. к станции зданий,

напр. по графику $95/70^\circ\text{C}$ (если гидравлич. режим тепловых сетей нестабильный, то применяют вместо Р.к.с. схему с двумя регуляторами темп-ры и перепада давлений; (см. Автоматизация тепловых пунктов). При аварийном отключении насоса смешения узел затворов под действием собств. веса и вследствие неразгрузки опускается, верхний затвор 3 полностью закрывается, прекращая подачу сетевой воды из подающего трубопровода. Клапан типа РКСЗ выпускают на диаметры $D_y = 100 \dots 500$ мм с условной пропускной способностью $K_v = 100 \dots 2500$ м³/ч (K_v численно равна расходу воды с темп-рой 20°C через полностью открытый клапан регулятора при перепаде давления на нем 0,1 МПа). Диапазон настройки коэффициента смешения 1—5.

РЕГУЛИРУЮЩИЙ ОРГАН — устройство, предназнач. для дросселирования в-ва или энергии, подаваемых в объект управления. Р.о. с помощью исполнит. механизма или вручную приводит в действие обслуживающий персонал. В качестве Р.о. применяют регулирующие клапаны (проходные или смесит. трехходовые), поворотные воздушные заслонки и т.п. устройства. Р.о. выпускают отдельно или совместно с исполнит. механизмом как единое изделие, что считается более предпочтительным для целей автоматич. регулирования.

РЕГУЛЯРНЫЙ РЕЖИМ — стадии упорядоченного нагрева или охлаждения тел в переходных процессах теплопередачи. Для тел различной формы стадии Р.р. обычно начинается с момента z_r , соответствующего числу Фурье $Fo \approx 0,12$ (с погрешностью до 5%). Дальнейшее развитие темп-рного поля уже не зависит от нач. распределения темп-ры (начально-го условия) и характеризуется пост. скоростью изменения логарифма избыточной темп-ры $\theta = t(x, z) - t_c$ в любой точке тела. Эта скорость обозначается m , $1/c$, и наз. темпом охлаждения (нагрева). В термически тонких телах (с равномерным темп-рным полем в каждый момент времени) темп охлаждения или нагрева $m_0 = BiFo/z = \alpha c \rho l_v$ (см. Переходные процессы теплопередачи). Пространств. неизотермичность в обычных телах дополнительно учитывают, вводя коэфф. неравномерности темп-рного поля ψ ($m = m_0 \psi$). Темп охлаждения (нагрева) в каждом конкретном случае легко может быть выявлен из эксперимента как тангенс угла наклонной линии, построенной по замеренным темп-рам в к.-л. точке тела для двух моментов z_1 и z_2 . Полученное т.о. значение m может затем использоваться для определения реаль-

ных физ. свойств тела, коэффициента теплообмена поверхности и др.

РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ ГАЗА — устройство, обеспечивающее автоматич. поддержание давления газа на заданном уровне или изменение его по определенному закону. Состоит из реагирующего

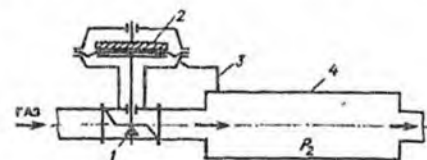


Схема регулятора

1 — регулирующий (дроссельный) орган; 2 — мембранно-грузовой привод; 3 — импульсная трубка; 4 — объект регулирования — газовая сеть

(чувствит.) элемента, редуцирующего устройства (дроссельного органа) и исполнит. связи, к-рая может включать усилители. Импульс из газопровода, где регулируется давление, передается чувствит. элементу, приводящему в действие исполнит. связь и дроссельный орган. Существуют Р.д.г. прямого и непрямого действия. В системах газоснабжения в основном используют Р.д.г. прямого действия. Процесс регулирования в них осуществляется по астатич. (периодич. незатухающий процесс) или статич. законам.

При астатич. регулировании после возмущения регулируемое давление в сети приходит к заданному значению независимо от нагрузки и положения регулирующего органа. Для стабилизации процесса регулирования в Р.д.г. вводят стабилизирующие устройства. При статич. регулировании равновесное значение регулируемого давления всегда отличается от заданного значения и только при номин. нагрузке фактич. давление становится равным номин. значению. Статич. регуляторы давления имеют ошибку регулирования, определяемую как макс. отклонение регулируемого давления от заданного значения.

Подбор Р.д.г. производят исходя из условий, удовлетворяющих потребителя по расходу и давлению газа до и после регулятора.

Пропускную способность Р.д.г. определяют из выражения $Q = 509 F_y / \sqrt{\rho} \times \sqrt{\Delta P / \rho} = 101 K_v \sqrt{\Delta P / \rho}$, где F_y — площадь сечения присоединит. патрубка; P — перепад давлений на Р.д.г., МПа; K_v — коэфф. пропускной способности, соответствующий проходу через Р.д.г. воды в кол-ве Q , м³/ч, с плотностью газа $\rho = 1000$ кг/м³ при перепаде давления на клапане 0,0981 МПа.

Расход газа определяют из выражения

$$Q_0 = 5260K_v \varepsilon \sqrt{\Delta P P_1 / (\rho_0 T_1 Z_1)},$$

где ε — коэфф., учитывающий изменение плотности газа при движении его через дроссельный орган (см. Газоснабжение). При критич. или большем перепаде давлений на клапане $P_2/P_1 \leq (P_2/P_1)_{кр}$ расход газа находят по формуле

$$Q_0 = 5260K_v \varepsilon_{кр} P_1 \times \sqrt{(\Delta P / P_1)_{кр} / (\rho_0 T_1 Z_1)},$$

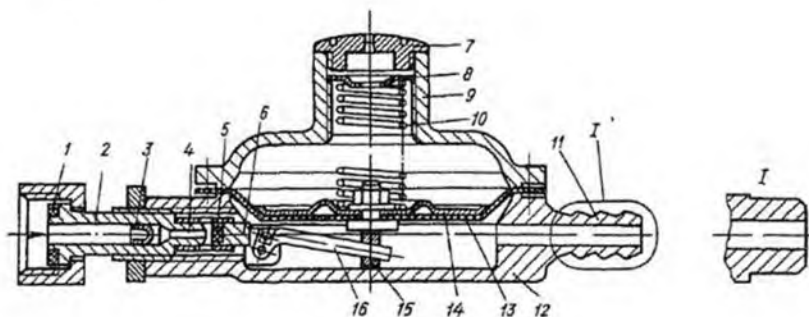
Р.д.г. для конкретного потребителя рассчитывают исходя из макс. пропускной способности миним. перепада давлений на клапане. Проходное сечение затвора Р.д.г. выбирают так, чтобы макс. произ-сть была обеспечена при перемещении клапана не более чем на 0,9 его полного хода. Для этого дроссельный орган Р.д.г. рассчитывают на произ-сть, к-рая превышает макс. на 15—20%, т.е. расчетная пропускная способность равна $Q_p = (1,15 \dots 1,2) Q^{max}$.

При определении расчетного перепада давлений учитывают потери энергии на трение в газопроводах газорегуляторного пункта, на запорной и предохранит. арматуре. Перепад $\Delta P = P_1^{min} - P_2 - \Delta P_{пот}$, где P_1^{min} — миним. давление газа перед регуляторной станцией; P_2 — регулируемое давление газа после регулятора; $\Delta P_{пот}$ — суммарные потери давления в газорегуляторной станции.

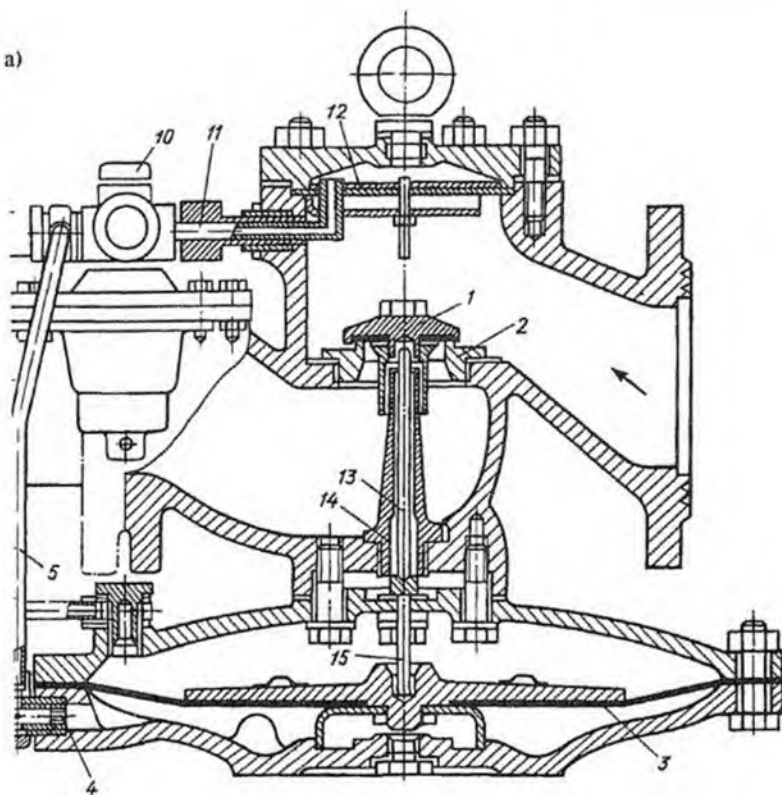
Регулятор давления прямого действия — устройство, состоящее из дроссельного клапана, приводимого в действие мембраной, к-рая перемещается в результате изменения регулируемого давления. При снижении давления проходное сечение дроссельного клапана уменьшается, что приводит к сокращению кол-ва газа, протекающего через Р.д.г. При увеличении давления

Регулятор типа РДСГ-1,2

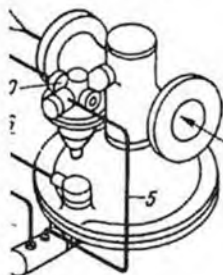
1 — прокладка; 2, 11 — входной и выходной штуцер; 3 — фильтрующая сетка; 4 — седло; 5 — втулка; 6 — клапан; 7 — защитный колпачок; 8 — гайка; 9 — крышка; 10 — пружина; 12 — корпус; 13 — мембрана; 14 — тарелка; 15 — шток; 16 — рычаг



а)



б)



Регулятор РДУК-2

а — исполнительный узел; б — схема обвязки с отбором импульсов от надземного газопровода; 1 — клапан; 2 — седло; 3 — мембрана; 4 — демпфирующий дроссель; 5 — соединительная трубка; 6, 9 — импульсные трубки; 7 — трубка сброса газа; 8 — сбросный дроссель; 10 — регулятор управления; 11 — соединительный патрубок; 12 — фильтр; 13 — шток клапана; 14 — направляющая колонка; 15 — толкатель

происходит обратное перемещение клапана. Р.д.г. прямого действия различны по форме и типу дроссельных устройств, виду мембран, способу сочленения их с клапаном. Регулятор РДСГ предназначен для потребителей с небольшим расходом газа, гл. обр. в одно- и двухбаллонных установках сжиж. углеводородного газа. Между корпусом регулятора и крышкой зажата мембрана, на к-рую опирается тарелка, отжимаемая вниз пружиной. Газ поступает в регулятор через входной штуцер. При уменьшении расхода газа давление под мембраной увеличивается, мембрана и шток приподнимаются и через рычажную передачу клапаном прикрывают седло, уменьшая подачу газа и поддерживая давление на заданном уровне.

Регуляторы РД-32М и РД-50М используют для снабжения газом низкого давления потребителей с небольшим рас-

ходом газа. В центр их мембран встроены предохранительный клапан, который после закрытия основной клапана обеспечивает сброс излишнего газа в атмосферу.

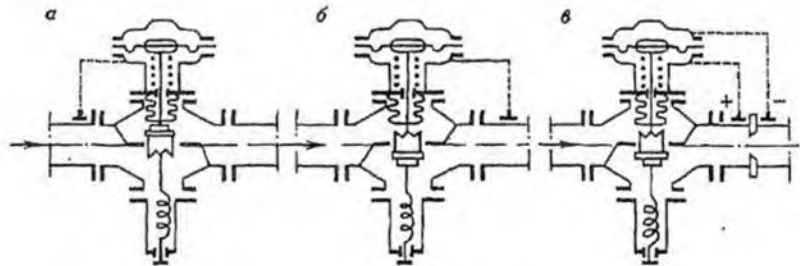
Р.д.г. с пневматич. нагрузкой РД-64 предназначены для снабжения потребителей газом среднего (0,15 — 0,3 МПа) или высокого (до 1,6 МПа) давления. Их отличительная особенность — использование нагрузочной камеры, давление газа в которой определяет выходное давление. Принцип действия таких регуляторов основан на компенсации сил, действующих на чувствительный элемент.

Регуляторы непрямого действия — устройства, у которых возникающее усилие в чувствительном элементе приводит в действие управляющий элемент, открывающий доступ энергии постороннего источника (сжатого воздуха, газа и др.) в сервопривод, а последний развивает усилие, необходимое для перемещения регулирующего органа. Р.д.г. этого типа содержат один или несколько усилителей. Регуляторы непрямого действия разделяют на приборные и пилотные. Приборные состоят из исполнительного механизма (регулирующий клапан) и командного прибора (регулятора давления), могут иметь пневматич., гидравлич. или электрич. выход со стандартными пределами изменения давления, силы тока или напряжения. В пилотных регуляторах управления рассчитан на работу только с данным исполнительным механизмом. Для питания регуляторов управления используется энергия транспортируемого газа. При отклонении конечного давления от заданного изменяется положение чувствительного элемента привода и проходное сечение дроссельного органа, вследствие чего восстанавливается равновесие между приходом и расходом газа.

Регуляторы давления РДУК2 состоят из регулирующего клапана с мембранным приводом, регулятора управления, дросселей и соединительных трубок. Газ высокого или среднего давления попадает в регулятор управления, затем по трубке проходит через дроссель и поступает в газопровод после регулирующего клапана. Клапан, дроссель и трубки представляют собой усилитель. Устройство дроссельного типа. Газ поступает в усилитель с давлением P_1 , после дросселя перепада сечения приобретает давление P_x , а после дросселя постоянного сечения P_2 . Давлением P_x регулируется работа исполнительного механизма. Импульс конечного давления, воспринимаемый командным прибором, усиливается дроссельным устройством, трансформируется в командное давление P_x и передается по трубке в подмембранную зону исполнительного механизма, перемещая соответствующим образом регулирующий клапан. Если расход газа уменьшился, а давление газа за

регулятором увеличилось, то клапан регулятора управления, соединенный с газопроводом импульсной трубкой, прикрывается, давление P в подмембранной зоне исполнит. механизма уменьшится, регулирующий клапан опустится и давление после регулятора снизится.

РЕГУЛЯТОРЫ ДАВЛЕНИЯ И РАСХОДА — регуляторы, предназначенные для поддержания постоянного давления и расхода регулируемой среды (воды, пара, воздуха) или для изменения их по заданной зависимости. По типу, конструкции, наличию и роду используемой для работы энергии Р.д.р. делятся на гидравлич. и электрич., прямого или непрямого (косвенного действия). Р.д.р. гидравлич. прямого действия (без использования вспомогат. энергии) выпускают типов РД и РР. Первые применяют для стабилизации на заданном уровне давления перед потребителем (пониж. против давления в наружной тепловой сети) и устанавливают на подающем трубопроводе. Импульс да-



вления берется из подающего трубопровода на участке между регулятором и потребителем. В этом случае принято говорить о регулировании "после себя". Например, при повышении давления воды в подающем трубопроводе сверх заданного значения под действием импульса давления регулятор перекрывается настолько, чтобы понизить регулируемое давление до заданного. Регулятор типа РД может быть установлен на обратном трубопроводе после системы отопления с целью поддержания на заданном уровне давления (более высокого, чем в наружной тепловой сети) для обеспечения залива системы водой. Импульс давления берется из обратного трубопровода после системы отопления до регулятора. В этом случае говорят о регулировании "до себя". Например, при повышении давления воды в обратном трубопроводе после системы отопления регулятор открывается настолько, чтобы понизить давление до заданного. При такой схеме включения регулятор РД наз. регулятором подпора.

Регулятор расхода типа РР служит для поддержания постоянного расхода воды в теплоиспользующей установке путем

измерения перепада давления, который берется на пост. гидравлич. сопротивлении при квадратичном законе изменения перепада давления от изменения расхода воды. Импульсы давлений берутся до и после дроссельной шайбы, устанавливаемой на подающем трубопроводе после регулятора. Для систем отопления, присоединенных к тепловым сетям через элеватор, импульсы давлений берутся из подающего (после клапана) и обратного трубопроводов.

Регуляторы РД, РР состоят из чувствительного элемента — сильфона, чугунного корпуса, штока с затвором, настроечной пружины. Корпус рассчитан на давление 1,6 МПа. Монтируются на трубопроводе вертикально сильфонной камерой вверх. Осн. технич. хар-ки регуляторов — диаметр условного прохода D_y , мм, и условная пропускная способность K_v , м³/ч. Регуляторы РД выпускают на $D_y = 50$ и 80 мм с $K_v = 10$ и 44 м³/ч соответственно, а регуляторы РР — на диаметры $D_y = 25...100$ мм с $K_v = 5...83$ м³/ч (K_v

Схемы включения гидравлических регуляторов типа УРРД и УРРД-М при регулировании давления "до себя" (а) и "после себя" (б), а также расхода (перепада давления) — а

численно равна расходу воды с температурой 20 °С через полностью открытый клапан регулятора при перепаде давления на нем 0,1 МПа).

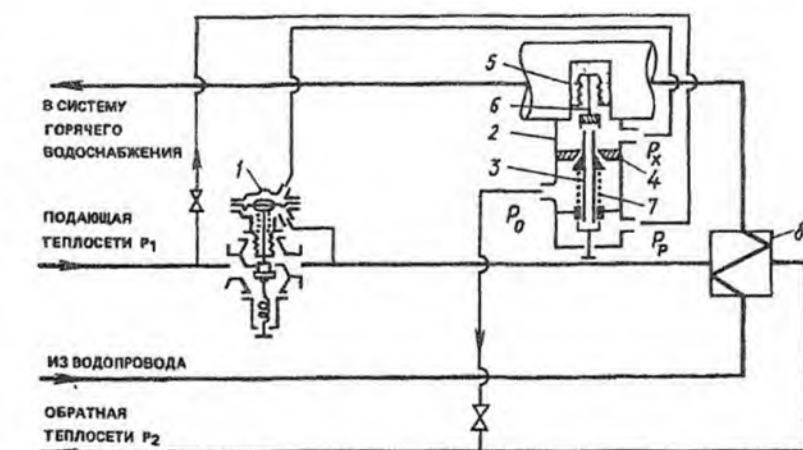
Р.д.р. гидравлич. прямого действия типа УРРД-М — универсальные. Их применяют для поддержания постоянного давления, перепада давления, расхода воды, а также используют в качестве регулирующих клапанов для регуляторов непрямого (косвенного) действия, напр. для регулирования температур и др. параметров. Они состоят из корпуса клапана, мембранной коробки, штока с затвором, настроечной пружины. Чувствительным элементом служит мембрана, развиваемая сила которой устанавливается пружинной. Схемы включения регуляторов УРРД и УРРД-М аналогичны описанным схемам включения регуляторов РД и РР. Регулятор УРРД-М отличается наличием одной пружины на все диапазоны настройки, меньшей зоной пропорциональности и конструкцией за-

твора. Выпускают регуляторы УРРД на диаметры $D_y = 25...80$ мм с $K_v = 6...60$ м³/ч, а регуляторы УРРД-М — на диаметры $D_y = 25...150$ мм и $K_v = 6...250$ м³/ч.

Р.д.р. гидравлич. косвенного действия включают измерит.-управляющее устройство — реле давления РД-3а и регулирующий клапан с мембранным исполнит. механизмом типов РК-1, УРРД, УРРД-М. Они предназначены для регулирования давления, перепада давления, расхода, уровня воды, а также для защиты сетевых сооружений и местных потребителей в аварийных ситуациях. Реле РД-3а выполняют двух модификаций (сборки): односифонная — для регулирования давления и уровня в открытых емкостях; трехсифонная — для регулирования перепада давления, расхода и уровня в закрытых емкостях. Чувствит. элементом является реле-сиффон, управляющим — элемент, работающий по схеме сопло—заслонка. Расход рабочей воды — 15—30 л/ч. В зависимости от типа управляющего клапана реле РД-3а может быть односплошным нормально-открытым, односплошным нормально-закрытым, двухсплошным нормально-закрытым. Возможны два варианта схемы сброса рабочей воды: сливная система со сбросом в дренаж и бессливная система со сбросом в трубопровод меньшего давления, напр., в обратный трубопровод. Р.д.р. электр. косвенного действия см. *Электронные автоматические регуляторы*.

РЕГУЛЯТОР ТЕМПЕРАТУРЫ — регулятор, предназначенный для поддержания пост. темп-ры регулируемой среды или для изменения ее по заданной зависимости. Р.т. распространены в системах теплоснабжения, применяются в системах отопления, горячего водоснабжения, в вентиляции и системах кондиционирования воздуха. По типу, конструкции, наличию и виду используемой для работы энергии Р.т. делят на: манометрич. прямого действия (без использования вспомогат. энергии); гидравлич. и электр. косвенного (непрямого) действия (с использованием вспомогат. энергии).

Р.т. манометрич. прямого действия типов РТ, РПДП, РТ-ДО, РТ-ДЗ предназнач. для автоматич. поддержания постоянства темп-ры регулируемой среды изменением расхода горячей воды или пара. В системах теплоснабжения зданий Р.т. применяют для водоподогреват. установок горячего водоснабжения. Они состоят из термосистемы, включающей термобаллон, капиллярную трубку, узел перестановки, и регулирующего клапана с сифонным приводом. Термобаллон монтируют на



трубопроводе нагреваемой воды, регулирующий клапан — на трубопроводе греющего теплоносителя. Регуляторы типа РТ выпускают на диаметры условного прохода D_y от 15 до 80 мм с условной пропускной способностью $K_v = 2,5...60$ м³/ч (K_v численно равно расходу воды с темп-рой 20 °С через полностью открытый клапан регулятора при перепаде давления на нем 0,1 МПа); типа РПДП — на $D_y 25—50$ мм с $K_v = 10...40$ м³/ч; типа РТ-ДО — на $D_y 15—80$ мм с $K_v = 2,5...60$ м³/ч; типа РТ-ДЗ — на $D_y 15—50$ мм с $K_v = 2,5...25$ м³/ч. Р.т. манометрич. прямого действия типа РТ-3513 предназначен для регулирования темп-ры воды на циркуляц. магистралях и стояках системы горячего водоснабжения. Термочувствит. элемент Р.т., заполненный твердым наполнителем (воском), и исполнительный механизм объединены в одном корпусе. При повышении темп-ры воды в стояке сверх заданной (47 ± 2 °С) объем термочувствит. наполнителя увеличивается, корпус датчика темп-ры вместе с клапаном перемещается относительно трубопровода, на к-ром смонтирован Р.т., что приводит к уменьшению площади проходного сечения и, следовательно, к требуемому уменьшению расхода воды через регулятор. Выпускается на диаметры 20—50 мм.

Р.т. гидравл. косвенного действия получили распространение в установках вентиляции и воздушного отопления, в водонагреват. установках горячего водоснабжения. В общем случае они состоят из измерит.-управляющего устройства и регулирующего клапана. Освоены Р.т., включающие термореле типов ТРБ-2, ТРБ-С или ТРБ-В и регулятор расхода. Чувствит. элемент термореле — биметаллич. пластины, управляющее устройство устроено по типу сопло—заслонка. Применяют также Р.т., включающий терморегулирующий датчик типа ТМП с регулирующим клапаном типа

РК-1, универс. регулятором типа УРРД (диаметр условного прохода 25—80 мм) или типа УРРД-М (диаметр условного прохода 25—150 мм). При автоматизации водонагревателя горячего водоснабжения с применением такого Р.т. мембранный привод регулирующего клапана имеет двухстороннее действие (импульсы командного давления подаются как сверху, так и снизу мембраны). Датчик температуры ТМП включает термобаллон и усилит.-управляющий элемент безроссельного типа с дискретным сливом, состоящий из штока с клапаном, пустотелого штока с клапаном, седла и пружины.

Если темп-ра термобаллона равна заданному значению, то шток с клапаном закрывает отверстие в пустотелем штоке, к-рый в свою очередь закрывает отверстие в седле, из-за чего проток рабочей воды из линии с давлением P_p через датчик и слив ее в обратную линию с давлением P_o отсутствуют. Командное давление P_x при этом имеет промежуточное значение $P_o < P_x' < P_p$, к-рое определяет положение затвора регулирующего клапана. Если темп-ра нагреваемой воды и термобаллона уменьшится по сравнению с заданной, то жидкость в термобаллоне уменьшится в объеме, шток с клапаном переместится вверх, откроется отверстие в пустотелем штоке и линия P_x соединится с линией P_p . Это приводит к увеличению давления P_x , увеличению открытия регулирующего клапана и соответственно расхода сетевой воды через водонагреватель горячего водоснабжения, вследствие чего значение регулируемой темп-ры воды восста-

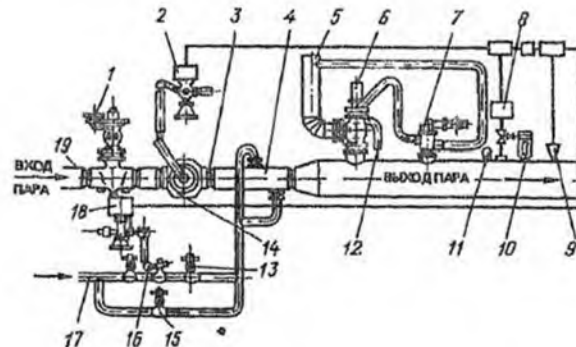
новляется. Если темп-ра термобаллона увеличится по сравнению с заданной, то жидкость в термобаллоне увеличится в объеме, шток с клапаном переместится вниз, откроется отверстие в седле, и линия P_x соединится с линией P_o . Это приводит к уменьшению давления P_x , уменьшению открытия регулирующего клапана и соответственно расхода сетевой воды через водонагреватель горячего водоснабжения, вследствие чего значение регулируемой темп-ры воды восста-

надавливается до заданного. Если, наоборот, то регулируемая темп-ра повышается сверх заданной, шток с клапаном, нажав на пустотелый шток, открывает отверстие в седле, линия P_x соединяется с линией P_0 , что приводит к закрытию регулирующего клапана и уменьшению расхода сетевой воды через водонагреватель. При восстановлении заданной темп-ры отверстия в пустотелом штоке или в седле вновь перекрываются и командное давление будет иметь новое значение $P_0 < P_x < P_p$, к-рое соответствует новому значению нагрузки водонагревателя. Схема автоматизации может быть выполнена и в сливном варианте со сбросом рабочей воды в дренаж.

В открытых системах теплоснабжения для смесит. устройств установок горячего водоснабжения применяют Р.т. блочные типа РТБ, к-рые имеют блочную и комплектную компоновки. При блочной компоновке в одном изделии РТБ соединены 3 элемента: датчик терморегулирующий типа ТМП, регулирующий клапан с мембранным приводом типа РКС и устройство защиты ЗУ. При комплектной компоновке в состав регулятора РТБ входят 5 элементов: 3 указ. выше, регулятор УРРД-М и фильтр. Регулятор РТБ предназначен для смешения воды сетевой и обратной (из обратного трубопровода системы отопления) и подачи смеш. воды в систему горячего водоснабжения зданий, что выполняется с помощью клапана РКС; для автоматич. поддержания пост. темп-ры смеш. воды для горячего водоснабжения; для защиты системы от перегрева от опорожнения при интенсивном водоразборе или аварийной ситуации — с помощью устройства защиты и клапана РКС. Выпускают регуляторы РТБ на диаметры 40—80 мм — при блочной компоновке и 100—250 мм — при комплектной. Р. т. э л е к т р и ч. см. *Электронные автоматические регуляторы*.

РЕГУЛЯТОР УРОВНЯ ЖИДКОСТИ — регулятор предназн. для поддержания пост. уровня жидкости в баках-аккумуляторах, дренажных приемках в тепловых пунктах, в расширит. баках систем отопления. Р.у.ж. состоит из измерит.-усилит. и исполнит. устройств. В качестве измерит.-усилит. устройства в системах теплоснабжения используют уровнемеры и сигнализаторы уровня, к-рые по конструкции делятся на поплавковые, гидростатич., дифманометрич., электрич. Эти приборы выпускают либо с контактным, либо с электрич. унифициров. выходом. В Р.у.ж. с контактным выходом в качестве исполнительного механизма применяют магнитные пускатели, к-рые управляют включением и отключением электродвигателей насосов, напр., подпиточных или дренажных, а также открытием и закрытием электрифициров. задвижек или

регулирующих клапанов с электрич. исполнит. механизмом, устанавливаемых на трубопроводах подачи (отбора) жидкости в бак (из бака). В Р.у.ж. с электрич. унифициров. выходом сигнал поступает к электронному автоматическому регулятору, выходящий сигнал к-рого в свою очередь управляет регулирующим клапаном с электрич. исполнит. механизмом. При повышении уровня жидкости в баке-аккумуляторе сверх заданного значения измерит. устройство Р.у.ж. вырабатывает такой командный сигнал, к-рый приводит к закрытию клапана на линии



Редукционно-охлаждающая установка

1 — запорный вентиль или паровая задвижка; 2 и 18 — сервомоторы регулирования давления и температуры пара; 3 — дроссельная решетка с патрубком; 4 — охладитель пара; 5 — труба выхлопа пара в атмосферу; 6 и 7 — предохранит. и импульсный клапаны; 8 и 9 — импульсные устройства для регулирования давления и температуры; 10 — термометр; 11 — манометр; 12 — труба для спуска в канализацию; 13 и 15 — проходной и игольчатый вентили; 14 и 16 — регулирующие клапаны; 17 — вход охлаждающей воды; 19 — паропровод

подачи в бак, и наоборот. На расширит. баках систем отопления применяют поплавковые реле типа РП-40, имеющие контактный выход. В тепловых пунктах могут применяться уровнемеры типа РУС (электрич. типа) и дифманометры типа Сапфир 22ДД с унифициров. выходами 0—5, 0—20, 4—20 мА.

В качестве Р.у.ж. может использоваться регулятор гидравлич. непрямого действия типов УРРД, УРРД-М (см. *Регуляторы давления и расхода*).

РЕДУКТОР (от лат. *reductor* — отводящий назад, приводящий обратно) — 1) устройство для снижения и поддержания пост. давления рабочей среды (газа, пара или жидкости) на выходе из баллона или другой емкости с более высоким давлением, одновременно выполняющее функции предохранит. и запорного клапанов. Р. устанавливается в аппарате для газовой сварки, в хлораторах воды, сатураторах и т.п.; они могут быть использованы также в разл. аппаратах для осуществления дополнит. операций смешения, подогрева, охлаждения и т.п. Осн. элемент Р. — редукц. клапан, связанный с гибкой плоской мембраной, на к-рую с одной стороны действует винтовая пружина, а с др. — давление газа или жидкости. В зависимости от рабочей среды, для к-рой они предназначены, Р. наз. кислородными, ацетиленовыми, водородными и т.д. Конструктивно Р. выполняют одно- или двухкамерными, осуществляющими одно-

или двукратное понижение давления; 2) механизм, входящий в приводы машин и служащий для снижения угловых скоростей ведомого вала с целью повышения крутящего момента.

РЕДУКЦИОННО - ОХЛАДИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА — установка для снижения параметров пара (давления, темп-ры) до значений, соответствующих требованиям потребителей. Состоит из редукц. клапана, парохладителя и устройств для автоматич. регулирования темп-ры и давления редуцируемого пара.

Обычно за редукц. клапаном устанавливают дроссели пост. сечения, с помощью к-рых обеспечивается постеп. снижение давления, что уменьшает шум. Назначение Р.о.у. — отпуск пара соответствующих параметров при остановке теплофикац. турбины, подача пара на пиковые водонагреватели, снабжение паром турбин низкого давления, при остановке турбин высокого давления, а также сброс избытка пара в пусковых и аварийных режимах.

РЕДУЦИРОВАНИЕ (от нем. *reduzieren* — уменьшать, сокращать; от лат. *reduco* — отвожу назад) — в тепло-технике понижение давления пара или газа с помощью редукц. клапанов, редукторов, вентиля и т.п. устройств.

РЕЖИМ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГАЗА — связь расхода газа со временем его использования. Все гор. потребители газа используют его неравномерно. Потребление газа изменяется по месяцам, дням недели или

календарным дням, по часам суток. В зависимости от отрезка времени, в течение которого расход газа считают пост., различают: сезонную неравномерность, или неравномерность по месяцам года; суточную неравномерность, или неравномерность по дням недели, месяца или года; часовую неравномерность, или неравномерность по часам суток. Режим расхода газа городом зависит от режима огд. групп потребителей и их долевого участия в общем гор. потреблении. Неравномерность расхода газа обусловлена многими факторами: климатическими условиями, режимом работы предприятий и их газооборудования, укладом жизни населения и газооборудованием квартир. Неравномерность потребления существенно сказывается на экономич. показателях систем газоснабжения. Несоответствие подачи газа спросу делает систему ненадежной. При наличии пиков потребления газа требуется увеличение мощности оборудования и диаметров труб систем газоснабжения. Выравнивание графиков потребления обуславливает стр-во подземных хранилищ газа и создание потребителей-регуляторов, оборудуемых вторыми топливными хозяйствами. Наилучшее решение проблемы дает метод экономич. оптимизации.

Р.п.г. по месяцам года описывается годовыми графиками, к-рые строят в предположении пост. расхода в течение каждого месяца. Графики позволяют правильно планировать спрос на газ, определять необходимую мощность потребителей-регуляторов, планировать ремонтные работы на газовых сетях и их сооружениях. Графики строят для всех потребителей города, разделив их на группы. Вначале по оси ординат откладывают расходы газа потребителями с наименьшей неравномерностью (пром. и электростанциями), далее коммунально-бытовыми потребителями и, наконец, расходы газа на отопление и вентиляцию. Полученный график характеризуется макс. потреблением в зимние месяцы и миним. — в летние. Наибольшую неравномерность потребления газа создает отопит. нагрузка: чем больше доля этой нагрузки, тем больше неравномерность.

Неравномерность графика сезонного потребления характеризуется двумя коэфф.: неравномерности потребления K_m , равным отношению расхода газа за данный месяц к среднемесячному расходу за год (мощностная хар-ка), и несбалансированности годового потребления α_r , равным отношению кол-ва газа, потребляемого больше (или меньше) среднего уровня, к годовому потреблению (объемная хар-ка). Макс. значения коэфф. K_m изменяются в пределах 1,2—1,3, коэфф. α_r — 0,12—0,15 (большие значения этого

коэфф. имеют города со значит. отопит. нагрузкой). Неравномерность потребления газа по сезонам выравнивается с помощью хранилищ газа, потребителей-регуляторов и перем. добычи газа. Наиболее экономичный способ — использование подземных хранилищ, в к-рые летом закачивают избытки газа, а зимой используют его для покрытия пиков потребления. Следовательно, с помощью подземных хранилищ уменьшается макс. расход газа, транспортируемого по магистр. газопроводам. Ограничение использования хранилищ связано только с возможностью их стр-ва вблизи узлов потребления газа. След. способ регулирования графика — применение потребителей-регуляторов, в качестве к-рых могут быть котельные электростанций или крупных пром. потребителей. Они имеют двойное топливоснабжение: газ — мазут, газ — угольная пыль, зимой работают на втором топливе, летом используют газ. Следовательно, с их помощью можно заполнить только летний провал графика потребления газа. Оставшаяся неравномерность сезонного потребления газа покрывается снижением подачи его летом. Незаполн. часть графика должна быть не более 15% макс. годового кол-ва газа, к-рое может подать магистр. газопровод. Наибольшие трудности возникают при удовлетворении суточных пиковых нагрузок, возникающих при низких наружных темп-рах (при морозах). Использование для этих целей подземных хранилищ газа неэкономично, т.к. с увеличением интенсивности отбора газа резко возрастает капит. вложения и эксплуат. расходы. Для покрытия суточной неравномерности отопит. нагрузки вводят ограничения на подачу газа пром. предприятиям, к-рые переводят газоиспользующие установки на жидкое котельное топливо.

Суточная неравномерность по дням недели зависит от уклада жизни населения, режима работы предприятий и изменения темп-ры наружного воздуха. При отсутствии резких колебаний наружной темп-ры потребление газа в квартирах в течение первых четырех дней недели примерно равномерное. В пятницу расход газа возрастает и достигает макс. в субботу. Макс. коэфф. суточной неравномерности K_c^{\max} потребления газа в квартирах составляет 1,2—1,25. Наибольшей неравномерностью характеризуются предпр. раздичные дни, макс. расход газа в квартирах приходится на 31 декабря. Значит. суточной неравномерностью характеризуется потребление газа в банях ($K_c^{\max} = 1,7 \dots 1,8$). Макс. коэфф. суточной неравномерности для отраслей пром-сти составляет $K_c^{\max} = 1,1 \dots 1,2$.

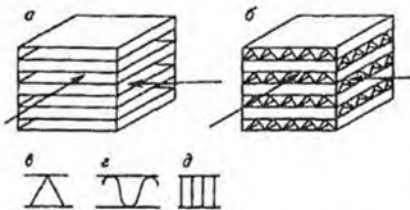
Часовая неравномерность описывается суточным графиком, характеризу-

мым двумя пиками — утренним и вечерним. У городов со значит. пром. нагрузкой утренний пик больше вечернего. Наибольшая часовая неравномерность наблюдается у бытовых и коммунал. потребителей. Расход газа на отопление у крупных систем в течение суток изменяется мало. Он существенно изменяется у отопит. систем периодич. действия, напр., при использовании отопит. печей. Режим потребления газа пром. предприятиями в осн. определяется числом рабочих смен. Суточные графики характеризуются коэфф. неравномерности и коэфф. суточной несбалансированности. Второй представляет собой отношение кол-ва газа, к-рое способно обеспечить спрос на газ при его равномерной подаче, к суточному потреблению. Он определяется макс. разностью между интегр. прямой подачи газа и интегр. кривой его потребления. Макс. коэфф. K_c^{\max} потребления газа в квартирах — 1,6—2,2. Коэфф. α_c изменяется в пределах 0,1—0,15. Для выравнивания суточного графика используют аккумуляющую способность магистр. газопроводов, питающих гор. систему. В ночные часы, когда потребление падает, газ накапливается в газопроводах, давление газа растет, а в пики потребления аккумуляир. газ используется и давление в магистр. газопроводах падает.

РЕЖИМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА — изменение во времени суток и года параметров, определяющих состояние отд. элементов системы. Рассмотрение Р.р.с.к.м. преследует цель получить ее количеств. и качеств. хар-ки при осуществлении того или иного алгоритма функционирования в процессе управления. Для Р.р.с.к.м. характерны 3 интервала времени. Краткосрочные процессы, протяженностью 1—2 ч и менее, возникающие в результате периодич. и разовых возмущающих и регулирующих тепловых воздействий — предмет рассмотрения системы кондиционирования микроклимата как объекта управления. Количеств. хар-кой краткосрочных процессов является, напр., потребляемая мощность элементов системы. Вторым характерным периодом служат сутки. Внутрисуточные процессы в помещениях носят ярко выраженный периодич. характер, связанный с режимом функционирования помещения и тепловыми воздействиями наружной среды. Суточный режим работы может быть представлен как совокупность часовых: его задача — определение закономерности суточного потребления мощности элементами систем. Годовой режим работы, рассматривающий изменение суточных параметров, носит периодически повторяющийся характер, к-рый обусловлен

годовым ходом параметров наружного климата. Предметом рассмотрения годового режима служит смена режимов потребления энергии в эксплуатац. условиях. В результате анализа годового режима определяют осн. хар-ку функционирования системы — годовой расход энергоресурсов.

РЕКУПЕРАТИВНЫЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОР — теплообменник, в котором теплота от одного теплоносителя к др. передается через разделит. стенку. По



Пластинчатые рекуператоры с каналами

а — из гладких пластин; б — различной формы; а, б, в, г — треугольного, V-образного и П-образного сечений

виду теплоносителя Р.т. бывают воздухо-воздушные и воздухо-жидкостные. Воздухо-воздушные Р. по конструктивным признакам разделяют на пластинчатые и кожухотрубные. Пластинчатые бывают с гладкими, треугольными, U-образными и П-образными каналами; кожухотрубные состоят из пучка труб, помещенных в кожух. По трубам проходит нагреваемый (приточный) воздух, в межтрубном пространстве — вытяжной. В нижней части корпуса предусматривают штуцер для удаления конден-

сата, образующегося при охлаждении вытяжного воздуха ниже темп-ры точки росы. В воздухо-жидкостных Р.т. теплообменные элементы для увеличения площади поверхности оребрены со стороны воздушного потока. В качестве Р.т. можно использовать *калориферы* общего назначения или спец. выпускаемые *теплообменные аппараты*, если применяемые жидкости и вытяжной воздух не оказывают на них агрессивного воздействия. По направлению движения теплообмениваемых сред Р.т. могут быть противоточной и перекрестно-точной схемы. Несмотря на то, что первая эффективнее в теплотехнич. отношении, широкое распространение, особенно в зарубежной практике, получила перекрестно-точная, допускающая простые конструктивные и компоновочные решения и высокую технологичность изготовления. Используют также многоходовые по одному из потоков схемы движения, напр. многоходовые калориферы по потоку горячей воды. При числе ходов более двух такие теплообменники по теплотехнич. эффективности близки к противоточным. Технологич. схему нагревания или охлаждения приточного воздуха в рекуперативных теплоутилизаторах за счет теплоты (холода) вытяжного воздуха применяют при наличии одной вытяжной и одной приточной установок с примерно одинаковым массовым расходом воздуха. При наличии неск. вытяжных установок, работающих в одинаковом режиме, и одной приточной большой прои-сти возможно паралл. или полупаралл. включение Р.т. Защиту Р.т. от образования инея и наледи в канале вытяжного воздуха обеспечивают автоматич. регулированием, преимущественно путем снижения подачи наружного

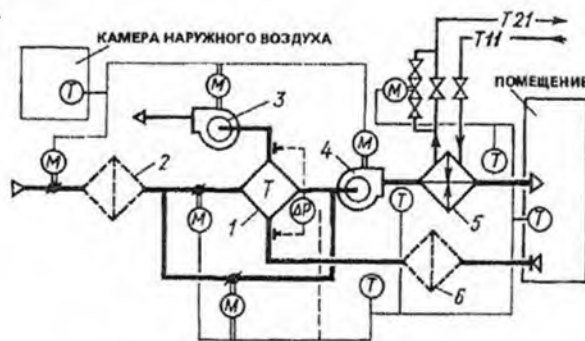
расход приточного или вытяжного воздуха путем байпасирования. При необходимости дополнит. подогрева регулирование может осуществляться в дополнит. калорифере общепринятыми методами.

В инженерных тепловых расчетах Р.т. различают конструкторский расчет — с целью получения конструктивных размеров типовых теплообменников и параметров приточного и вытяжного воздуха на выходе из них и технологический — с целью подбора типовых серийно выпускаемых Р.т. и определения параметров приточного и вытяжного воздуха после них. Инженерный тепловой расчет может выполняться приближенно для "сухого" режима и более точно с учетом возможной конденсации водяных паров вытяжного воздуха. Прибл. методы, не учитывающие возможную конденсацию водяных паров, дают заниж. кол-во утилизируемой теплоты. Более подробно о тепловом расчете теплоутилизаторов-рекуператоров см. *Утилизация теплоты вытяжного воздуха*.

Р.т. применяют также в качестве калориферов (для нагревания воздуха), бойлеров (для нагревания воды), а также конденсаторов и испарителей тепловых насосов и холодильных установок.

РЕСПОНС-ФАКТОР (от лат. *responsum* — ответ) — метод расчета нестационарного теплового режима ограждений и помещения при произвольно меняющихся воздействиях, разработанный Г. Мителаш и Д. Стефансоном и широко используемый для расчетов в Канаде, США и др. англоязычных странах. Основа метода состоит в объединении условия воздействия в виде временного ряда с элементарными функциями теплового воздействия, к-рые легко могут быть использованы для суперпозиции. Обычно используется элементарная функция в виде треугольного импульса с основанием, равным двум интервалам между заданными значениями во временном ряду. При сложении равнобедр. треугольных импульсов получается непрерывная ломаная линия изменения воздействующего параметра в заданном временном ряду. Треугольная функция оказывается удобной для математич. решения задачи.

Изменения наружной и внутр. темп-ры вызывают изменения тепловых потоков на внутренней и наружной поверхностях ограждения. Величины тепловых потоков на поверхностях под влиянием треугольного импульса в расчетные интервалы временного ряда и есть Р.-ф. Для расчетов достаточно иметь три ряда числ. значений Р.-ф., соответствующих тепловому потоку на наружной поверхности, вызванного единичным импульсом темп-ры на ней, то же, при единичном импульсе на внутр.

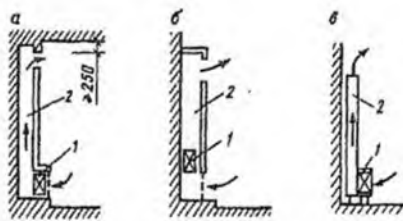


Технологическая схема нагревания (охлаждения) приточного воздуха в рекуператорах 1 — теплоутилизатор-рекуператор; 2 — фильтр приточного воздуха; 3, 4 — вытяжной и приточный вентиляторы; 5 — калорифер дополнит. подогрева; 6 — фильтр вытяжного воздуха; Т — датчик температуры; М — привод вентиляторов или регулирующих клапанов; ДР — датчик перепада давления; T11, T21 — трубопроводы горячей и обратной воды

воздуха в теплоутилизатор, пропускающая его через обводную линию. Команда на исполнит. механизмы регулирующих клапанов подается от датчиков перепада давления за и перед Р.т. в потоке вытяжного воздуха. Темп-ру приточного воздуха при отсутствии необходимости дополнит. подогрева можно регулировать, изменяя

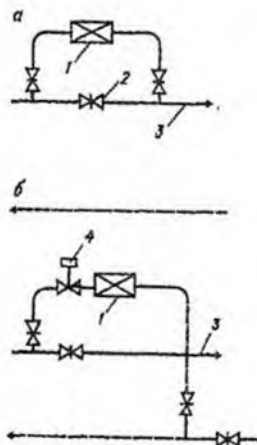
поверхности и тепловому потоку, вызванному импульсом темп-ры на внутр. поверхности. Метод используется для многослойных конструкций и помещения, требует предварит. числ. расчетов ЭВМ. Для ручного счета этот метод трудоемок и сложен. Осн. показатели теории теплоустойчивости по существу являются Р.-ф. для периодич. тепловых воздействий.

РЕЦИРКУЛЯЦИОННЫЙ ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЬ — прибор воздушного отопления с интенсивной циркуляцией внутр. воздуха типа высокого конвектора, обогреваемый теплоносителем



Рециркуляционный воздухонагреватель
а — со встроенным каналом; б — приставной с каналом из строительных материалов; в — приставной металлический; 1 — нагреватель; 2 — канал нагретого воздуха

в системе отопления водой. Относится к приборам местного воздушного отопления. Применяется для отопления лестничных клеток многоэтажных зданий, отд. помещений при отсутствии пост. рабочих мест у наружных ограждений и периодически используемых (вестибюли, торговые помещения, зрительные залы, склады и т.п.). Р.в. состоит из двух элементов — на-

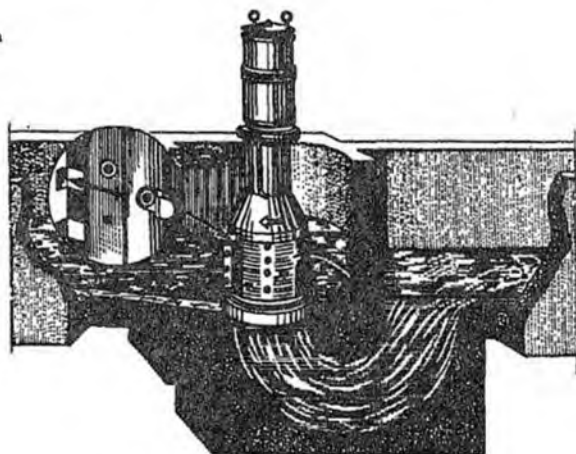


Схемы присоединения к теплопроводам
а — последовательная; б — параллельная; 1 — воздухонагреватель; 2 — задвижка на обводной трубе (нормально закрыта); 3 — подающая магистраль основной системы отопления; 4 — регулятор расхода воды

гревателя и канала. Нагреватель комплектуется из стандартных отопительных приборов — ребристых труб, радиаторов секционных (или многоходовых калориферов пластинчатого типа). Тепловая мощность нагревателя — 5—25 кВт. Канал высотой 1,5—3 м выполняют встроенным во внутр. стену, приставным из строит. материалов и металлическим. Наличие канала способствует интенсивной циркуляции нагреваемого воздуха, возрастающей с понижением темп-ры наружного воздуха (саморегулирование теплоотдачи).

Тепловой и аэродинамич. расчеты Р.в. проводят в зависимости от тепловой нагрузки обслуживаемого помещения при условии создания в нем усиленной циркуляции воздуха (не менее однократной) с темп-рой нагреваемого воздуха не выше 60°C. Нагреватель присоединяют к теплопроводам системы водяного отопления по последоват. (предвключенной) и паралл. схемам. Последоват. подключение предусматривает пост. действие Р.в., как и осн. системы отопления. Вся высокотемп-рная вода пропускается через нагреватель. Темп-рный напор при этом возрастает и сокращается необходимая площадь поверхности нагревателя, однако регулирование его тепловой мощности и отключение отражаются на действии осн. системы отопления. Паралл. схема независима, предусматривает периодичность действия Р.в. с автоматизацией

Решетка - дробилка



работы для поддержания необходимой темп-ры воздуха в помещении, однако обуславливает большую площадь нагревателя.

РЕЦИРКУЛЯЦИЯ — многократное полное или частичное возвращение потока газов (жидкостей или твердых в-в) в технологич. процесс, установку, аппарат, помещение и др. Цели Р. различны: напр.,

регулирование темп-ры в теплообменных аппаратах (котлах, печах и др.), концентрация компонентов в смесях, помешивание внутр. воздуха к наружному для сокращения расхода теплоты или холода в системах кондиционирования воздуха и т.д. В последнем случае забор внутр. воздуха осуществляется из верхней или рабочей зон помещения, а его помешивание — до форсуночной камер кондиционера (первая Р.) или после не (вторая Р.). Первая Р. позволяет снизить холодное время года тепловую мощность воздухонагревателей первого подогрева или холодопроиз-сть форсуночной камеры в теплое время года. В теплое время применение Р. целесообразно, если энтальпия воздуха, удаляемого на Р. в помещении, ниже энтальпии наружного воздуха. Вторая Р. позволяет снизить тепловую мощность воздухонагревателей второго подогрева и холодопроиз-сть форсуночной камеры. В энергетич. отношении более эффективна работа системы кондиционирования воздуха с миним. кол-вом наружного воздуха, т.е. без Р. Однако это не всегда возможно, т.к. ограничение на расход приточного воздуха налагает его темп-ра.

РЕШЕТКА — сооружение для очистки сточных вод от крупных загрязнений (бумаги, тряпок, мочалы и др.). Р. изготовляют из металлич. стержней прямоугольного, круглого или многогранного

поперечного сечения толщиной 6—10 мм с промежутками между ними 16—19 мм Р. устанавливают в камере, образуемой посредством расширения и (или) углубления подводящего к ней сточную воду канала. Расширение и углубление делают плавными — под углом 60—80°. При улавливании загрязнений объемом более 0,1 м³/сут очистку Р. механизуют. Р. оборудуют граблями, перемещаемыми

обычно замкнутыми цепными механизмами. Входя зубьями в промежутки между стержнями, грабли очищают Р. от загрязнений, а спец. съемник сбрасывает их в контейнер или на ленточный конвейер. Грабли приводит в движение электр. двигатель. Заводы выпускают Р. с граблями двух марок: МК и РМУ. Р. размещают в отд. отопляемых и вентилируемых помещениях, оборудованных грузоподъемными механизмами. Кол-во загрязнений, улавливаемых Р. с промежутками между стержнями 16 мм, составляет 8 л/год на 1 чел. Загрязнения дробят и либо вновь сбрасывают в поток воды, либо направляют в *метантенки* на переработку с др. осадками. Выпускают *дробилки* производительностью 300—600 кг/ч (Д-36) и 1000 кг/ч (ДК-1). Размер Р. определяют из условия течения воды в промежутках между стержнями при макс. расходе со скоростью 0,8—1,0 м/с.

Для дробления загрязнений под водой применяют Р.-дробилки, к-рые имеют форму барабана с вертикальной осью вращения и с горизонт. круговыми промежутками. Вода движется в центр его через барабана и поступает в центр его через Р. Загрязнения задерживаются на внешн. стороне барабана. Вода отводится через его основание в канал с помощью дюкера. При вращении барабана загрязнения перемещаются к неподвижному гребню и измельчаются в результате его взаимодействия с закрепленными на барабане и вращающимися вместе с ним несколькими режущими пластинами и резами. Промсть выпускает Р.-дробилки с барабанами диаметром 100—900 мм с макс. пропускной способностью 0,0083—1,16 м³/с.

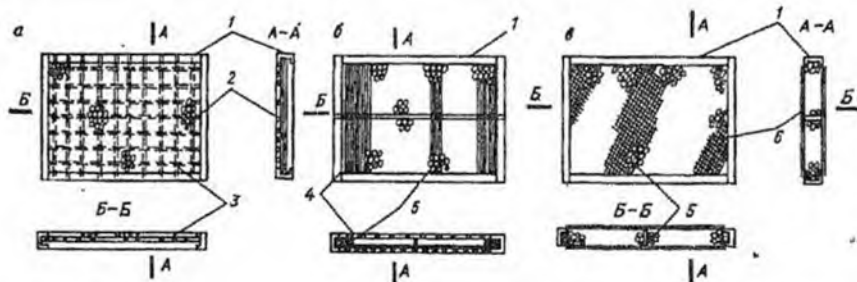
РЫБОЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА — комплекс устройств, совмещенных с конструкциями *водоприемников* или в компоновке водозаборных сооружений, предназначенный для предотвращения гибели молоди рыб непосредственно в водоприемниках или перед ними. При про-

ектировании Р.у. учитывают основные биологич. хар-ки поведения рыб и молоди: реореакцию — ориентацию рыб головой против потока воды (с реореакцией у рыб связаны активные и пассивные миграции, питание, защита от хищников и т.п.); зрение, хорошо развитое у большинства пресноводных и проходных рыб; слух — рыбы слышат в широком звуковом диапазоне; органы боковой линии — рецепторы, к-рые рыбы воспринимают в осн. низкочастотные источники. Миним. скорость потока, при к-рой возникает ориентация рыб головой против течения, наз. пороговой. Значение ее для рыб различных видов определяют ихтиологическими исследованиями для конкретных условий и учитывают при конструировании Р.у. Критическая скорость течения — это верхняя граница того интервала скоростей, в к-ром возможно удержание рыб в потоке. Ее значение равно скорости потока, к-рый сносит рыб. Плавательная способность рыб характеризуется временем, в течение к-рого рыбы способны двигаться с заданной скоростью. Рыбы развивают бросковые скорости движения при преодолении водопадов и стремнин, в потоке воды входных отверстий, в камерах рыбоходов и водоприемников. В режиме крейсерских и макс. скоростей рыбы совершают миграции, удерживаются в потоке и сохраняют места своего пост. обитания. Сезонный и суточный ритм попадания рыб в водозаборы различен в разных водоемах и водотоках и может меняться по годам. Наиболее резкое увеличение концентрации молоди в р-не *водозабора* происходит в результате нереста производителей и миграции молоди рыб. На эффективность работы Р.у. влияют местоположение водозабора и его водоприемника, сезонный и суточный ритм миграции и подхода рыб к водозабору, реакция раздражителей, используемых для отпугивания и направления движения рыб в заданном направлении, скорости

и лабораторных исследований. При проектировании водозаборов нужно учитывать три принципа рыбозащиты: экологический — использование закономерностей, связанных с образом жизни рыб (распределением, миграциями и особенностями их попадания в водозабор); поведенческий — использование реакций рыб на раздражители — свет, звук, электр. поле и др.; физический — использование механич. преград, задерживающих ход рыб, а также разницы плотности воды и рыб.

Наиболее широкое применение получили Р.у. в виде сеток и объемных фильтрующих элементов с различными наполнителями. Для отвода молоди от Р.у. применяют гидравлич. и пневматич. устройства, спец. рыбонасосы, кольцевые эжекторы, самотечные каналы. Сетки состоят из след. осн. элементов: несущей конструкции, сетчатого полотна, очистного устройства, подъемно-транспортного оборудования. Сетчатое полотно предназначено для предохранения водоприемника от попадания рыб и мелкого мусора. Оно набирается из отд. сеточных рам или сеточных каркасов. Сетка с ячейкой 1х1 мм служит для защиты молоди рыб всех размеров, 2х2 мм — с длиной тела 15 мм и более, 4х4 мм — с длиной тела 30 мм и более. В зависимости от конфигурации водоприемника сетчатое полотно может быть расположено в плане по прямой линии, по дуге или окружности, в виде прямоугольника или угла. Сетчатое полотно устанавливают в вертикал. или наклонном положении. Очистные устройства служат для удаления с сетчатого полотна мусора, они бывают гидравлич. и механич. Сетчатые Р.у. рекомендуются использовать на ирригационных водозаборных сооружениях (ввиду возможности аварийной забивки их шугой и водной растительностью).

Более надежно предотвращают попадание рыб в водозаборное сооружение объемные фильтрующие элементы. Они применяются при пост. работе водозабора в течение всего года, включая шуголедовый период, на *водопроводах* промышленно-коммунального назначения. В качестве объемных фильтрующих элементов используют фильтрующие кассеты и контейнеры различных конструкций, к-рые могут вставляться в пазовые конструкции водоприемников вместо сородерживающих решеток. Кассета представляет собой металлич. каркас, заполняемый фильтрующей загрузкой в насыпном или монолитном пористом виде. Линейные размеры кассет устанавливают исходя из компоновочных и эксплуатационных условий водоприемника с учетом использования подъемных механизмов. Калиброванный диаметр фракций загрузки кассет принимают не более 25 мм. При установке



Объемные фильтры

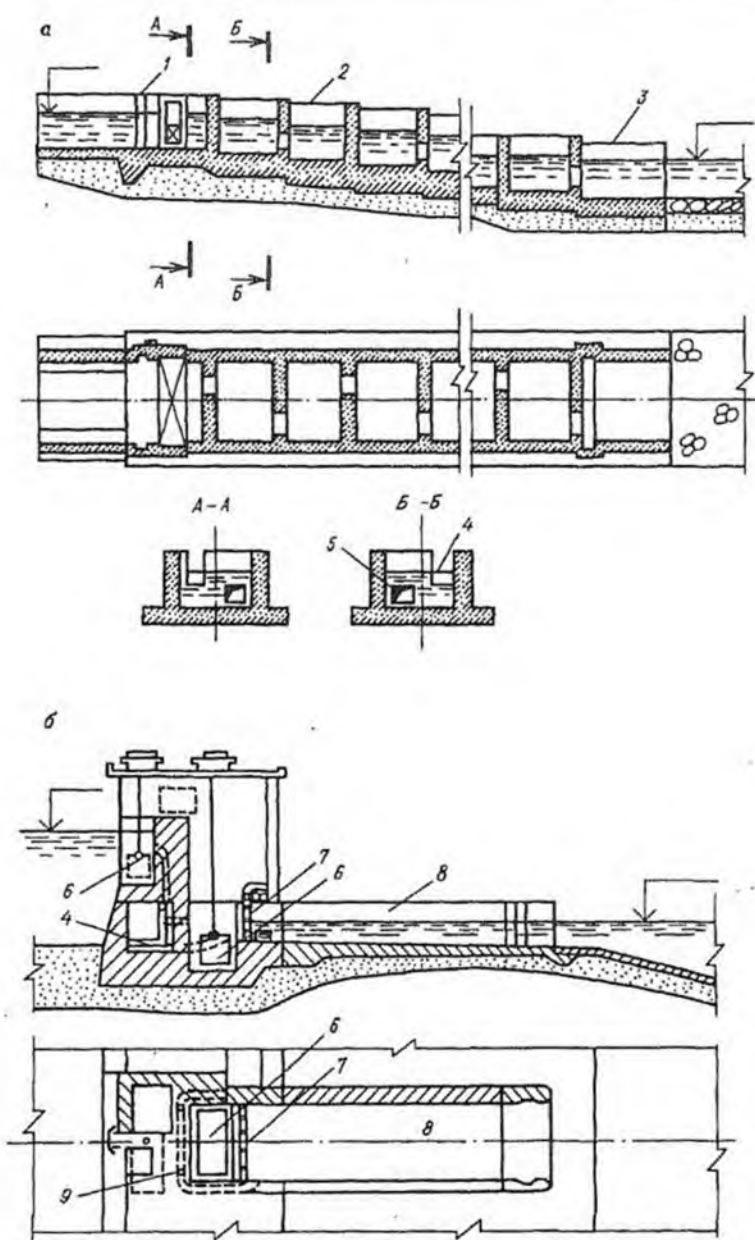
а — керамзитобет. кассета; б — насыпная кассета стержневая; в — то же, сетчатая; 1 — рама кассеты; 2 — керамзитобетон; 3 — арматура; 4 — ограждающие стержни; 5 — насыпное наполнение; б — ограждающая сетка

движения рыб. Целесообразно устраивать водозабор в районе с миним. концентрацией рыб. Разработка Р.у. в связи с индивид. гидрологич. и ихтиологич. обстановкой требует предварит. патурных

объемных фильтров необходимо обеспечивать равномерность отбора воды по всей фильтрующей площади водоприемника путем устройства раструбов различной конструкции или телескопич. вихревых камер.

В качестве дополнит. Р.у. перед водоприемниками устраивают запаны и отбойные козырьки. При отсутствии в зоне водоприемных отверстий, достаточных для рыбоотведения сносящих скоростей и устойчивой связи потоков у водоприемников (размещаемых в глубоководных врезках в берега акваторий — ковшах, каналах, врезках) с транзитными потоками, осуществление мероприятий по рыбоотведению молоди рыб обязательно. Предусматриваются два вида таких мероприятий: рыбоотведение с пропуском рыбы через водоподъемные агрегаты и рыбоотвод с интенсификацией бытовых струйных течений.

РЫБОПРОПУСКНЫЕ СООРУЖЕНИЯ — комплекс гидротехнич. сооружений, предназнач. для пропуска проходных, полупроходных и в нек-рых случаях жилых рыб через гидроузлы, создающие перепады уровней на водотоке. Для рыбохозяйств. и экономич. обоснования необходимости стр-ва рыбопропускных сооружений на гидроузле требуется проведение спец. икhtiологич. изысканий, в процессе к-рых устанавливают: видовой состав ценных промысловых рыб, размеры производителей и покатной молоди; условия размножения рыб в водохранилище и ската их в нижний бьеф; кол-во проходящих рыб каждого вида, время их хода и ската; возможное увеличение кол-ва ценных промысловых рыб и экономич. эффект от промыслового возврата при стр-ве рыбопропускных сооружений. Р.с. по способу перемещения в них рыб подразделяют на две группы: сооружения, в к-рых рыбы сами перемещаются из нижнего бьефа в верхний благодаря их активному движению на всем протяжении рыбопропускного устройства; сооружения, в к-рых перемещение рыб из нижнего бьефа в верхний осуществляется путем шлюзования или транспортирования их в специальных контейнерах либо в др. устройствах. К сооружениям первой группы относятся рыбоходы в виде различных лотков и каналов; второй — рыбопропускные шлюзы, гидравлич., механич. и напорные рыбоподъемники, плавучие установки для наполнения и транспортирования рыб. Группу и тип Р.с. выбирают в зависимости от напора на сооружение и данных о видовом составе и кол-ве рыб, подлежащих пропуску в верхний бьеф гидроузла. Плавучие установки для наполнения и транспортирования рыб через гидроузлы применяют при любых напорах в тех случаях, когда выбор местоположения



стационарного Р.с. затруднен. Число Р.с. в комплексе гидроузла должно соответствовать числу осн. участков возможной концентрации рыб вдоль водопропускного фронта гидроузла.

Р.с. первой группы включают рыбоборник (входной оголовок), рыбоход с приспособлениями для гашения скорости, блок питания и икhtiологич. площадку. Рыбоход может быть лотковый, прудковый, лестничный. Лотковый имеет прямоугольную форму поперечного сечения и оборудуется неполными перегородками, что позволяет увеличить путь движения

Рыбопропускные сооружения

а — лестничный рыбоход; б — механич. рыбоподъемник; 1 — верхний оголовок; 2 — тракт рыбохода; 3 — входной оголовок; 4, 5 — всплывные отверстия — поверхностное и глубинное; б — контейнер для подъема рыб; 7 — побудит. устройство; 8 — рыба-накопитель; 9 — блок питания

воды, а следовательно, и рыб, при меньшей длине лотка. Лотковый рыбоход с усиленной шероховатостью, создаваемой планками, зубцами, порогами или др. устройствами на дне и по стенкам лотка, характеризуется небольшой скоростью течения (2—2,5 м/с). Прудковый рыбоход

представляет собой ряд бассейнов-прудов, соединенных короткими каналами с повышенными по сравнению с прудками скоростью течения и уклоном. Лестничный рыбоход применим для рыб разных видов. Это лоток со ступенчатым дном, разделенный поперечными перегородками на ряд бассейнов (бьефов). В перегородках устраивают всплывные отверстия для прохода рыб, располагаемые в шахматном порядке. В зависимости от условий хода рыбы их делают поверхностными и донными. Р.с. второй группы включают рыбоподъемник с рыбоаккумулятором (низовой лоток), рабочую камеру или контейнер, верховой (выходной) лоток, блок питания и ихтиологич. площадку. К сооружениям этой группы отно-

сятся: рыбопропускные шлюзы, гидравлич. и механич. рыбоприемники, плавучие установки для накопления и транспортирования рыб. Рыбонакопитель служит для накопления рыб в период их привлечения в сооружение, выполняется в виде продольного канала прямоугольного сечения, оборудуется передвижным устройством для побуждения рыб к движению в рабочую камеру или контейнер. Вплоть до входа в рабочую камеру рыбы должны четко ощущать направленный ориентир в виде противотока. Рабочая камера служит для перевода накопленных рыб из нижнего бьефа в верхний и устраивается в рыбопропускных шлюзах — в виде открытой камеры, у гидравлич. рыбоподъемников — в виде вертик. или наклонной шахты, у ме-

ханич. рыбоподъемников — в виде контейнеров. Верховой лоток служит для выхода рыб из рабочей камеры в верхний бьеф гидроузла. По всей длине лотка предусматривается пост. ток воды с определенной скоростью в направлении от выходного отверстия к рабочей камере. Назначение блока питания — обеспечить подачу воды в рыбоаккумулятор для привлечения рыб. Его конструкция может быть разнообразной: напр., в виде водосбора, системы эжекторов. Ихтиологич. площадка предусматривается как пункт подсчета пропускаемых рыб, их рыбохоз. отбора и мечения. Она может быть расположена в рыбоаккумуляторе, в рабочей камере или верховом лотке.



САНИТАРНО-ЗАЩИТНАЯ ЗОНА — территория, отделяющая пром. предприятие от селитебных р-нов городов и др. нас. пунктов, в пределах к-рых размещение зданий и сооружений регламентируется сан. нормами.

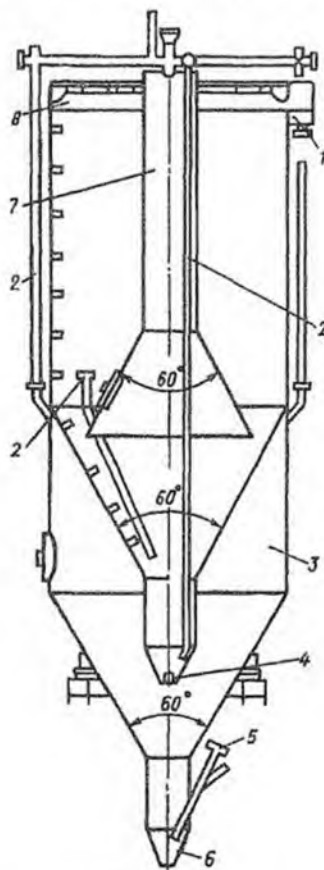
САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ КАБИНЫ — унифициров. индустр. изделия, являющиеся частью жилого здания. Строит. часть С.-т.к., т.е. стены, выполняют из асбестоцементных панелей. В состав сантехоборудования входят: чугунная эмалированная ванна купальная, умывальник, смеситель — общий для ванны и умывальника с душевой сеткой на гибком шланге, унитаз с бачком, полотенцесушитель. В шахте С.-т.к. прокладывают стояки холодного и горячего водоснабжения и канализационный стояк с ответвлениями от них к водоразборным приборам. Т.о. подающий стояк системы горячего водоснабжения, смонтиров. из стандартных С.-т.к., состоит из стандартных этажестояков, соединенных на резьбе и электросваркой. Диаметр подающего стояка одинаков по всей его высоте, кроме того, все подающие стояки одного жилого дома одинаковы.

В зависимости от планировки квартиры С.-т.к. выполняют с присоединением моек кухонных и без них. В тех случаях, когда кухня не примыкает к стене С.-т.к., для подвода горячей воды к смесителю кухонной мойки прокладывают отд. подающий стояк. В зданиях с числом этажей менее 12 стояки горячего водоснабжения выполняют из труб $D_y = 20$ мм, в 12 — 25-этажных зданиях — из труб $D_y = 25$ мм.

С.-т.к. монтируют совмещ. с расположением в них ванны и унитаза и разобщенными. В последнем случае С.-т.к. имеет две двери и внутр. перегородку, разделяющую кабину на два помещения. Сан. технич. часть кабины разрабатывают в правом и левом исполнениях соответственно строит. планировке квартиры. При правом исполнении шахта расположена в правой части С.-т.к., ванна и умывальник — слева от шахты; при левом — в

зеркальном отражении. В жилых домах, построенных по индивид. проектам с высотой этажа 3 м, применяют С.-т.к. с цифровым индексом "30". Полная марка С.-т.к. отражает все ее особенности и проставляется на поэтажных планах в проектах домов, а также наносится на кабины завод-изготовителем.

САТУРАТОР — аппарат для принудит. увеличения концентрации в растворителе растворяемого в-ва. С. часто используют для приготовления из известкового молока известкового раствора на установках водоподготовки небольшой пропускной способности. Существует С. двойного действия, представляющ. собой цилиндрич. бак, разделенный конич. дном на два отделения. Известковое молоко подается в нижнюю часть конуса верхнего отделения, а затем пропускается в нижнее отделение и заполняет его. Конус верхнего отделения также заполняется известковым молоком, после чего в нижнее отде-



Сатуратор двойного насыщения

1 — выпуск осветленного р-ра; 2 — перепускные трубы; 3 — нижнее отделение; 4 — клапан; 5 — подача воды; 6 — выпуск осадка; 7 — отвод воздуха; 8 — сборный желоб

ление подается вода, которая, проходя через известковое молоко нижнего конуса, насыщается известью и перепускается в нижнюю часть конуса верхнего отделения и, вторично проходя через слой известкового молока, донасыщается известью до пределов растворимости при соответств. темп-ре. При этом взвеш. частицы известия задерживаются в цилиндрич. части С., а осветлен. известковый раствор переливается в кольцевой сборный желоб и отводится в смеситель водоподготовит. установки. С. работает циклично, по окончании цикла отработ. известковое молоко из верхнего конуса (отделения) перепускается в нижний, откуда сбрасывается, а верхний заполняется порцией свежего. В таком С. достигается практически полное использование известия.

СБОРНЫЕ СТАНЦИИ ТИПА "РУЧЕЙ" — станции, предназначенные для глубокой очистки сточных вод малых насел. пунктов. Они рассчитаны на очистку сточных вод, имеющих БПК_{полн} до 375 мг/л и содержащих взвешенные в-ва до 325 мг/л. Очищенные на этих станциях воды имеют след. показатели, мг/л: БПК_{полн} — 3; взвешенные в-ва — 5; азот аммонийных солей — 2; азот нитратов — 9. С.ст."Р." имеют пропускную способность 100; 200; 400 и 700 м³/сут. Они отличаются высокой степенью сборности и полной комплектностью. Их изготовляют в виде блок-контейнеров стандартного размера, предназначенных для перевозки любым видом транспорта. В комплект входят оборудование насосной станции, песколовка, блок биологич. очистки, стабилизатор активного ила, блок доочистки и производственно-вспомогат. здание в виде контейнера. Все контейнеры имеют одинаковые размеры — 2,7x2,7x12 м. Оборудование насосной станции включает два погружных насоса, решетку-контейнер и подъемное устройство в виде поворотной стрелы и тали для подъема насосов и извлечения решетки-контейнера с отбросами. Песколовка — тангенциально-кругового типа. Блок биологич. очистки состоит из анаэробного реактора (отстойник с насадкой), двух аэротенков-отстойников с тонкослойными элементами и контактного резервуара. Расчетная пропускная способность каждого блока — 100 м³/сут, т.е. станция пропускной способностью 200 м³/сут включает два, 400 м³/сут — четыре и 700 м³/сут — шесть блоков. Увеличение пропускной способности последней станции на 100 м³/сут по сравнению с расчетной достигается за счет меньшего коэфф. неравномерности притока сточных вод. Аэробный стабилизатор ила поставляют отдельно в виде цилиндрич. резервуар диаметром 3 м. Блок доочистки представляет собой аэротенк-отстойник с насадкой

из волокнистых материалов для прикрепленных микроорганизмов. Размеры блока 2,7x2,7x5 м. В производственно-вспомогат. здании заводского изготовления расположены воздушная станция, узел обеззараживания и лаборатория для экспресс-анализов сточных вод.

СБРАЖИВАНИЕ ОСАДКОВ — процесс перевода органич. в-ва осадка сточных вод в незагнивающую стабилизиров. форму, при этом уменьшается масса осадка вследствие частичного преобразования его в биогаз (основную часть к-рого составляет метан), а также снижаются сан. зараженность и выделение неприятных запахов при хранении и утилизации осадков. Одним из первых процессов обработки осадков сточных вод, примененным в начале XX в. за рубежом и в нашей стране, является анаэробное сбраживание. Разложение органич. в-ва в ходе этого процесса выполняется сложным комплексом микроорганизмов, составляющих трофическую цепь первичных и вторичных анаэробов, и включает взаимосвязанные стадии: ферментативный гидролиз нерастворенных сложных органич. в-в (жиров, белков, углеводов) в более простые растворенные (стадия гидролиза); образование из продуктов стадии гидролиза летучих жирных к-т (уксусной, пропионовой, масляной и др.), аминокислот, спиртов, водорода и диоксида углерода (кислотогенная стадия); превращение продуктов кислотогенной стадии в уксусную к-ту (ацетогенная стадия); образование метана из уксусной к-ты (72%), а также восстановлением диоксида углерода (28%) (метаногенная стадия). Первичные анаэробы осуществляют стадии гидролиза и кислотообразования, вторичные — стадии ацетогенеза и метаногенеза. Для последних питат. и энергетич. субстраты образуются за счет деятельности первичных анаэробов на предшествующих стадиях. Помимо трофич. связей между группами бактерий метанового брожения имеется и чисто физич. связь. Гидролитич. бактериям необходим тесный контакт с твердым гидролизуемым субстратом, а ацетогенные и метаногенные бактерии наилучшим образом действуют в тесном пространственном симбиозе, разрыв к-рого, напр. при интенсивном перемешивании, оказывает отрицат. воздействие на эффективность процесса. Бактерии, работающие на разных стадиях, имеют свои морфол. и физиол. особенности, выражающиеся в разных скоростях роста, чувствительности к темп-ре, рН, O₂ и др. Наиболее чувствит. к условиям среды метановые бактерии — медленно растущие строгие анаэробы. Даже незначит. отклонения от заданного режима эксплуатации в первую очередь влияют на эту группу

бактерий, что может привести к нарушению процесса сбраживания.

Сбраживанию в метантенках, как правило, подвергаются смесь осадка первичных отстойников и избыточный активный ил, существенно различающиеся содержанием основных органич. (жиров, белков и углеводов) и минер. компонентов. В активном иле по сравнению с осадком содержится больше белков и меньше жиров и углеводов. Все кол-во газа, выделяющегося в процессе сбраживания, образуется в результате распада жиров, углеводов и белков, составляющих 65—80% органич. в-ва осадков. Остальные 35—20% (лигнинно-гумусовый комплекс) в газообразовании не участвуют. Уд. выход газа при сбраживании жиров в 1,5 раза выше, чем при сбраживании углеводов и белков и соответственно составляет 1,25; 0,79 и 0,7 м³/кг. При С.о., содержащих больше жиров (осадок первичных отстойников), образуется большее кол-во биогаза, чем при С.о., содержащих больше белков (активный ил) или углеводов (навоз, растительные отходы). Каждый осадок имеет биоразлагаемую часть или практич. предел сбраживания, характеризующийся макс. выходом биогаза, к-рый зависит от хим. состава осадка и достигаемой степени распада органич. в-в. Предел сбраживания соответствует для органич. в-ва осадков 50—60%, избыточного активного ила — 42—45%. Стабилизиров. являются осадки, степень сбраживания к-рых в метантенке составляет ~90% предела сбраживания. Отношение содержания углерода к азоту (С:N) в таких осадках должно составлять 10—12 по сравнению с 16—19 в несброженных осадках. Для хорошо сброженных осадков характерна бикарбонатная щелочность 2500 мг/л по СаСО₃ (50 мг-экв/л), содержание летучих жирных к-т 200 мг/л по СН₃СООН (~3,3 мг-экв/л). Осн. технол. параметрами, определяющими эффективность процесса С.о. (степень распада органич. в-ва и выход биогаза), являются темп-ра, продолжительность пребывания осадка в метантенке, нагрузка по органич. в-ву, концентрация загружаемого осадка, режим загрузки и перемешивания. С.о. обычно осуществляют в мезофильной (33—35°С), термофильной (53—55°С) или психрофильной (15—17°С) зонах. В процессе сбраживания микроорганизмы адаптируются к темп-рному режиму. Кратковременное нарушение темп-ры, особенно в сторону уменьшения его, особенно на сторону уменьшения стадии метаногенеза из-за высокой чувствит. метаногенных бактерий, накопление продуктов гидролиза, нарушению трофических связей в микробном сообществе и процесса сбраживания в целом. С уменьшением продолжительности С.о.,

т.е. с повышением дозы загрузки, выход газа с единицы массы органич. в-ва снижается при всех темп-рных режимах, однако при термофильном режиме за счет более высокой скорости процесса это снижение происходит медленнее, чем при мезофильном. Обычно метантенки эксплуатируют с дозами загрузки 5—8% в мезофильном режиме (время пребывания 20—12 сут) и 15—18% в термофильном (7—6 сут).

Биогаз, образующийся при сбраживании осадков городских сточных вод, в осн. состоит из метана — 65—70% и диоксида углерода — 25—30%. Биогаз используют в качестве топлива в технол. котельных очистных сооружений, в двигателях генераторов электр. и тепловой энергии, для наполнения газовых баллонов автомобильного транспорта, тракторов и др.

СВОБОДНАЯ ПРИТОЧНАЯ СТРУЯ — приточная струя, на формирование к-рой в вентилируемом помещении ограждения не оказывают заметного влияния. Модель С.п.с. — осн. расчетная для всех др. струй, чьи особенности учитывают, вводя поправочные ко-



Схема свободной приточной струи
1 — пазок для подачи воздуха; 2 — граница струи; 3 — эпюра поля скорости в сечении х

эфф. С.п.с. может быть компактной, прямоугольной или плоской, сосредоточенной, веерной или закрученной. Представленная схема изотермической С.п.с. соответствует всем перечисл. разновидностям С.п.с., кроме закруч. Распределение скорости в произвольном сечении струи на осн. участке можно определить по формуле Г.Рейхарда $v = v_x e^{-1/2(r/Cx)^2}$, где v_x — скорость воздуха на оси С.п.с. (осевая скорость); r — расстояние от оси до рассматриваемой точки; C — эксперимент. пост., равная (по И.А.Шепелеву) 0,082; x — расчетное расстояние.

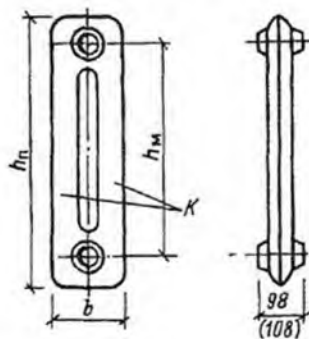
Расход воздуха в произвольном сечении осн. участка С.п.с. определяют по ф-ле $L_x = L_0 \beta_x$, где β_x — относит. расход воздуха ($\beta_x = L_x/L_0$), в зависимости от вида струи рассчитываемый по ф-лам: $\beta_x = 2x/mv\sqrt{f_0}$ — компактная сосредоточ.; $\beta_x = \sqrt{2x}/mv\sqrt{f_0}$ — веерная; $\beta_x = \sqrt{2x}/mv\sqrt{f_0}$ — плоская. См. Приточная струя.

СГУЩЕНИЕ ОСАДКОВ — увеличение концентрации сухого в-ва осадков сточных вод и существенное сокращение их объема. При этом появляется возможность уменьшить кол-во и объемы оборудования и сооружений, а также расход реагентов на обезвоживание. На отечественных и зарубежных станциях аэрации для С.о. из вторичных отстойников — избыточного *активного ила* — применяют тарельчатые сопловые сепараторы и сгущающие центрифуги; в этом случае по сравнению с гравитац. и флотац. уплотнением сокращаются потребные площади и объемы сооружений, а также объемы сгущенного активного ила. В тарельчатых сепараторах происходит разделение активного ила в тонких слоях межтарельчатых пространств, развиваются значит. центробежные силы, что позволяет повышать концентрацию до 3—4% с эффективностью задержания сухого в-ва до 94—95%. Однако эти сепараторы сложны по конструкции и неудобны в эксплуатации, т.к. происходит засорение сопел и межтарельчатых пространств. Более высокая степень сгущения активного ила (до концентрации 5—6%) достигается на сепараторах с гидромеханич. выгрузкой осадка. Сгущение активного ила на осадительных шнековых центрифугах позволяет достигать концентрации 4—7% при эффективности задержания сухого в-ва 80—98%. Известны осадительные центрифуги со сгущающим шнеком с диаметром ротора 501 и 1001 мм пропускной способностью от 10—20 и 70—100 м³/ч, что позволяет применять их на станциях аэрации с различным расходом сточных вод. В результате сгущения достигаются след. результаты: влажность активного ила снижается с 99—99,6 до 93—96% при эффективности задержания сухого в-ва 85—98%; влажность смеси избыточного активного ила с осадком из первичных отстойников снижается с 96,7—98 до 92—96% при эффективности задержания сухого в-ва 75—95%. Однако как сепараторы, так и центрифуги являются металлоемкими аппаратами, требующими большого расхода электроэнергии и предварит. выделения из осадков абразивных и крупных включений на спец. устройствах.

Увеличение концентрации осадков при сокращении затрат энергии и одновременном уменьшении сложности и металлоемкости оборудования возможно при применении новых аппаратов с *фильтрами* из капиллярно-пористых материалов. Фильтр состоит из корпуса, фильтрующего пористого материала, пневмоцилиндров, поддона для сбора и удаления фильтрата, механизма съема и удаления сгущенного осадка. Цикл работы включает сжатие пористого материала с одновременным удалением фильтрата и

съемом сгущенного осадка, расжатие пористого материала с одновременной подачей на его поверхность активного ила или осадка. Сгущение осуществляется за счет капиллярного всасывания фильтрата. В фильтре шнекового типа эластичный пористый фильтрующий материал располагается между шнеком и внутр. перфориров. перегородкой корпуса. При вращении шнека происходит сжатие и расжатие перегородки из пористого материала, что обеспечивает всасывание жидкой фазы из осадка капиллярами пористого материала и отжим из него фильтрата через внутр. перфориров. перегородку. Ленточный капиллярный фильтр с использованием нетканых материалов состоит из бесконечной капроновой фильтров. ленты, натянутой на рамку и движущейся в соприкосновении с влагопоглощающими лентами из нетканого материала. Сгущенный осадок снимается при переходе фильтров. ленты из верхнего положения в нижнее, в это время нижняя лента из нетканого материала отжимается и из нее удаляется влага, а верхняя фильтров. лента после съема сгущенного осадка регенерируется путем промывки водой. На аппаратах с капиллярно-пористыми материалами активный ил и смесь его с осадком из первичных отстойников могут сгущаться до концентрации 8—10% и более.

СЕКЦИЯ РАДИАТОРА — единичный нагреват. элемент чугуного радиатора секционного, состоящий из колонок круглой или эллипсообразной формы и головок с двухсторонними



Двухколончатая секция радиатора
K — колонки; $h_{п}$ — полная высота; $h_{м}$ — монтажная высота; b — строительная глубина

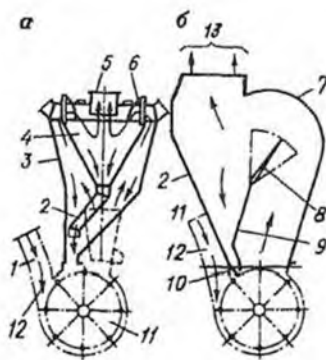
отверстиями D_y 32 мм, имеющими внутр. резьбу для ввертывания соединяющих секции nipples или пробок в торцевые С.р. Отливается из серого чугуна, толщина стенок около 4 мм. Наиболее распространены двухколончатые секции радиатора средней высоты (монтажная высота

500 мм); известны также С.р. одно- и многоколончатые, высокие (1000 мм) и низкие (300 мм). С.р. изготавливаются глубиной 90 и 140 мм, отсюда обозначение радиатора МС-90 или МС-140. По фронту С.р. отливаются длиной 98 и 108 мм, что обозначается в марке секции (МС-140-98 и МС-140-108).

СЕПАРАТОР (от лат. separator — отделитель) — см. *Каплеуловитель*.

СЕПАРАЦИЯ ПАРА (от лат. separatio — отделение) — отделение воды от насыщ. пара, вырабатываемого в парогенераторах. Предотвращает осаждение минер. примесей, содержащихся в воде, на внутр. поверхностях труб *пароперегревателей* и на лопатках паровых турбин (примеси ухудшают условия охлаждения труб и снижают КПД паровых турбин). В процессе сепарации поступающий в барабан парогенератора пар направляется на отбойные щетки, в *циклоны* и др. приспособления. Различают объемную и механич. С.п. В результате первой происходит гашение динамич. напора струй *пароводяной смеси*, отделение больших кол-в воды, выравнивание пароводяных нагрузок; второй — улавливание остатков влаги из пара, выходящего из барабана парогенератора. При высоких давлениях для очистки пара от растворов, в нем в-в применяют также промывку пара *конденсатом* или *питательной водой*. При высоком содержании солей в питат. воде используют метод ступенчатого испарения.

СЕПАРАТОР ПЫЛИ (от лат. separator — отделитель) — аппарат для отделения из пылевоздушной смеси с разл. фракц. составом *топлива* мелких фракций от крупных. С.п. подразделяют на центробежные и инерц. Центробежный С.п. состоит из двух вставл. один в др. конусов, каждый с рукавом для возврата крупной пыли. Пылевоздушная смесь подводится снизу в наружный конус, где вследствие резкого изменения скорости выпадают наиболее крупные фракции, к-рые возвращаются через горловину в *мельницу*. В верхней части С.п. пылевоздушная смесь закручивается на завихряющих лопатках, и во внутр. конусе отделяются крупные фракции пыли, также возвращающиеся в мельницу. Пыль фракц. состава, необходимого для эффективного сжигания, выходит из верхнего патрубка и направляется на сжигание в котел или бункер готовой пыли. Центробежные С.п. применяют в сочетании с молотковыми и шаровыми барабанными мельницами. В инерц. С.п. разделение фракций пыли достигается изменением направления потока пылевоздушной смеси, определяемого конфигурацией

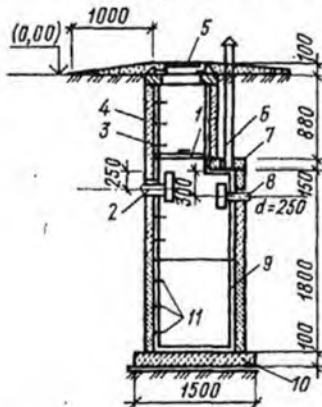


Сепаратор пыли

а — центробежный; б — инерционный; 1 — короб подачи пылевоздушной смеси; 2 — возврат крупных частиц топлива в мельницу; 3 и 4 — наружный и внутренний конусы; 5 — пылевыводящий патрубок; 6 — завихривающие лопатки; 7 — корпус; 8 — шибер; 9, 10 — разделительная и внутренняя перегородки; 11 — первичный воздух; 12 — дробленое топливо; 13 — пылевоздушная смесь в топку

корпуса, расположением внутр. перегородки, скоростью потока. Отделившиеся от потока крупные частицы возвращаются в мельницу. Годная для сжигания пыль уносится воздухом в горелки или бункер, откуда *питателями* пыли сыпается в отводящий к горелкам трубопровод.

СЕПТИК — сооружение для отстаивания бытовых сточных вод в местных системах канализации (обычно перед сооружениями биологич. очистки методом фильтрации через зернистую загрузку) в виде емкости, с противоположных сторон к-рой предусмотрены поступление исходных и отведение очищенных сточных вод. В целях исключения прямого потока сточной воды от входа к выходу из С., а также



Септик (из железобет. колец)

1 — крышка утепляющая; 2 — подвод воды; 3 — горловина; 4 — железобет. кольца; 5 — крышка основная; 6 — вентиляц. стояк; 7 — плита перекрытия; 8 — отвод воды; 9 — цементная штукатурка; 10 — плита основания; 11 — ходовые скобы

предотвращения попадания плавающих в-в в подводный и отводящий трубопроводы на них устанавливают тройники. Взвешенные в-ва в зависимости от плотности либо выпадают на дно С., образуя осадок, либо всплывают, создавая на поверхности жидкости рыхлую массу, к-рая со временем высыхает, превращаясь в корку. Органич. часть осадка, выпавшего в С., постепенно разлагается анаэробными микроорганизмами. Выделяющиеся при этом газы проходят через слой воды в надводное пространство С. и удаляются через вентиляц. стояк. В зависимости от расхода сточных вод С. перегородками с перепускными патрубками может быть разделен на 2—3 секции по ходу движения воды (многокамерный С.) или С. может быть без перегородок (однокамерный С.). С. должен очищаться 1—2 раза в год с удалением как осадка, так и рыхлой массы (корки). Очистку осуществляет, как правило, ассенизац. автоцистерна, оборудов. илососом. Осадок вывозят на сливные станции при очистных сооружениях канализации или сливают на *иловые площадки*.

Расчетный гидравлич. объем С. при расходе сточных вод до $5 \text{ м}^3/\text{сут}$ принимают равным 3-кратному суточному притоку, более $5 \text{ м}^3/\text{сут}$ — 2,5-кратному. При расходе сточных вод до $1 \text{ м}^3/\text{сут}$ С. предусматривают однокамерными, до $10 \text{ м}^3/\text{сут}$ — двухкамерными и более $10 \text{ м}^3/\text{сут}$ — трехкамерными. Объем первой камеры в двухкамерных С. должен составлять три четверти общего объема, в трехкамерных — половину его, при этом объем остальных двух камер трехкамерного С. принимают равным одной четверти общего объема. Перепускные патрубки в перегородках между камерами размещают на глубине, примерно равной половине общей глубины воды в С.; на высоте на 0,15 м выше уровня воды предусматривают вентиляц. патрубки. На перепускных патрубках устанавливают тройники, аналогичные тем, к-рые применяют на подающем и отводящем воду трубопроводах. Лотки патрубков по ходу сточной воды должны размещаться с последоват. понижением на 0,05—0,1 м. Эффективность отстаивания сточных вод в септиках по взвешенным в-вам составляет 30—50%, снижение БПК_{полн} — 20—25%.

С. выполняют из кирпича глиняного сплошного на цементном растворе, бетона, бутового камня или железобет. колец (в последнем случае объем камер многокамерных С. принимают одинаковым. Внутреннюю поверхность С. из кирпича или бутового камня штукатурят цементным раствором и железнят (затирка влажной поверхности цементом). За рубецом выпускают С., отлитые из чугуна, что упрощает их стро-во и увеличивает срок службы. Для теплоизоляции сверху С. засыпа-

ют слоем грунта или шлака высотой 0,2—0,5 м (в зависимости от климатич. условий). Для возможности чистки С. в перекрытии над каждой камерой устраивают люки размером 0,5x0,65 м (или диаметром 0,7 м) с двумя крышками: верхней — основной и нижней — утепляющей. Над вертика. осью тройников для впуска и выпуска воды из С. и камер, а также для прочистки тройников в перекрытии устанавливают отрезки труб (напр., асбестоцементных), выходящих на поверхность и закрытых заглушками. Одна из труб должна быть выведена для вентиляции С. на 0,7 м выше поверхности земли (выше уровня снежного покрова) и снабжена флюгаркой. С. должен размещаться на расстоянии не менее 5 м от здания.

СЖИГАНИЕ ОСАДКОВ — один из заключительных этапов обработки осадков сточных вод, обеспечивающий полное уничтожение органич. части, значит. сокращение объема и *обеззараживание осадков сточных вод*. При этом используется теплотворная способность горючих компонентов осадков. С.о. применяют в тех случаях, когда не представляется возможным или экономически целесообразным использование осадков в качестве вторичных продуктов при утилизации или при невозможности обеспечения их безопасного складирования. Осадки городских сточных вод рекомендуется сжигать после их механич. обезвоживания либо термич. сушки. Иногда сжигают также *шламы* производств. сточных вод некоторых предприятий хим., нефтеперерабатывающей, угольной и др. отраслей промышленности. С.о. является методом обезвреживания осадков с одновременным использованием их в качестве топлива и утилизацией выделившейся теплоты, а в ряде случаев и образовавшейся *золы*. Теплота используется для подогрева воздуха, необходимого для сжигания, а зола — как присадочный материал для интенсификации процесса обезвоживания осадков на вакуум-фильтрах или фильтр-прессах. Горению обезвож. осадков всегда предшествует эндотермич. процесс их тепловой подготовки, включающий прогрев материала, испарение влаги и выделение летучих в-в. Затраты теплоты на этот процесс достаточно велики и иногда могут превышать кол-во теплоты, выделяющейся при сгорании осадков, т.е. для сжигания может потребоваться дополнит. *топливо*.

В качестве топочных устройств для С.о. за рубежом в осн. применяют многоподовые печи и печи с кипящим слоем инертного носителя; в нашей стране для этой цели используют печи с кипящим слоем, барабанные и циклонные. Многоподовая печь представляет собой

камеру с цилиндрич. стальной оболочкой диаметром 3—7 м и высотой 5—15 м, футерованную огнеупорными материалами и имеющую от 5 до 12 горизонт. огнеупорных подов. Последние имеют чередующиеся отверстия для загрузки и выгрузки движущегося сверху обезвож. осадка. Дымовые газы движутся навстречу потоку осадка. По оси печи расположен полый вал, вращающийся с частотой 0,5—3,5 мин⁻¹. К валу над каждым подом прикреплены по две радиальные мешалки, с помощью к-рых осадок передвигается к периферическим отверстиям, а через них попадает на лежащие ниже поды. Вал и отводы охлаждаются воздухом, подаваемым воздуходувкой. Воздух, нагретый топочными газами, поступает в зону горения печи. На верхних подах испаряется основная часть влаги, на средних при темп-ре 800—900°С осадки сгорают, а в нижней части печи происходит охлаждение образующейся золы. Многоподовые печи имеют ряд недостатков. В частности, для изготовления полого вала и скребковых мешалок, подвергающихся воздействию высоких темп-р и коррозионной среды, требуются дорогостоящие жаростойкие чугуны. Барабанные печи конструктивно отличаются от барабанных сушилок тем, что выгрузочная камера у них выполнена в виде вертик. топки, где происходит дожигание осадка. Выпускное отверстие для золы находится в нижней части топки, а для отходящих газов — в верхней. Отходящие газы содержат пыль до 20% кол-ва сухого в-ва осадка; эта пыль задерживается в *циклонах* и *мокрых скрубберах*. Барабанная печь представляет собой наклонный стальной цилиндр, футерованный огнеупорными материалами. Барабан вращается с частотой 0,8—2 мин⁻¹. Обычно поверхность футеровки барабана гладкая, сжигаемый материал скользит по ней, не переворачиваясь, поэтому для достижения эффективного выгорания органич. в-в барабан должен иметь значит. длину, достигающую в ряде случаев 15—25 м. Склонность обезвоженных осадков к комкованию (образованию клейких шариков) вызывает изрядный недожог органич. в-в, поэтому на выходе из вращающейся печи устанавливают камеру дожигания, одновременно являющуюся камерой осаждения золы. Футеровка печи при вращении находится в условиях частой смены темп-ры, что вызывает образование трещин и быстро выводит ее из строя.

В 60-х гг. для сжигания осадков начали применять печи с псевдооживленным слоем инертного носителя. Процесс сжигания осадков в условиях псевдооживленного слоя значит. эффективнее, чем в стационарном слое. Образование псевдооживленного слоя

достигается применением дутья, интенсивность к-рого превышает предел устойчивости плотного слоя. Все частицы в псевдооживленном слое интенсивно перемешиваются, двигаясь колебательно вверх и вниз. В качестве инертного материала применяют песок с размером фракций 1—5 мм или фторопласт. Высота кипящего слоя составляет 0,5—1,5 м. Обрабатываемый материал, попадая в инертный слой, смешивается с ним, налипают на его частицы и удерживаются до высыхания и частичного сгорания. Окончательное дожигание осадка и выделившихся газов производится в верхней части печи. Образовывающаяся зола состоит из пылевидных частиц размером 1—150 мкм и легко выносятся из печи потоком отходящих газов. Их теплота используется для подогрева воздуха, подаваемого в печь, до темп-ры около 500°С, для чего после печи устанавливают теплообменник. Отходящие газы оканчат. очищают от пыли в циклоне и мокрым скруббере. Зола удаляется (обычно гидравлич. способом) в золоотвал при очистной станции. Недостатками метода сжигания осадков в кипящем слое являются: неравномерность распределения и времени пребывания в псевдооживленном слое обрабатываемых твердых частиц, невозможность установки мощных пылеулавливающих устройств на выходе газов из псевдооживленного слоя, особенно при сложном гранулометрич. составе твердых частиц, и др. Произ-сть печей с кипящим слоем ограничена из-за трудности равномерной подачи и распределения осадка по слою. Применение циклонных печей позволяет избежать нек-рых недостатков многоподовых печей и печей с кипящим слоем. В них увеличивается продолжительность витания частиц при одновременном их размельчении и интенсификации тепло- и массообмена, осуществляемого в условиях закрученного потока. Воспламенение и стабилизация факела обеспечиваются возвратом частиц горячих продуктов сгорания из ядра к корню факела. При этом по сравнению с др. способами сжигания осадков достигается интенсификация процесса сжигания осадков при регенерации теплоты отходящих из печи газов для предварит. термич. сушки механически обезвоженных осадков.

СЖИЖЕННЫЕ УГЛЕВОДОРОДНЫЕ ГАЗЫ

— индивид. углеводороды или их смеси, к-рые при темп-ре окружающего воздуха и атм. давлении находятся в газообразном состоянии, а при относительно небольшом повышении давления переходят в жидкую фазу. С.у.г. используют для газоснабжения городов и пром-ти. Осн. источниками их получения являются попутные нефтяные газы и газы

конденсатных месторождений (см. *Газообразное топливо*). Компоненты С.у.г. (пропан и бутан) относятся к насыщ. углеводородам открытого строения — алканам. Их общая хим. формула C_nH_{2n+2} . Пропан, норм. бутан и изобутан при норм. условиях находятся в газообразном состоянии, но при незначит. повышении давления до 0,47 (пропан), 0,115 (бутан) и 0,16 МПа (изобутан) и темп-ре 0°С они конденсируются в жидкость. Это их свойство используют в системах газоснабжения, т.к. транспортировать и хранить С.у.г. можно в виде жидкостей, а сжигать — в виде газа. Состав С.у.г., используемых для коммунально-бытового газоснабжения, должен соответствовать нормам. Установлены след. марки С.у.г.: СПБТЗ — смесь пропана и бутана технич. зимняя; СПБТЛ — смесь пропана и бутана технич. летняя; БТ — бутан технич. Наиболее благоприятными свойствами для газоснабжения обладает технич. пропан, т.к. в пределах темп-р -35 — +45°С он имеет достаточно высокую упругость паров и поэтому пригоден для использования в установках с отбором паровой фазы при естеств. испарении. Это позволяет устанавливать баллоны и резервуары со сжиж. пропаном снаружи помещения и в грунте.

С.у.г. обладает большим коэфф. объемного расширения, к-рый у пропана в 16 раз превышает аналогичный коэфф. у воды. Поэтому наполняя жидкостью весь объем резервуара нельзя, в противном случае при повышении темп-ры и увеличении давления его стенки могут разорваться. Во избежание этого над поверхностью жидкости в резервуаре предусматривают паровую подушку, для чего его заполняют на 80—90%. Степень заполнения лимитируется в зависимости от плотности С.у.г. и р-на его применения. Системы С.у.г. экономически выгодны при мелких расщедоточ. потребителях, расположенных вдали от магистр. газопроводов природного газа. С.у.г. используют для приготовления пищи и горячей воды в городах и сельских нас. пунктах, а также в с.-х. произ-ве.

СИСТЕМА АСПИРАЦИИ — комплекс *аспирационных установок* в здании, локализирующих образование пыли, предотвращающих ее выделение из оборудования в помещения, транспортирующих пыль по *воздухопроводам* к *пылеуловителям* очистных устройств, очищающих воздух перед выбросом его в окружающую среду.

СИСТЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ — комплекс взаимосвязанных сооружений, обеспечивающий подачу воды потребителям, включающий водозаборные сооружения, *насосные станции*, соо-

ружения по улучшению качества воды, регулирующие и запасные емкости, водоводы, водопроводящую сеть труб и охладители воды. В зависимости от назначения и местных условий нек-рые из перечисл. сооружений в С.в. могут отсутствовать. С.в. классифицируют по различным признакам: по виду источника водоснабжения — питающиеся поверхностными (реки, озера, водохранилища, моря) или подземными (артезианские, грунтовые или родниковые воды) водами; по территории охвата потребителей — местные, предусматривающие обеспечение водой отд. объектов, и с. х. групповые или районные, обслуживающие разнородные пром. предприятия, города, поселки; по назначению или видам потребителей — хозяйственно-питьевые, производств., противопожарные, ж.-д., поливные; по способу подачи воды — самотечные и нагнетательные, в к-рых вода подается насосами; по кратности использования подаваемой воды — прямоточные, в к-рых технич. отработавшая вода после обработки, очистки и иногда охлаждения сбрасывается в водоем; повторного использования, в к-рых технич. отработавшая вода последоват. используется в ряде технологич. процессов и после обработки направляется в водоем или оборотный цикл; оборотного водоснабжения, в к-рых технич. отработавшая вода после обработки, охлаждения и (или) очистки повторно используется, как правило, в том же технологич. процессе. Система оборотного водоснабжения может быть охлаждающей или технологич. В первой вода используется для охлаждения газообр. и жидких технологич. продуктов или технологич. оборудования, при этом она нагревается, поступает в *градирни*, пруды или *брызгальные бассейны*, где охлаждается и возвращается в систему. Обычно часть воды сбрасывается в водоем путем продувки С.в. В технологич. системе вода используется в качестве экстрагента, транспортирующей среды и др.; при этом она вступает в контакт с технологич. сырьем или продуктом и загрязняется им, после очистки возвращается в С.в. Часть воды из технологич. системы после доп. очистки также может сбрасываться в водоем путем продувки С.в. Охлаждающая и технологич. системы оборотного водоснабжения, работающие без продувки, наз. замкнутыми.

При значительной разнице отметок территории С.в. разделяют на зоны, устройство к-рых позволяет снизить излишне высокие напоры воды у потребителей, расположенных в пониженных местах территории, и уменьшить расход электроэнергии, затрачиваемой на подъем воды. Зонирование может быть осуществлено по паралл. или последоват. схемам. В первом случае предусматривают единую насосную станцию с насосами, обеспечива-

ющими разные напоры для обслуживания отд. зон; во втором — насосные станции для каждой зоны. При паралл. зонировании протяженность водоводов и масса труб больше, чем при последоват.

Основное преимущество системы прямоточного водоснабжения по сравнению с системой оборотного водоснабжения — ее простота. В ней отсутствуют охладители воды, насосные станции оборотной воды, доп. сети труб и др. сооружения. Если нет необходимости в очистке производств. отработавшей воды, то вся С.в. будет состоять из насосной станции и системы подающих и отводящих трубопроводов. Преимущество системы оборотного водоснабжения состоит в том, что из источника водоснабжения подается значит. меньшее кол-во воды, чем при прямоточной системе; это кол-во воды должно лишь компенсировать ее потери от испарения и уноса капель ветром из охладителей и расход воды на продувку С.в., к-рый зависит от качества добавляемой воды и способа ее обработки. Как правило, кол-во добавляемой воды в С.в. не превышает 5% расхода оборотной воды. При оборотном водоснабжении диаметр водоводов, а следоват. и их стоимость, значит. уменьшаются, снижаются размеры и стоимость водозаборных сооружений и насосных станций I подъема, расход энергии, необходимой для подачи воды на территорию предприятия, появляется возможность использовать для производств. водоснабжения источники с небольшим дебитом воды, заметно уменьшается стоимость очистных сооружений для добавочной воды. При оборотной системе водоснабжения в водоем сбрасывается гораздо меньше отработавшей воды, чем при прямоточной. В связи с этим облегчается задача охраны водоемов от загрязнения сточными водами, уменьшаются размеры и стоимость очистных сооружений и трубопроводов, отводящих отработавшую и очищенную воду.

СИСТЕМА ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ — совокупность устройств, обеспечивающих нагрев холодной воды и распределение ее по водоразборным приборам. Воду нагревают в *теплообменных аппаратах* до темп-ры 60—75°С и с помощью насосов подают по *трубопроводам* в жилые, обществ. и производств. здания на бытовые и технологич. нужды. Вода в системах бытового и производственно-бытового горячего водоснабжения должна быть питьевого качества. В точках водоразбора горячая вода должна иметь темп-ру не ниже 51°С. При пользовании ею потребитель может снижать ее темп-ру до требуемой, подмешивая к ней холодную воду в смесителях, установленных в местах водоразбора. Нормы расхода горячей воды для бытовых нужд зависят от назна-

чения объекта. Для жилых и обществ. зданий нормы расхода приведены в соответствующих строит. нормах и правилах, расход горячей воды на производств. нужды определяется требованиями технологич. процесса.

С.г.в. включает в себя след. элементы: теплогенератор, водоподогреватель или смесит. уст-повку; подающий трубопровод, состоящий из магистрали и подающих водоразборных стояков; циркуляц. магистраль и стояки; циркуляц. насос; водоразборную арматуру; приборы автоматич. регулирования параметров и контроля расхода горячей воды. По принципу приготовления горячей воды С.г.в. делят на закрытые и открытые. В закрытых поступающая из водопровода холодная вода нагревается в рекуперативных водоподогревателях в *индивидуальных* или *централизованных тепловых пунктах*. Избыточное давление в холодном водопроводе обеспечивает подачу горячей воды в подразборные приборы верхнего этажа здания с необходимым свободным напором на излив. В закрытых С.г.в. во внутримомовые трубопроводы поступает горячая вода, содержащая растворенный кислород и соли жесткости. Наличие кислорода приводит к коррозии внутр. поверхности труб, однако установка деаэраторов в *тепловых пунктах* не получила широкого распространения из-за сложности их эксплуатации. Достоинство закрытых С.г.в. — высокое качество горячей воды, недостаток — значит. стоимость водоподогреват. устан.ки. Область их применения — города и нас. пункты, в к-рых водопроводная вода имеет среднюю жесткость 3—5 мг·экв/л. При меньшей жесткости необходимо проводить деаэрацию воды во избежание коррозии трубопроводов, при большей — химводоочистку во избежание отложения накипи в водоподогревателях и трубах. И то и др. трудно осуществить при большом числе тепловых пунктов небольшой тепловой мощности.

В открытых С.г.в. на нужды горячего водоснабжения используют *теплоноситель*, циркулирующий в *системе теплоснабжения*. Т.к. темп-ры воды в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети постоянны и зависят от темп-ры наружного воздуха, для получения горячей воды с нужной темп-рой применяют автоматич. смесители, регулирующие отбор воды из подающего и обратного трубопроводов. Смесит. установка может предусматриваться в каждом здании (индивидуальная) или для группы зданий (групповая) в центральном тепловом пункте. Подача горячей воды в верхние водоразборные приборы с необходимым напором на излив происходит за счет избыточного давления в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети в точке присоединения к зданию. Напор в обрат-

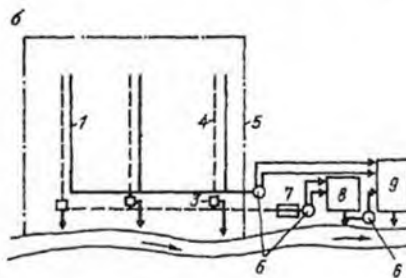
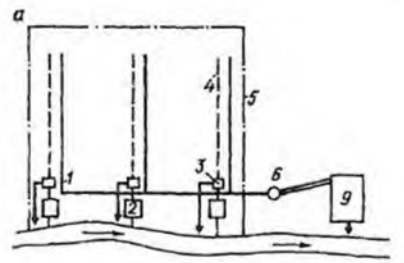
ном трубопроводе должен быть больше высоты присоединяемого здания на величину свободного напора на излив. Отбор воды из трубопроводов на горячее водоснабжение компенсируется соответствующей подпиткой из источников теплоты. В открытых системах на нужды горячего водоснабжения поступает хим. очищ. вода, прошедшая деаэрацию, поэтому коррозия внутр. поверхности труб миним., но сан. качество ее ниже, чем в закрытых системах, т.к., проходя через системы отопления, вода приобретает посторонний запах и цвет. Из-за отсутствия водоподогревателей стоимость открытых С.г.в. меньше стоимости закрытых.

В зависимости от тепловой мощности и места расположения установки для приготовления горячей воды различаются *централизованные и децентрализованные системы горячего водоснабжения*. Стоимость первых больше из-за значит. протяженности трубопроводов, транспортирующих горячую воду к водоразборным приборам, но при этом выше и уровень комфортности жилища, т.к. при децентрализованном горячем водоснабжении эксплуатация установок осуществляется жильцами.

СИСТЕМА КАНАЛИЗАЦИИ населенных пунктов и промышленных предприятий — комплекс взаимосвязанных сооружений, обеспечивающих отведение и очистку сточных вод от потребителей воды, включающий *канализационную сеть* труб, насосные станции по перекачке, сооружения по очистке сточных вод и выпуски очищенных стоков в реки и водоемы. Сточные воды подразделяют на бытовые, производств. и атмосферные (см. *Очистка сточных вод*). При проектировании С.к. решают задачу о возможности и целесообразности совместной или раздельной канализационной сети труб и сооружений для очистки сточных вод различных видов. В соответствии с их составом С.к. может быть общесплавной и раздельной. Последняя подразделяется на полную, неполную и полураздельную. Возможно существование комбинированных систем. **Общесплавная С.к.** имеет одну водоотводящую сеть и единые сооружения по очистке сточных вод всех видов. Если в производств. сточных водах содержатся токсич. и хим. в-ва, к-рые могут привести к разрушению инженерных сооружений или нарушению работ очистных сооружений, то их подвергают предварит. очистке на локальных очистных сооружениях. В период интенсивных ливневых расхождений сточных вод сильно возрастает. В то же время происходит разбавление сточных вод сравнительно слабозагрязненными атмосферными водами. В эти

периоды возможен частичный сброс смеси сточных вод без очистки в водоем без значит. ущерба для него. Для сброса сточных вод в период интенсивных ливней служат ливневоспуски, располагаемые в конце коллекторов бассейнов или на главном коллекторе, к-рый обычно трассируется вдоль водоема.

Полная раздельная С.к. имеет неск. канализационных сетей, каждая из к-рых предназначена для отвода сточных вод определенного вида. По действующим нормам наиболее загрязненная часть поверхностного стока, образующегося в период интенсивных дождей, таяния снега



Схемы полной раздельной системы

а, б — с локальными и централизов. очистными сооружениями; 1 — производственно-бытовая сеть; 2 — локальные очистные сооружения; 3 — разделит. камера; 4 — ливневая сеть; 5 — границы объекта; 6 — насосная станция; 7 — регулирующий резервуар; 8 — централизов. очистные сооружения поверхностного стока; 9 — очистные сооружения бытовых и производств. сточных вод

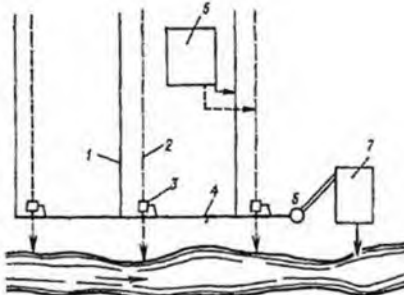
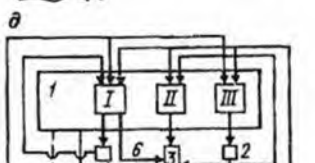
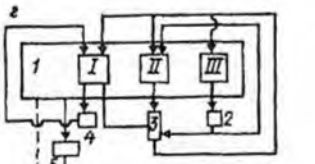
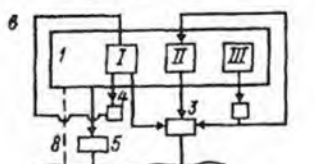
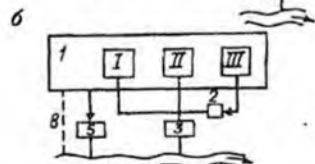
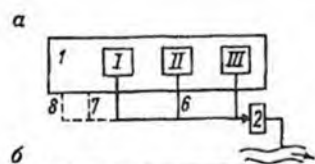


Схема полураздельной системы

1 — производственно-бытовая сеть; 2 — ливневая сеть; 3 — разделит. камера; 4 — общесплавный коллектор; 5 — промышленное предприятие; 6 — насосная станция; 7 — очистные сооружения



Схемы систем канализации пром. предприятий а — общесплавная; б, в, г, д, е — полных раздельных; I, II, III — цехи; 1 — промышл. предприятие; 2 — локальные очистные сооружения; 3 — очистные сооружения производств. вод; 4 — установка охлаждения воды; 5 — очистные сооружения бытовых вод; 6 — производств. сеть; 7 — бытовая сеть; 8 — ливневая сеть

и мьтга дорог (не менее 70% годового стока), должна подвергаться очистке. Для нек-рых отраслей пром-сти, где возможно образование поверхностного стока со значит. концентрациями токсич. в-в, весь

сток должен подвергаться очистке. При этом устраивают полную раздельную С.к. с локальными очистными сооружениями или с централизованными очистными сооружениями для поверхностного стока. В обоих случаях в период интенсивных ливней допускается сброс в водоем без очистки части поверхностного стока. Для этого служат разделит. камеры, располагаемые в конце коллекторов бассейнов канализации. Неполная раздельная С.к. имеет лишь одну производств.-бытовую канализационную сеть труб, по которой бытовые и производств. сточные воды отводятся на очистные сооружения. Поверхностные воды отводятся в водоем без очистки с помощью открытых лотков, кюветов и канав. Такая С.к. применяется в небольших насел. пунктах. Она обычно является промежуточным этапом строительства полной раздельной С.к. Полураздельная С.к. имеет две канализационные сети труб — производств.-бытовую и ливневую (водостоки), но один общесплавный коллектор. По общесплавному коллектору на очистку отводят бытовые, производств. и 70% годового стока поверхностных вод. В конце коллекторов водостоков устраивают разделит. камеры. Они обеспечивают сброс части поверхностного стока непосредственно в водоем без очистки в период интенсивных ливней. При комбинированной С.к. одна часть города оборудуется общесплавной системой, а другая — полной раздельной. Комбинированная система складывается исторически. В нашей стране наибольшее распространение получили полная и неполная раздельные С.к.

С.к. пром. предприятий также подразделяют на общесплавные и раздельные. Пром. предприятия следует канализовать по полной раздельной системе с оборотом воды. Наиболее совершенной полной раздельной системой является система с полным оборотом всех сточных вод, к-рая наз. бессточной системой водопользования.

СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА — комплекс оборудования для создания и автоматич. поддержания в помещении, отд. зоне или технологич. аппарате определ. параметров воздушной среды вне зависимости или в заданной зависимости от изменения атм. или внутр. условий. Система включает установку кондиционирования воздуха (кондиционер) для тепловлажностной обработки воздуха, сеть воздухопроводов и устройств для забора, распределения, удаления и рециркуляции воздуха; источник тепло- и холодообеспечения; средства автоматич. управления, насосы и трубопроводы для тепло- и холодоносителя, местные подогреватели, охладители, осушители, увлажнители и др. вспомогающ. оборудо-

вание. В отд. случаях все технич. средства для кондиционирования воздуха агрегируются в кондиционере, к-рый выполняет роль системы.

С.к.в. подразделяют на центр. и местные. В первых воздух обрабатывается в центр. кондиционере и распределяется по помещениям здания. Вторые обслуживают, как правило, одно помещение, в к-ром располагаются, и включают в себя местные автономные и неавтономные кондиционеры. В зависимости от полноты использования наружного воздуха С.к.в. подразделяют на системы кондиционирования воздуха прямооточные и рециркуляционные с одной или двумя рециркуляциями воздуха, в к-рых к наружному воздуху подмешивается внутр. удаляемый из помещения воздух. Кроме того, используют однозональные С.к.в., обслуживающие одно или группу помещений с требуемыми одинаковыми параметрами приточного воздуха, двух- или многозональные системы кондиционирования воздуха. В наибольшей степени зонирование достигается в центрально-местных системах кондиционирования воздуха. Для обеспечения разных значений темп-ры воздуха при его раздаче от центрального кондиционера используют двухканальную систему кондиционирования воздуха. В зависимости от полного давления, развиваемого вентилятором, С.к.в. подразделяют на системы низкого (до 1 кПа), среднего (до 3 кПа) и высокого (выше 3 кПа) давлений. Последние две отличаются повыш. скоростями движения воздуха в кондиционере и каналах, что позволяет экономить площадь здания, занимаемую системой, и увеличивать радиус действия систем. По способу холодообеспечения воздухоохладителя кондиционеры подразделяют на системы с непосредственным испарением хладагента и системы с промежуточным холодоносителем.

В определ. климатич. условиях используют прямое и косвенное испарительное охлаждение воздуха в С.к.в. Различают системы сезонного и круглогодичного действия. При возможности всех видов термодинамич. обработки воздуха производят полное кондиционирование. Осуществление в кондиционере только отд. видов обработки наз. частичным кондиционированием.

См. также *Бескомпрессорная система кондиционирования воздуха*, *Двухступенчатого испарительного охлаждения система кондиционирования воздуха* и *Система кондиционирования воздуха с политропным охлаждением*.

СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА С ПОЛИТРОПНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ — система в установке кондиционирования возду-

ха, где в теплое время года используют политропное охлаждение воздуха. Наиболее распространенная разновидность центр. систем.

СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА — совокупность всех инж. средств и устройств здания, обеспечивающих поддержание необходимого микроклимата в его помещениях или в сооружении. С.к.м. включает в себя градостроит., объемно-планировочное и конструктивное решения здания в части их защитных функций, а также системы поддержания и стабилизации микроклимата — системы отопления — охлаждения, вентиляции и кондиционирования воздуха. Подобное совокупное определение С.к.м. необходимо при рассмотрении многочисл. вопросов теплового, воздушного и влажностного режимов современ. здания как единой энергетич. и аэродинамич. систем.

СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ — технич. установка, состоящая из связанных между собой конструктивных элементов, предназнач. для отопления с получением, переносом и передачей определ. кол-ва теплоты в обогреваемые помещения. Осн. элементы С.о.: источник теплоты (теплообменник при централизованном теплоснабжении), теплопроводы системы отопления, по к-рым перемещается теплоноситель, и отопительные приборы (при центральном отоплении). С.о. обладает расчетной тепловой мощностью. В течение отопительного сезона тепловая мощность системы отопления используется частично (в зависимости от изменения теплопотерь помещений при текущем значении темп-ры наружного воздуха), при расчетном ее значении (напр., в Москве при -26°C) — полностью. Для обеспечения текущих (сокращенных) теплотрат на отопление теплоперенос к отопительным приборам должен изменяться в широких пределах. Этого достигают путем изменения (регулирования) темп-ры и кол-ва перемещающегося в С.о. теплоносителя. Регулируют также работу источника (генератора) теплоты. К С.о. в период проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений предъявляют требования: сан.-гигиенич. — поддержание заданных темп-р воздуха и поверхности ограждающих конструкций во времени, обогреваемых помещений без усиленной подвижности воздуха, ограничение темп-ры поверхности отопит. приборов; экономич. — невысокие (сравнительно) капитальные вложения с миним. возможным расходом металла, экономный расход теплоты при эксплуатации; архитектурно-строит. — соответствие интерьеру помещений, увязка со строит. конструкциями, согласо-

вание со сроками стр-ва; производственно-монтажные — миним. число узлов и деталей, возможность механизации их изготовления, сокращение трудозатрат при монтаже; эксплуатац. — эффективность действия в течение всего периода работы, связанная с надежностью и технич. совершенством системы. Наиболее важны сан.-гигиенич. и эксплуатац. требования, к-рые обуславливаются необходимостью поддерживать заданную темп-ру помещений в течение сезона и всего срока службы системы. С.о. по расположению осн. элементов может быть местной и центральной.

СИСТЕМА СНАБЖЕНИЯ СЖИЖЕННЫМИ УГЛЕВОДОРОДНЫМИ ГАЗАМИ — совокупность сооружений и устройств, обеспечивающих прием, перелив и хранение сжиженных углеводородных газов, поступающих с газобензиновых и нефтеперерабатывающих заводов, и дальнейшее их распределение по потребителям. Головным сооружением системы является *газонаполнительная станция*, куда прибывают ж.-д. цистерны с пропаном и бутаном. Станции заправляют в резервуары-хранилища газонаполнит. станции. Дальнейшие транспортировка и распределение газа зависят от системы снабжения потребителей. Применяют 2 системы: баллонное и резервуарное *газоснабжение*. В первом случае пропан-бутановую смесь на газонаполнит. станции заправляют в баллоны и транспортируют в них потребителям. Баллоны вместимостью 0,9 и 5 л на грузовых автомашинах доставляют в обменные пункты, где потребители обменивают их на пустые баллоны. Такая система обмена позволяет контролировать состояние и ремонт баллонов эксплуатирующей организацией. Контроль производят с определ. периодичностью, дату контроля записывают непосредственно на баллоне. Такие баллоны располагают в помещении вблизи газовой плиты. Баллоны вместимостью 50 л перевозят в специализиров. автомашинах, замену их у потребителя осуществляет персонал эксплуатирующей организации. В большинстве случаев эти баллоны устанавливают снаружи зданий в спец. стальных шкафах. При резервуарном газоснабжении у потребителей монтируют подземные резервуары, в к-рые заливают пропан-бутановую смесь. Сжиж. углеводородный газ транспортируют в автоцистернах, из к-рых его переливают в резервуарную установку. Автоцистерну и резервуарную установку оборудуют спец. сливно-наливными устройствами и насосами. *Подземные резервуары* располагают на определ. расстоянии от жилых зданий. Одна установка обеспечивает газоснабжение неск. зданий. На одном из резервуаров монтируют газо-

регуляторный пункт, через к-рый проходят пары пропан-бутана и далее поступают по газопроводам к *газовым плитам* жилых зданий. После газорегуляторного пункта поддерживается низкое давление газа.

В баллонных установках и установках с подземными резервуарами из емкостей отбирают пары пропан-бутановой смеси, поэтому жидкие углеводороды испаряются в самих емкостях. Следовательно, емкости выполняют функции не только хранилищ сжиж. газа, но и испарителей (*паровых котлов*). Теплота для испарения поступает из окружающего воздуха или из грунта. Такие испарители наз. естественными. При естеств. испарении из жидкости в больших дозах выделяются легкокипящие компоненты (из пропан-бутановой смеси преимущественно пропан). Фракционность испарения приводит к накоплению в емкости к концу использования жидкой фазы тяжелых компонентов. Может оказаться, что оставшиеся тяжелые остатки не обеспечат необходимого давления для работы горелок плиты, и ее работа прекратится, несмотря на наличие жидкости в баллоне. Баллоны с тяжелыми остатками сдают в обменные пункты. Тяжелые остатки на газонаполнит. станции сливают в спец. резервуары до наполнения баллонов. Из подземных резервуаров тяжелые остатки периодически извлекают. При интенсивном отборе газа из емкости с естеств. испарением темп-ра в емкости и давление газа падают. При низких наружных темп-рах (зимой) это может привести к нарушению газоснабжения. Для исключения отмеч. выше недостатков применяют спец. испарители для сжиж. газов, в к-рые для испарения подводят *теплоноситель*, обычно горячую воду. В этом случае происходит искусств. испарение. Из подземных резервуаров в испаритель поступает жидкая фаза, и резервуары выполняют только функцию хранилищ. При использовании для газоснабжения сжиж. углеводородного газа с повыш. содержанием бутана упругость насыщ. паров падает и для обеспечения бесперебойного газоснабжения используют установки получения пропан-бутан-воздушных смесей (см. *Установка для получения газозвудушных смесей*).

СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ — совокупность технич. устройств, агрегатов и подсистем, обеспечивающих приготовление *теплоносителя*, его транспортировку и распределение в соответствии со спросом на *теплоту* по отд. потребителям. Последними являются *системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, горячего водоснабжения*, а также технологич. установки пром. предприятий. С.т. разделяют

на централизов. и децентрализов. Централизов. — большие системы, источниками теплоты у к-рых являются ТЭЦ или крупные *котельные*, имеющие высокий КПД. Для городов обычно к децентрализов. системам теплоснабжения относят системы микрор-нов, кварталов или отд. зданий с тепловой мощностью менее 58 МВт (50 Гкал/ч), с *тепловыми сетями* протяженностью 1—2 км с диаметрами труб до 300—400 мм; для поселков — системы, не имеющие тепловых сетей. Автономные теплоагрегаты мощностью 20—40 кВт, обеспечивающие отопление и горячее водоснабжение одного дома или квартиры, являются по существу местными С.т. Если теплоагрегат обеспечивает только отопление здания, он относится к *местному отоплению*. Поэтому С.т. можно разделить на централизов. системы теплоснабжения, децентрализов. и местные, как разновидность децентрализов. систем.

Теплоноситель (горячая вода или водяной пар с необходимыми значениями темп-ры и давления) готовят в *водогрейных* или *паровых котлах* и в *пароводяных подогревателях*, устанавливаемых на источниках теплоты системы теплоснабжения. Используют также альтернативные источники теплоты: геотерм. скважины, теплонасосные установки и *теплообменные аппараты*, работающие на вторичных энергоресурсах. У децентрализов. систем в качестве источников теплоты используют местные котельные, располагаемые в кварталах или отапливаемых зданиях, газовые водонагреватели и теплогенераторы на *жидком котельном* или *твердом топливе*. Автономные теплогенераторы в большинстве случаев представляют собой законч. С.т., обеспечивающую квартиру или дом отоплением и горячей водой. Децентрализов. С.т., у к-рых источником теплоты служит квартальная котельная, имеют тепловые сети и по принципу работы в значит. степени сопоставимы с централизов. системами. Централизов. системы имеют значительно развитые тепловые сети, оборудов. *тепловыми пунктами, насосными станциями*, автоматикой и системой управления, к-рые заканчиваются *абонентскими вводами* в здания. Замена мелких отопительных установок крупными котельными и ТЭЦ уменьшает загрязнение воздушного бассейна. Вместе с тем централизация систем теплоснабжения с концентрацией в источниках теплоты больших мощностей приводит к необходимости развития тепловых сетей, выполняемых из труб больших диаметров (до 1400 мм), что вызывает большие трудности, усложняет эксплуатацию систем и увеличивает ущерб при возникновении аварийных ситуаций. В зависимости от вида теплоносителя С.т.

разделяют на водяные и паровые.

Для обеспечения надежного функционирования централизованной С.т. строят по иерархич. принципу, при котором ее разделяют на ряд уровней. Каждый из них имеет свою задачу, уменьшающуюся по значимости от верхнего уровня к нижнему. Верхний уровень С.т. составляет источник теплоты, второй — магистральные тепловые сети. Эти 2 уровня определяют надежность С.т. в целом, поэтому их элементы резервируют, а тепловые сети выполняют кольцевыми. След. уровни — распределит. (квартирные) тепловые сети и абонентские вводы у потребителей. При их проектировании допускается огранич. резервирование, а в отд. случаях и отсутствие его.

Из тепломагистралей в распределит. сети теплоноситель подают через тепловые пункты, в к-рых устанавливают подпитывающие насосы и автоматику, обеспечивающую управление распределением теплоносителя при норм. и аварийных гидравлич. режимах. Возможны С.т., в к-рых осн. питающая распределит. сеть присоединяется непосредственно к магистрали, а тепловые пункты смещены к теплоснабжаемым зданиям с меньшими тепловыми нагрузками, но и в этом случае должна быть обеспечена управляемость С.т. Распределит. сети обычно проектируют тупиковыми. Отд. здания присоединяют к распределит. сетям, не допуская их подключения к тепломагистрали.

Для подачи и распределения теплоты потребителям в С.т., особенно централизов., применяют АСУ, к-рые обеспечивают теплотехнич. контроль параметров и режимов, управление подачей теплоты в соответствии с изменяющимися потребностями, управление эксплуат. и аварийными режимами. Для управления переключающей арматурой и регуляторами используют телесистему. Наибольшее кол-во теплоты расходуется на отопление зданий. Отопит. нагрузка изменяется с изменением наружной темп-ры. Для поддержания соответствия подачи теплоты потребностям в нем применяют центр. качественное регулирование на источниках теплоты. Помимо центр. регулирования применяют местное автоматич. регулирование на тепловых пунктах и у потребителей.

Расход теплоты на горячее водоснабжение не связан с наружной темп-рой. Он определяется режимом потребления горячей воды, к-рый зависит от уклада жизни населения и режима работы предприятий. Для обеспечения требуемой потребителю темп-ры горячей воды в 50—60°С темп-ра теплоносителя в подающем теплопроводе должна быть выше этого значения, а система приготовления горячей воды оборудо-

вана автоматикой, обеспечивающей поддержание темп-ры необходимого уровня.

Надежную и экономичную работу С.т. обеспечивает служба эксплуатации, осн. задачами к-рой являются бесперебойное снабжение потребителей теплотой, обеспечение безаварийной работы, улучшение ее технико-экономич. показателей. Управление тепловыми и гидравлич. режимами осуществляют с помощью АСУ и диспетчерских пунктов, к-рые входят в службу эксплуатации. При службе имеются бригады и ремонтные цехи. Аварийные работы выполняет аварийно-восстановит. служба.

СИСТЕМА ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ КОНДИЦИОНЕРА — предназначена для снабжения холодом *камеры орошения или воздухоохладителя* центр. и местных установок кондиционирования воздуха. Включает *трубопроводы*, сборные баки и баки-аккумуляторы, *циркуляционные насосы*, запорную и регулировочную арматуру и измерит. устройство. Схема системы холодоснабжения зависит от источника холода, его расположения и расстояния до потребителя, режима работы *системы кондиционирования воздуха*, числа *установок кондиционирования воздуха* и др. факторов. Различают открытые и закрытые схемы. Первые обычно используют для холодоснабжения контактных *теплообменных аппаратов*, вторые — для холодоснабжения *поверхностных воздухоохладителей*. В местн.-центральных системах возможно использование совместных систем тепло-, холодоснабжения (т.н. двух- и трехтрубные системы) кондиционеров-доводчиков.

СИТО БАРАБАННОЕ — устройство для предварит. очистки поверхностных вод от грубодисперсных взвешенных, плавающих и всплывающих примесей, остатков животных и растит. тканей, листьев, веток, водорослей, насекомых и т.п., имеющих размеры свыше 150 мкм; для механич. очистки сточных вод с содержанием взвеш. в-в до 250 мг/л; для доочистки биологически очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод на фильтрах с зернистой загрузкой; для отделения от воды плавающих примесей, не оседающих во вторичных отстойниках; для уменьшения нагрузки и защиты от засорения фильтров. сооружений. Конструктивно Б.с. не отличается от микрофильтра. Оно представляет собой многогранную сварную конструкцию с поперечными и продольными связями, образующими боковую поверхность каркаса барабана, к к-рой крепятся сетчатые фильтрующие элементы. Последние изготовляют в виде прямоугольных рамок с натянутыми на них поддерживающими и

рабочей сетками. По верху на рамку дополнительно накладывают ребра с резиновыми прокладками, плотно прижимающие сетчатые элементы к барабану. Размер ячеек сетки квадратного плетения из нержавеющей стали, латуни или капрона 0,3x0,3 — 0,5x0,5 мм. Рабочая сетка размещена между поддерживающими сетками с размером отверстий 10x10 мм. В нек-рых конструкциях Б.с. рабочая сетка снаружи защищена стальной решеткой с прозорами между прутьями 10—40 мм. Площадь свободной поверхности Б.с., участвующая в процессе фильтрации, составляет около 60%. Скорость фильтрации — отношение расхода фильтруемой воды к площади свободной погруженной поверхности Б.с. — принимают 126—144 м/ч. Расход воды на промывку сетки, подаваемой под давлением 0,2 МПа, составляет до 0,5% суточного расхода. Сетка промывается периодически в зависимости от степени ее загрязнения. Потери напора на макросетке достигают до 0,2 м. Отечественная промышленность выпускает Б.с. двух видов: БСМ (Б.с. модернизированные) и БСБ (Б.с. с дополнит. оборудованием бактерицидными лампами). Первые применяют для предварит. обработки природных вод перед водоочистными сооружениями с целью снижения нагрузки на них и для защиты от засорения дырчатых систем, трубопроводов и каналов; вторые — для механич. очистки и доочистки сточных вод.

СКВАЖИНА — буровая выработка в земной коре цилиндрич. формы малого диаметра, вошедшая в водоносный пласт, производимая в целях водоснабжения, водопонижения, орошения, геологич. исследований. Водозаборы из С. наиболее распространены в практике водоснабжения. В системах с.-х. водоснабжения водозаборные С. по распространности уступают лишь шахтным колодцам, однако диапазон возможного применения С. значит. шире. При сооружении С. широко применяют след. способы бурения: вращат. с прямой и обратной промывками; вращат. с продувкой воздухом; ударно-канатный; комбиниров; колонковый и реактивно-турбинный. С. состоит из след. осн. элементов: коллектора, технич. колонн труб, эксплуат. колонны, цементной защиты и *фильтра*. Если породы устойчивы или в кровле водоносных песков залегают устойчивые породы, то допускается устройство бесфильтровых С. Фильтры, устанавливаемые в С. при отборе воды из рыхлых и неустойчивых скальных и полускальных пород, состоят из водоприемной (рабочей) части, надфильтровой колонны и *отстойника*. Длина надфильтровых труб зависит от конструкции С. В случае когда эксплуат. колонна имеет больший диаметр, чем фильтр, последний уста-

навливают впитой. Длину отстойников в фильтрах, как правило, принимают равной 0,5—1 м, но не более 2 м. Конструкции фильтров должны отвечать следующим требованиям: обладать необходимой механич. прочностью и достаточной устойчивостью против коррозионного воздействия воды; иметь водопроницаемость, значит. превышающую водопроницаемость водоносных пород; быть доступными для проведения работ по восстановлению дебита С. В практике сооружения водозаборов из С. наибольшее распространение нашли фильтры-каркасы и фильтры с дополнит. водоприемной поверхностью. В этих конструкциях эффект предотвращения пескования достигается подбором размера отверстий фильтра относительно размера частиц водоносных пород или гравийной обсыпки, при к-ром не происходит проникновения частиц через отверстия. Наиболее эффективными фильтрами, обеспечивающими длительную и устойчивую эксплуатацию С., являются гравийные, к-рые в свою очередь подразделяют на засыпные, кожуховые, блочные. Кожуховые и блочные фильтры собирают на поверхности и в готовом виде устанавливают в скважинах. Гравийные фильтры могут иметь каркасы (стержневые, трубчатые, с отклонителем гравия и др.) или различные водоприемные поверхности — проволочные обмотки, сетки и т.д. Диаметр фильтра-каркаса устанавливают исходя из проектного дебита С., параметров водоподъемного оборудования и с учетом возможности устройства гравийной обсыпки. Диаметр каркаса фильтра должен быть не менее 100—150 мм. Длина фильтра в однородных водоносных пластах мощностью $m = 10 \dots 15$ м принимается равной 0,8—0,9 м. При $m > 10$ —15 м длина фильтра зависит от дебита С., изменения водопроницаемости пород и гидрхим. условий. При выборе типа фильтра для оборудования С. необходимо иметь в виду коэфф. его водопроницаемости, к-рый равен или превышает коэфф. водопроницаемости водоносных пород или гравийных обсыпок, контактирующих с фильтром. Наиболее предпочтительно использование фильтра с каркасом. Коэфф. водопроницаемости каркасно-стержневых фильтров изменяется от 1,5 до 2,15 см/с, проволочных на трубчатом каркасе — от 0,42 до 1,8 см/с, фильтра с водоприемной поверхностью из штампованного листа — от 0,23 до 0,52 см/с и фильтров с сеткой галунного плетения — от 0,08 до 0,37 см/с.

Для увеличения срока службы водозаборов производится декальматация и восстановление дебита С. С этой целью используют импульсные, реагентные и комбиниров. методы.

СКВОЗНОЕ ПРОВЕТРИВАНИЕ ПОМЕЩЕНИЙ — один из способов естеств. организ. вентиляции (аэрации зданий), использующий силу ветра. Применяется в условиях жаркого и тропич. климата. Наиболее эффективен при пост. устойчивых ветрах и спец. планировке здания.

СКЛАДИРОВАНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД — хранение их в процессе переработки и утилизации. Для складирования механически обезвоженных и термически высушенных осадков предусматривают открытые площадки с твердым водонепроницаемым покрытием, оборудованные дренажной системой для отвода ливневых вод. В р-нах с повышенным кол-вом атмосферных осадков возможно стр-во крытых площадок. Обычно площадки для складирования осадков размещают вблизи сооружений для механич. обезвоживания и термич. сушки. Высоту слоя штабеля при складировании осадка принимают обычно 2—3 м. На площадках предусматривают механизацию погрузочно-разгрузочных работ. В отд. случаях возможно складирование необезвож. осадков в шламонакопителях, оборудованных противодиффуз. экраном для защиты подзаемных вод от загрязнений. При этом необходимо предусматривать сооружения для отвода с поверхности шламонакопителя воды для ее последующей очистки.

СКОБА — дугообразный отрезок теплопровода системы отопления, изогнутый под углом 180° при $R = 3d$, предназначен. для отгибания перпендикулярно расположен. коммуникаций иного назначения. С. устраивают, как правило, на вертикал. теплопроводах (напр., на подающем стояке двухтрубной системы отопления в месте пересечения с горизонт. обратной подводкой к отопительному прибору).

СКОРОСТЬ ВЕЯНИЯ — миним. скорость воздушного потока в системе пневматического транспорта, при к-рой одиночная частица транспортируется во взвеш. состоянии, не оседая на дно горизонт. трубопровода.

СКОРОСТЬ ВИТАНИЯ — скорость, с к-рой в трубопроводе пневматического транспорта осаждаются частица под воздействием силы тяжести в спокойном невозмущенном потоке воздуха.

СКОРОСТЬ ТРОГАНИЯ — усредн. по сечению трубопровода пневматического транспорта скорость воздуха, при к-рой твердая частица начинает двигаться по дну трубопровода путем скольжения.

СКРУББЕР (англ. scrubber, от scrub — скрести, чистить) — аппарат различной конструкции для промывки жидкостями газов с целью их очистки. В С.

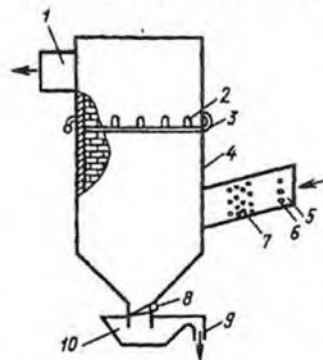


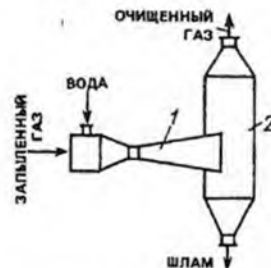
Схема мокрого золоуловителя (скруббера)

1 — выход очищенных газов; 2 — сопла для подачи воды на стенки; 3 — коллектор; 4 — корпус скруббера; 5 — входной патрубок; 6 — сопла; 7 — решетка; 8 — клапан; 9 — слив загрязненной воды; 10 — гидравлический затвор

частицы пыли и др. компоненты удаляют из газа посредством промывки или орошения его водой с последующим осаждением их на смоченных поверхностях или водяной пленке. С. широко используют при очистке продуктов сгорания в котлах (см. Золоуловители) и воздуха в системах пневматического транспорта, в системах аспирации, вакуумной пылеборки и для др. целей.

Широкое применение нашли скрубберы: Вентури, насадочные, полые, тарельчатые, ударно-инерционные и центробежные.

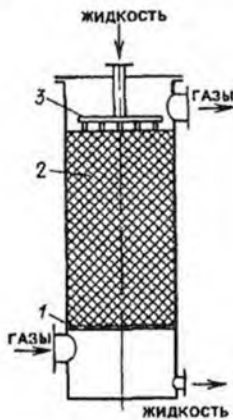
СКРУББЕР ВЕНТУРИ — скоростной мокрый пылеуловитель, в к-ром частицы пыли осаждаются на каплях, получ. при интенсивном дроблении жидкости газовым потоком, движущимся с высокой скоростью (40—150 м/с). Осаждению частиц пыли на каплях способствуют турбулентность газового потока и высокие относит. скорости улавливаем.



Скруббер Вентури с выносным каплеуловителем
1 — труба-распылитель; 2 — циклон-каплеуловитель

мых частиц пыли и капель. Осн. частью пылеуловителей является труба-распылитель (труба Вентури), в к-рой происходит интенсивное дробление жидкости. Применяют также диафрагм. (дроссельные) пылеуловители и пылеуловители с подвижным дисковым шибром для очистки газов от микронной и субмикронной пыли. По способу подвода жидкости С.В. бывают с центр. (форсуночным) подводом, с периферийной подачей, с пленочным орошением и с подводом жидкости за счет энергии газового потока. В последнем случае необходимо обеспечить равномерное и полное перекрытие жидкостью сечения горловины трубы-распылителя. Эффективность С.В. зависит от скорости газа и уд. расхода жидкости (обычно 0,5—1,5 л/м³ газа). При больших объемах газа применяют батарейные или групповые компоновки С.В.

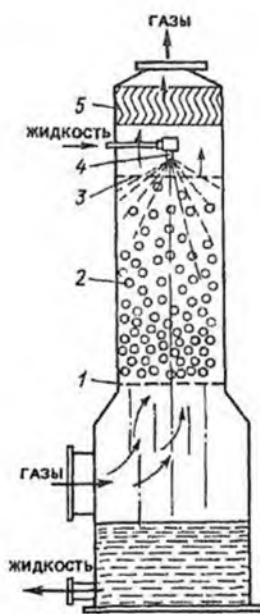
СКРУББЕР НАСАДОЧНЫЙ — устройство для очистки, представляющее со-



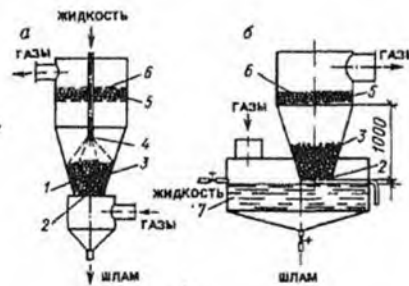
Противоточный скруббер насадочный
1 — опорная решетка; 2 — насадка; 3 — оросит. устройство

бой колонны с насадкой из тел разл. формы (кольца Рашига, металлич. кольца Палля, розетки Теллера, проволоочные спирали, спиральные кольца, кокс и др.), орошаемые жидкостью для промывки с целью очистки газов. Насадка часто забивается пылью, поэтому насадочные С.н. используют при улавливании хорошо растворимой пыли, туманов, а также при одновремен. обеспыливании, абсорбции и охлаждении газов.

Известны противоточные насадочные скрубберы. Скрубберы с подвижной насадкой широко распространены для очистки воздуха (газов) от пыли. В качестве насадки используют шары, кольца, седла из полимерных материалов, стекла или пористой резины. Плотность шаров насадки не должна превышать плотность жидкости. Оптим. режимом улавливания



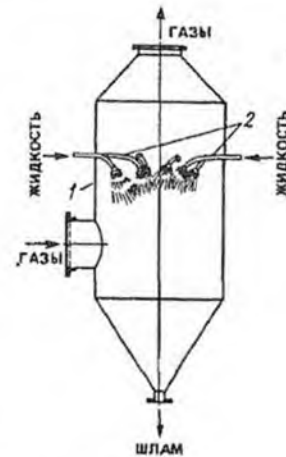
Скруббер с подвижной насадкой
1 — опорная решетка; 2 — шаровая насадка; 3 — ограничит. решетка; 4 — оросит. устройство; 5 — каплеуловитель



Скруббер конический с подвижной шаровой насадкой
а — форсуночный; б — эжекционный; 1 — корпус; 2 — опорная решетка; 3 — орошаемый слой шаров; 4 — форсунка; 5 — брызгоулавливающий слой шаров; 6 — ограничит. решетка; 7 — емкость с постоянным уровнем жидкости

пыли является режим полного псевдооживления. Для обеспечения стабильности работы в широком диапазоне скоростей газа, улучшения распределения жидкости и уменьшения уноса брызг используют форсуночные и эжект. пылеуловители с подвижной шаровой насадкой конич. формы.

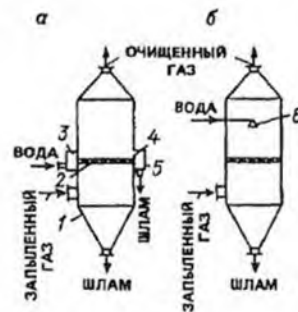
СКРУББЕР ПОЛЫЙ — устройство для очистки газов, в к-ром запыл. газы проходят через завесу распыл. жидкости. При этом частицы пыли захватываются каплями жидкости и осаждаются, а очищ.



Скруббер полый
1 — корпус; 2 — форсунки

газы удаляются из скруббера. По направлению движения газов и жидкости С.п. делятся на противоточные и с поперечным подводом жидкости (под прямым углом к направлению газового потока). Высоту С.п. принимают в 2,5 раза больше его диаметра. Размеры капель, обеспечивающие макс. эффективность, составляют 600—1000 мкм. Применяют центробежные форсунки грубого распыла.

СКРУББЕР ТАРЕЛЬЧАТЫЙ — устройство для очистки газов, в к-рых пыль улавливается пенным слоем, образующимся при взаимодействии газа и жидкости. Применяются пл. обр. при ком-



Скрубберы тарельчатые
а — с переливной тарелкой; б — с провальной тарелкой; 1 — корпус; 2 — тарелка; 3 — приемная коробка; 4 — порог; 5 — сливная коробка; 6 — ороситель

плексной очистке газов от пылей и вредных газообразных примесей (абсорбции). Наиболее распространены С.т. с провальными тарелками или тарелками с переливом. Последние имеют отверстия диаметром 3—8 мм и площадь свободного сечения 0,15—0,25 м²/м². Провальные тар-

релки могут быть дырчатыми, щелевыми, трубчатыми и колосниковыми. Дырчатые имеют отверстия диаметром 4—8 мм. Ширина щелей у остальных тарелок — 4—5 мм; площадь свободного сечения всех тарелок составляет 0,2—0,3 м²/м².

СКРУББЕР УДАРНО-ИНЕРЦИОННЫЙ — устройство для очистки газов, в к-ром частицы пыли улавливаются каплями (размером 300—400 мкм), получ. в



Скруббер ударно-инерционного действия

1 — входной патрубок; 2 — резервуар с жидкостью; 3 — сопло

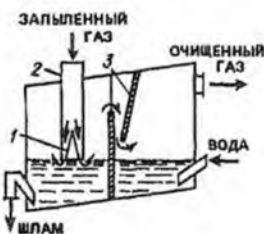
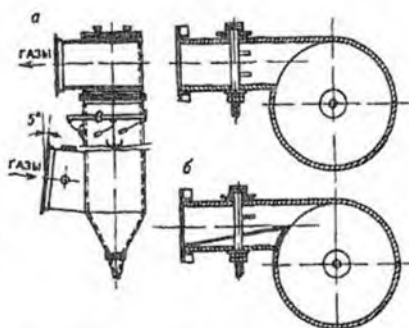


Схема скруббера Дойля

1 — конус; 2 — труба; 3 — перегородки

результате удара газового потока о поверхность жидкости и последующего пропускания газожидкостной взвеси через отверстия разл. конфигурации или непосредств. отвода газожидкостной взвеси в сепаратор жидкой фазы. Запыл. газ с большой скоростью входит в С.у.-и. При повороте на 180° происходит инерционное осаждение частиц пыли на каплях. У скруббера в нижней части трубы установлены конусы для увеличения скорости выхода газа, к-рая в щели равна 35—55 м/с. Газ ударяется о поверхность жидкости, создавая завесу из капель.

СКРУББЕР ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ — устройство для очистки газов и воздуха, в к-рых частицы пыли осаждаются на смоченные стенки под действием центробежных сил, а также захватываются каплями и струйками жидкости. Наиболее известные конструкции: С.с. с закруткой газового потока с помощью центр. лопастного закручивающего устройства; *циклоны* с боковым или улиточным подводом газа и его орошением; *циклоны-промыватели* СИ-



Скруббер циклонный с водяной пленкой (ЦВП) а — ось, исполнение; б — вариант с повышенной скоростью воздуха на входе в циклон

ОТ и др. По внутр. поверхности циклона с боковым подводом газов непрерывно стекает пленка воды, к-рая тангенциально вводится в пылеуловитель через ряд трубок, располож. в его верхней части. Расход жидкости в зависимости от марки составляет 0,14—0,43 л/с. В С.с. жидкость подается центрально или с помощью боковых форсунок. Циклоны-промыватели СИОТ применяют в аспирац. установках для улавливания гидрофильных пылей (за исключением цементирующейся и волокнистой) при нач. концентрации до 5 г/м³.

При очистке больших объемов выбросов С.с. компонуют в группу. Напр., для очистки от пыли вентиляц. выбросов литейных цехов разработан С.с. батарейного типа СВВБ-20, рассчит. на произ-сть по газу 20 000 м³/ч.

СЛАБОНЕИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ ПРИТОЧНАЯ СТРУЯ — воздушная неизоотермич. струя, действием гравитац. сил в к-рой можно прецедить. Разница

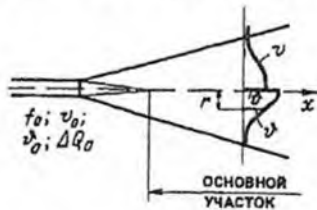


Схема слабонеизотермической приточной струи f_0 , v_0 , θ_0 и ΔQ_0 — хар-ки нач. сечения струи (соответственно площадь сечения, скорость, избыт. темп-ра и избыт. теплосодержание воздуха); r — расстояние от оси струи до точки в сечении; θ — избыт. темп-ра в точке

тем-р приточного и окружающего струю воздуха приводит к возникновению в ней тем-рного поля, но не оказывает влияния на струю, к-рая формируется как свободная. К С.с. относят изотермич. струи, в к-рых возникают поля концентрации газо-

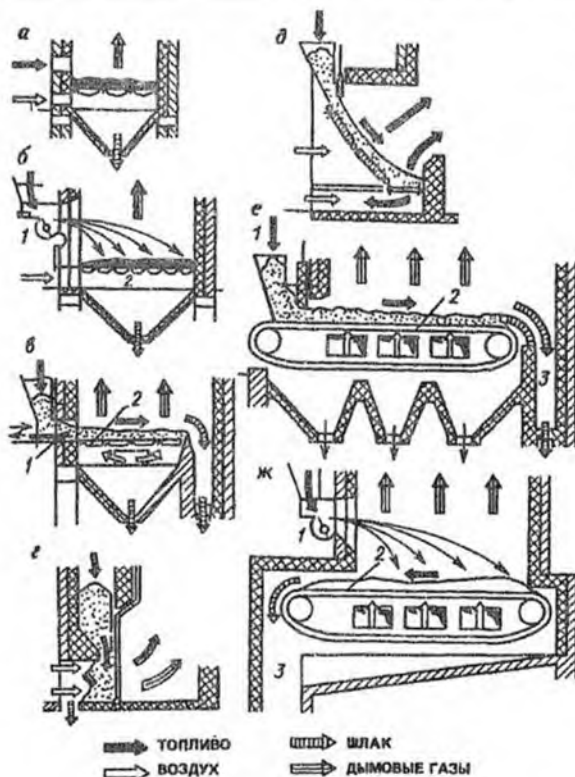
образной примеси или водяных паров (*влажесодержание воздуха*). Эти примеси распределяются в струе аналогично распределению избыточной тем-ры и не изменяют ее траекторию. С.п.с. в большинстве своем являются причинными струями *общеобменной вентиляции*.

Избыточную тем-ру в сечении С.п.с. рассчитывают, используя коэфф. затухания тем-ры. Расчетные ф-лы для распределения тем-ры получены из условия, что избыточное теплосодержание потока воздуха в пределах струи остается пост. во всех сечениях. Избыточное теплосодержание воздуха в нач. сечении струи равно: $\Delta Q_0 = v_0 \rho_0 f_0 C_p \theta_0$, где v_0 — нач. скорость струи; ρ_0 — плотность воздуха; f_0 — площадь выходного отверстия; C_p — удельная теплоемкость воздуха; $\theta_0 = t_0 - t_a$ — избыточная тем-ра воздуха в нач. сечении. Избыточная тем-ра воздуха на оси С.п.с. в пределах осн. участка равна: для компактной струи — $\theta_x = \theta_0 n \sqrt{(f_0/x)} K_n$; для плоской струи — $\theta_x = \theta_0 n \sqrt{(b_0/x)} K_n$, где n — коэфф. затухания тем-ры воздуха, зависящий от типа приточного *насадка*; K_n — коэфф., учитывающий взаимодействие и стеснение струй. Избыточную тем-ру в произвольной точке сечения определяют по ф-ле

$\theta = \theta_0 - \sigma/2(r/\alpha)^2$, где σ — коэфф., равный 0,8 (учитывает несовпадение полей скорости и тем-ры); r — расстояние от оси до рассматриваемой точки в поперечном сечении струи.

СЛОЕВАЯ ТОПКА — топка для сжигания твердого топлива в слое, к-рый лежит на *колосниковой решетке* и продувается воздухом снизу вверх. Применяют в *котельных агрегатах* произ-стью до 40 т/ч пара для сжигания *бурых и каменных углей*, полуантрацитов, кускового *торфа*, *горючего сланца* и древесных отходов. Нецелесообразно использовать С.т. для сжигания антрацитов, антрацитового штыба, бурых углей, фрезерного торфа и отходов углеобогащения, т.к. сжигание этих видов топлива происходит с большими потерями от механич. и хим. недожога. С.т. — первые устройства для сжигания *твердого топлива*, к-рые широко применяют. Их разновидностью является шахтная топка, используемая для слоевого сжигания влажного твердого топлива (кускового торфа, дров). Она имеет развитую по высоте загрузочную горловину (шахту), в к-рой происходят подсушка, разогрев топлива и частичное выделение летучих в-в (за счет теплоты нижнего горящего слоя).

С.т. разделяют на 3 класса: с неподвижной *колосниковой решеткой* и неподвижно лежащим на ней слоем топлива; с неподвижной колосниковой решеткой и перемещающимся по ней слоем топлива; с



Схемы слоевых топок

а — с ручной горизонт. колосниковой решеткой; б — с забрасывателем на неподвижной слое; в — с шнуровой планкой; г — с вертикал. колосниковой решеткой системы Померанцева; д — с наклонной колосниковой решеткой; е — с цепной механ. решеткой прямого хода; ж — с цепной механ. решеткой обратного хода и забрасывателем; 1 — забрасыватель; 2 — колосниковая решетка; 3 — шлаковой бункер

движущейся колосниковой решеткой, перемещающей лежащий на ней слой топлива. Наиболее проста С.т. с неподвижной горизонтальной колосниковой решеткой. На ней можно сжигать твердое топливо всех видов, но необходимость ручного обслуживания ограничивает область ее применения котлами малой паропроиз-сти (до 2 т/ч). Топливо подается на колосниковую решетку сверху через загрузочную дверцу. При горении топлива слой по высоте можно разделить на 3 зоны: свежезагруж. топливо, горящий кокс и шлаковая подушка. В 1-й (верхней) зоне происходят подогрев, подсушка и выделение летучих в-в, состоящих из CO , CH_4 , N_2 и др. углеводородов; во 2-й — осн. реакции горения углерода с образованием CO_2 и CO , а также летучей серы с выделением SO_2 ; в 3-й (твердой) — выделение золы, образование шлаков топливных и выжи оставшихся кусочков топлива. В топках с неподвижным слоем шлак по мере прогорания слоя опускается вниз и скапливается на поверхности колосниковой решетки, образуя шлаковую подушку, к-рая защищает колосники от действия высокой тем-ры лежащей выше зоны горения кокса. Шлаковая подушка охлаждается снизу проходящим через нее холодным воздухом. Существ. недостаток таких топок — периодичность загрузки топлива и связан-

ная с ней цикличность процесса горения.

Топки с неподвижной колосниковой решеткой и перемещающимся по ней слоем топлива основаны на разл. принципах организации процессов движения и горения топлива. В топках с шнуровой планкой топливо перемещается вдоль неподвижной горизонт. колосниковой решетки особой формы планкой, движущейся возвратно-поступат. по колосниковому полотну. Разновидностью такой топki является факельно-слоевая системы С.В.Татищева, получившая применение для сжигания фрезерного торфа, а также бурых и каменного углей. Отличие ее от обычной топki с шнуровой планкой — наличие шахтного предтопка, в к-ром происходит предварит. подсушка фрезерного торфа дымовыми газами, засасываемыми в шахту спец. эжектором. В скоростных топках свертикальной колосниковой решеткой системы В.В.Померанцева и наклонной решеткой топливо, поступающее в топку сверху, по мере сгорания сползает под действием силы тяжести и ее нижнюю часть, открывая возможность поступления новых порций топлива. Такие топki применяют для сжигания древесных отходов, а шахтные топki — и для сжигания кускового торфа. В котельных установках малой мощности распространены топki с подачей топлива на неподвижную решетку с помощью ротац.

забрасывателей. Наиболее эффективны топki, оборудов. пневмомехан. ротац. забрасывателями и решеткой с поворотными колосниками ПМЗ-РПК. Мелкие частицы топлива относятся воздухом и сгорают в объеме топki. Кол-во вторичного воздуха, подводимого к забрасывателю, составляет около 15% общего кол-ва, необходимого для горения топлива. Топки ПМЗ-РПК рекомендуются для котельных установок с паропроиз-стью до 65 т/ч. Топки с цепной решеткой очень чувствительны к качеству топлива. С.т. с цепными решетками прямого хода применяются для сжигания сортиров. антрацитов (АС и АМ), несортиров. каменных углей с умер. спекаемостью, кускового торфа и бурых углей с небольшими влажностью и зольностью. Для сжигания рядовых каменных и бурых углей и сланца с содержанием до 40% мелочи размером 0—6 мм применяют факельно-слоевые механ. топki с комбинированным сжиганием топлива. Крупные куски сгорают в слое, а мелкие — в возмешенном состоянии в объеме топki. В таких топках топливо подается пневмомехан. или пневматич. забрасывателями.

Разновидностью рассматриваемых С.т. являются топki с цепной решеткой обратного хода и забрасывателем. Эти топki менее чувствительны к качеству топлива, чем топki с решеткой прямого хода; их применяют для сжигания как сортиров., так и несортиров. каменных и бурых углей.

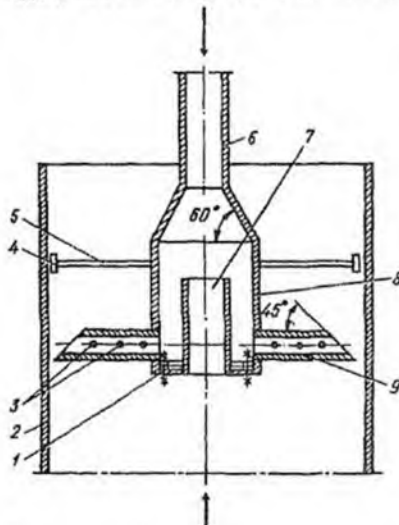
С появлением камерных топок С.т. стали применяться в котельных установках небольшой мощности и пром. печах. С.т. с кипящим слоем отличаются высокой интенсивностью горения топлива и возможностью очистки топочных газов от оксидов серы и азота путем введения в кипящий слой необходимых адсорбирующих в-в.

СЛОЙ РЕЗКИХ КОЛЕБАНИЙ — слой ограждающей конструкции, прилегающий к поверхности, от к-рой направлена тепловая (температурная) волна, и в пределах к-рого затухание колебаний тем-ры равно 2. Толщина δ С.р.к. определяется значением его тепловой инерции $Q=1$, т.е. $\delta = \lambda / S$, где λ — теплопроводность, S — коэффициент теплоусвоения материала. В С.р.к. расположено приблизительно 1/8 длины темп-рной волны. Практически только теплотехнич. свойства материалов, располож. в С.р.к., влияют на коэфф. теплоусвоения и коэфф. теплопоглощения ограждения. Толщина С.р.к. растет с увеличением периода колебаний тепловой волны.

СМЕСИТЕЛЬ РЕАГЕНТОВ — устройство для ввода и распределения растворов, суспензий или эмульсий реагентов в потоке воды или осадка. В С.р. начинается

и, как правило, заканчивается хим.-физ. стадия реagentной обработки воды. Равномерность распределения обеспечивает быстроту смешения, к-рая приобретает особое значение, напр., при коагуляц. обработке воды. От скорости процесса смешения зависят эффективность и расход реагентов. Др. технологич. условием смешения является выделение его в самостоят. стадию обработки воды, что позволяет контролировать как процедуру самого смешения, так и его влияние на последующие стадии обработки. Осн. элемент С.р. — распределитель реагента, к-рый может находиться в трубопроводе (трубный С.р.) либо в открытом потоке. Существуют распределители реагентов следующих типов.

Перфорированный распределитель применяется для чистых растворов и устанавливается как в трубопроводах, так и в открытых каналах. Он



Камерно-лучевой распределитель

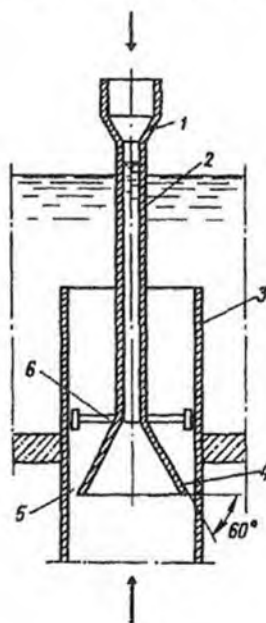
1 — фланцевое соединение; 2 — корпус (трубопровод); 3 — отверстия для выхода р-ра; 4 — глухая резиновая муфта; 5 — центровочная распорка; 6 — реагентопровод; 7 — циркуляц. патрубков; 8 — камера распределителя; 9 — лучевое ответвление

состоит из центр. камеры с присоединенным к ней реагентопроводом и радиальных перфориров. ответвлений труб. Его осн. недостатки — повыш. засоряемость отверстий, недостаточная равномерность распределения раствора по живому сечению и, как следствие, увеличение продолжит. смешения до 15 с и более. Камерно-лучевой распределитель предназначен для чистых растворов и обеспечивает усреднение концентрации реагента в потоке за 0,6—1 с. Он состоит из: цилиндрич. камеры с радиальными перфориров. ответвлениями труб, имеющими открытые торцы; циркуляц. патрубка, расположенного внутри камеры со-

осно, открытого с обеих сторон и закрепленного на основании камеры, обращенном к потоку; реагентопровода, присоединенного к камере с противоположной стороны. Реагентопровод может быть снабжен приспос. сосудом при самотечной подаче раствора реагента либо соединен на фланцах с трубами при напорной подаче воды. В камеру исходная вода поступает через циркуляц. патрубок под действием скоростного напора, имеющего наибольшую величину в ядре потока. Распределитель может размещаться: внутри трубопровода (как при вертикал., так и при горизонт. расположении); на входном участке трубопровода, подающего исходную воду; на выходном участке трубопровода, отводящего воду из сооружения. Предпочтителен вариант установки распределителя в трубопроводе, допускающий осмотр и замену его без прекращения подачи обработ. воды. При обработке воды неск. реагентами распределители раствора устанавливают в последовательности, определяемой технологич. испытаниями.

Коллекторный распределитель используется для чистых растворов реагентов, имеет боковое перфориров. ответвления труб от коллектора, живые сечения которых соответствуют живому сечению потока, и устанавливается в трубопроводе либо в открытом канале. Степень равномерности распределения — до 95%, продолжительность смешения — не более 2 с.

Диффузорный распределитель предназначен как для растворов,



Диффузорный распределитель

1 — приемник р-ра; 2 — реагентопровод; 3 — корпус; 4 — диффузор; 5 — рабочий зазор; 6 — центровочная распорка

так и для суспензий или эмульсий реагентов. Он свободно устанавливается в вертикал. трубопроводах и состоит из диффузора, обращенного выходным сечением навстречу потоку, и реагентопровода, присоединенного с противоположной стороны. Горизонт. кромки выходного сечения диффузора образуют со стенками трубопровода рабочий зазор для пропуска потока. Смешение осуществляется за счет предварит. разбавления реагента исходной водой, циркулирующей в диффузоре. Быстрота смешения составляет около 1 с. Циркуляция происходит в результате гашения скоростного напора, равномерного распределения реагента, подсосываемого в рабочий зазор — зону миним. давления, а также расширения потока за кромками диффузора. Преимуществами диффузорного распределителя являются высокая надежность и удобство совмещения с др. распределителями при использовании неск. реагентов.

Струйный распределитель используют для смешения суспензий или эмульсий реагентов в трубопроводах диаметром 200—1400 мм. Он включает систему трубок (2—5 шт.) со скошенными по направлению потока концами, пропущенных в трубопровод через сальники. Реагент подается в каждую трубку отдельно. Перемещение трубок в сальнике внутри потока в трубопроводе позволяет регулировать быстроту смешения реагента с обработ. водой.

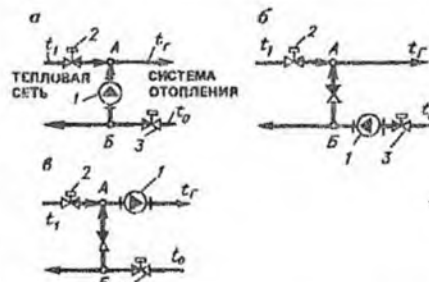
СМЕСИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

— элемент системы водяного отопления, применяемый при ее присоединении по зависимой схеме к теплопроводам централизованной системы теплоснабжения. С.у.с.о. предназначена для понижения темп-ры воды в подающем теплопроводе до допустимой в системе, а также для качествен. регулирования теплоотдачи отопительных приборов. При таком местном регулировании, дополняющем центр. регулирование на тепловой станции, темп-ра смеш. воды изменяется по темп-рному графику, заданному для конкретного здания. В результате в обогреваемых помещениях можно поддерживать оптим. тепловые условия, исключается их перегревание, особенно в осенне-весенний периоды отопительного сезона, что способствует сокращению расхода теплоты на отопление зданий. С.у.с.о. включает смесительный насос или водоструйный элеватор. Высокотемп-рная вода в С.у.с.о. подается в точку смешения под давлением в наружном теплопроводе, созданном сетевым циркуляционным насосом на тепловой станции. Кол-во высокотемп-ной воды G_1 при известной тепловой мощности системы отопления Q_c тем меньше, чем выше темп-ра t_1 : $G_1 = Q_c / [c(t_1 - t_0)]$, где t_1 — темп-ра воды в на-

ружном подающем теплопроводе, °С. Поток охлад. воды, возвращающейся из системы отопления, делится на два: первый G_0 направляется к точке смешения, второй G_1 — в наружный обратный теплопровод. Соотношение масс двух смешиваемых потоков — охлад. G_0 и высокотемп-рного G_1 наз. коэфф. смешения: $u = G_0/G_1$, к-рый может быть выражен через темп-ру воды: $u = (t_1 - t_r)/(t_r - t_0)$. Напр., при темп-ре воды t_1 , равной 150°С, $t_r = 95^\circ$ и $t_0 = 70^\circ$ С коэфф. смешения С.у.с.о. $u = (150 - 95)/(95 - 70) = 2,2$. Это означает, что на каждую единицу массы высокотемп-рной воды должно подмешиваться 2,2 единицы охлад. воды. Смешение происходит в результате совместного действия двух аппаратов — сетевого циркуляц. насоса на тепловой станции и С.у. (насоса или водоструйного элеватора) в отапливаемом здании.

СМЕШИТЕЛЬНЫЙ НАСОС — используется в *смесительной установке системы отопления*, присоедин. по зависимой схеме к наружным теплопроводам. Обеспечивает смешение охлад. воды, возвращающейся из системы отопления, с высокотемп-рной водой, поступающей в здание из наружного подающего теплопровода. С.н. можно включать в переключку между обратной и подающей магистралями и в обратную или подающую магистраль системы отопления. На схемах показаны регуляторы темп-ры и расхода воды для местного качественно-количеств. регулирования системы отопления в течение отопительного сезона при наличии С.н. Включ. в переключку С.н. подает в точку смешения воду, повышая ее давление до давления высокотемп-рной воды. Т.о. в точку смешения поступают 2 потока воды (G_1 и G_0) в результате действия двух разл. насосов — сетевого и местного, включ. параллельно. С.н. на переключке действует в благоприятных темп-рных условиях (при темп-ре $t_0 \leq 70^\circ$ С) и перемещает меньшее кол-во воды (расход G_0), чем насос на обратной или подающей магистрали (расход G_0), т.е. $G_{нас} = G_0$, где $G_0 = G_c - G_1$. С.н. на переключке, обеспечивая смешение, не влияет на *давление циркуляционное для местного отопления*, к-рое определяется разностью давлений в наружных теплопроводах.

С.н. включается непосредственно в магистраль системы отопления, когда разность давлений в наружных теплопроводах недостаточна для норм. циркуляции воды. При этом С.н., обеспечивая помимо смешения необходимую циркуляцию воды, становится циркуляционно-смесительным. С.н. на обратной или подающей магистрали перемещает всю воду, циркулирующую (расход $G_{нас} = G_c$) при темп-ре t_0 или t_r . Включение С.н. в общую магистраль систе-



Принципиальные схемы смесительной установки с насосом

а — на переключке между магистралями системы отопления; б — на обратной магистрали; в — на подающей магистрали; 1 — смесительный насос; 2 — регулятор температуры; 3 — регулятор расхода воды в системе отопления

мы отопления позволяет увеличить в ней давление циркуляц. до необходимой величины независимо от разности давлений в наружных теплопроводах. Условия смешения воды аналогичны: в точку смешения поступают 2 потока воды (G_1 и G_0) также в результате действия сетевого насоса и местного С.н. с той лишь разницей, что С.н. включаются последовательно по отношению к сетевому. Давление в системе отопления с циркуляц.-смесит. насосом, включ. в общую обратную магистраль, ниже давления в наружных теплопроводах. Данная схема установки Н.с. может быть выбрана после проверки, не произойдет ли при таком понижении давления вскипания воды или подсоса воздуха в отд. местах системы. С.н. повышает давление воды до давления в наружном обратном теплопроводе. Давление в точке смешения А должно быть ниже давления в точке В (устанавливается с помощью регулятора). Включаемый в общую подающую магистраль, С.н. предназначен не только для смешения и циркуляции, но для подъема воды в верхнюю часть системы отопления высокого здания. С.н. становится также циркуляционно-повысительным. С.н., как и циркуляц., устанавливаются по два с паралл. включением в теплопровод; действует всегда один при др. резервном. Смешение воды может осуществляться и без местного С.н. В этом случае смесит. установка оборудуется водоструйным элеватором. Несмотря на нек-рое увеличение капит. вложений и эксплуат. затрат, преимущество отдается С.н., при к-ром возможны улучшение теплового режима помещений и экономия теплоты, расходуемой на отопление.

СМЕШЕНИЕ ВОЗДУХА — один из простейших процессов изменения состояния влажного воздуха, возникающий при соединении двух или более потоков воздуха с разными параметрами в общий поток. Процесс С.в. применяется при организации

рециркуляции воздуха (удаляемый из помещения воздух подмешивается к потоку свежего наружного воздуха и возвращается в помещение). Др. пример использования процесса С.в. — управление параметрами воздуха, проходящего через тепло- или тепло-массообм. аппараты с использованием обводного канала.

Основой для расчета параметров смеси служат ур-ния сохранения теплоты и массы. Поэтому любой параметр смеси является средневзвеш. по массе параметром: $t_c = (\sum G_i t_i / \sum G_i)$; $I_c = (\sum G_i I_i / \sum G_i)$; $d_c = (\sum G_i d_i / \sum G_i)$, где t_c, t_i — темп-ра смеси и ее составляющих; I_c, I_i — уд. энтальпия смеси и ее составляющих; d_c, d_i — уд. влагосодержание смеси и ее составляющих; $\sum G_i, \sum G_i$ — массовый расход смеси и ее составляющих.

Графич. построение процесса на *диаграмме I-d влажного воздуха* сводится при смешении двух потоков к отысканию точки смеси на отрезке, соединяющем точки, характеризующие параметры смешиваемых потоков. Существует т.н. "правило рыча-

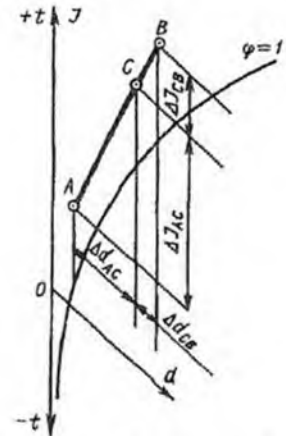


Схема на диаграмме I-d процесса смешения воздуха

точки А и В — параметры потоков смешиваемых воздуха; точка С — параметр смеси; $\Delta I_{AC}, \Delta I_{cB}$ — перепады уд. энтальпии; $\Delta d_{AC}, \Delta d_{cB}$ — перепады уд. влагосодержания

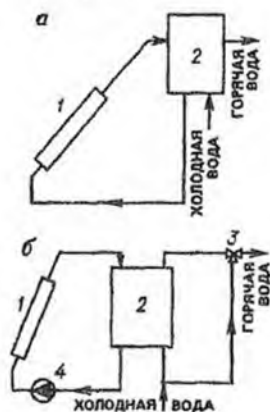
га", согласно к-рому точка смеси (на схеме точка С) делит отрезок АВ на части, обратно пропорцион. массовым расходам исходных потоков воздуха, т.е. $G_A/G_B = \Delta d_{cB}/\Delta d_{AC} = \Delta I_{cB}/\Delta I_{AC} = \Delta d_{cB}/\Delta d_{AC}$, где G_A, G_B — массовые расходы потоков А и В; $\Delta t, \Delta I, \Delta d$ — перепады соответственно темп-ры, уд. энтальпии, уд. влагосодержания.

СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ К СТАЛЬНЫМ ТРУБАМ — применяемая в системе отопления фасонная деталь с газовой резьбой для соединения концов труб — двух (муфта, сгон, соединительная

гайка, ниппель, футорка), трех (тройник), четырех (крестовина вентиляционная), для заглушения конца трубы (колпак, пробка).

СОЛЕМЕР — прибор для определения концентрации соли в воде путем измерения ее электр. проводимости методом кондуктометрии. Применяют в теплотехнике для определения содержания соли в питательной и котловой воде, а также в конденсате пара.

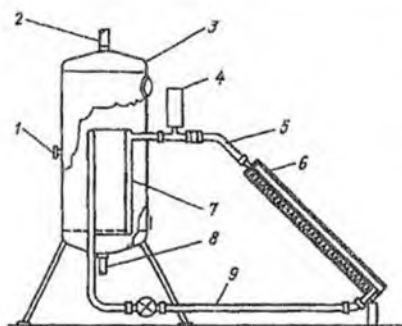
СОЛНЕЧНАЯ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА — установка, частично или полностью покрывающая тепловую нагрузку систем отопления и горячего водоснабжения здания за счет солнечного излучения. По принципу работы и конструктивному оформлению С.в.у. можно разделить на 3 группы: с естеств. циркуляцией теплоносителя, с принудит. циркуляцией теплоносителя и компактные интегрированные. Схема С.в.у. с естеств. циркуляцией воды включает коллектор солнечной энергии, аккумулятор теплоты и соединит. теплопроводы. Вода из коллектора поступает по подъемному теплопроводу в верхнюю часть бака-аккумулятора теплоты, вытес-



Солнечная водонагревательная установка с естественной (а) и принудительной (б) циркуляцией воды

1 — коллектор солнечной энергии; 2 — бак-аккумулятор теплоты; 3 — трехходовой клапан; 4 — насос

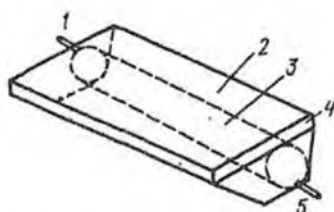
няемая более холодной водой, поступающей по обратному теплопроводу из бака в коллектор солнечной энергии. Для эффективной работы С.в.у. требуется хорошая теплоизоляция (минер. ватой толщиной 50—75 мм) всех нагреваемых поверхностей — бака-аккумулятора, теплопроводов. Для обеспечения должной естеств. циркуляции воды в С.в.у. бак-аккумулятор располагают выше коллектора солнечной энергии. С.в.у. с принудит. циркуляцией теплоносителя используется



Солнечная водонагревательная установка с незамерзающим теплоносителем

1 — термостат; 2 — отвод горячей воды; 3 — бак-аккумулятор; 4 — расширительный бак; 5 — подача горячей теплоносителя; 6 — коллектор солнечной энергии; 7 — теплообменник; 8 — подвод холодной воды; 9 — обратная труба

обычно для горячего водоснабжения крупного объекта. Коллектор в такой установке представляет собой большой массив панелей, собранных из многочисл. модулей с параллельно-последоват. соединением. В данной схеме предусмотрено подмешивание холодной воды для обеспечения заданной тем-ры нагретой воды. В районах с суровым климатом обычно применяются двухконтурные схемы С.в.у. Они включают жидкостный или воздуш-



Компактная солнечная водонагревательная установка емкостного типа

1 — патрубок для отвода нагретой воды; 2 — остекление; 3 — водяная емкость с зачерненной поверхностью; 4 — корпус; 5 — патрубок для подвода холодной воды

ный коллектор солнечной энергии и котел-дублер, работающий на природном газе или мазуте. Преимущество двухконтурной схемы — использование незамерзающего теплоносителя (антифриза или воздуха) в контуре коллектора. Все оборудование, кроме последнего, размещается в здании, поэтому подобные системы могут эксплуатироваться и в холодный период года. Котел предназначен для доведения до требуемой тем-ры горячей воды, предварит. нагретой за счет солнечной энергии. При отсутствии поступления солнечной радиации вся тепловая нагрузка обеспечивается котлом. В климатич. условиях нашей страны С.в.у. может дать

летом за день 50—100 кВт·ч тепловой энергии (на 1 м² площади коллектора) в виде воды, нагретой до тем-ры 45—60°С. В индивид. С.в.у. с естеств. циркуляцией незамерзающего теплоносителя такой теплоноситель (напр., антифриз) нагревается в коллекторе, куда поступает по трубе подвода холодной воды, а возвращается в теплообменник по трубе подачи нагретого теплоносителя, снабженной баком расширительным. Теплообменный аппарат расположен внутри бака-аккумулятора. Холодная вода системы горячего водоснабжения поступает в бак по обратной трубе, а нагретая вода подается потребителям по трубе отвода горячей воды. Предусмотрен электронагреватель с термостатом, к-рый включается в тех случаях, когда нагретая вода имеет недостаточную тем-ру. Компактная интегрированная С.в.у. емкостного типа состоит из одной или неск. стальных цилиндрич. емкостей, помещенных в теплоизолиров. ящик с остекл. крышкой и снабженных патрубками для подвода и отвода воды. Снизу внутрь. поверхность корпуса водонагревателя может быть снабжена отражателем для повышения его кпд.

СОЛНЕЧНОЕ ОТОПЛЕНИЕ — обогревание зданий энергией коротковолнового солнечного излучения (солнечной радиацией) на длине волны 0,4—2 мкм. Общее кол-во поступающего на поверхность Земли прямого и диффузного солнечного излучения, к-рос без экологич. ущерба для природы может быть использовано для произ-ва электр. энергии и теплоты, составляет 1,05 · 10¹⁸ кВт·ч в год, т.е. в несколько раз превышает соврем. мировое энергопотребление. Недостаток солнечного излучения как энергоресурса — низкая плотность (200—1000 Вт/м²) и периодичность поступления на поверхность Земли. Годовой поток солнечного излучения в северном полушарии составляет от 550 кВт·ч (на 1 м² горизонт. поверхности) на 68° до 1900 кВт·ч на 39° с.ш. Наиболее благоприятные условия для применения установок солнечного отопления — на юге России, в Нижнем Поволжье и на Северном Кавказе.

В Древней Греции, Древнем Риме, Китае с V в. до н.э. при планировке городов и стр-ве домов стремились к макс. использованию солнечного излучения для отопления жилищ в холодный период года и защите от солнечной радиации в жаркое время. Улицы городов были ориентированы с севера на юг и с востока на запад; дома имели защиту от холодных ветров с севера, осн. помещения располагались в них на южной стороне с большими оконными проемами, снабж. карнизами для защиты от солнечных лучей летом. В Риме в I в. н.э. солнечное излучение использовалось для обогрева вилл богатых римлян и

обществ. бань. Тогда же начали применять остекление окон и аккумулярование теплоты в полу и подполье, заполненном землей. В 1767 швейц. естествоиспытатель Гораций де Соссюр построил горячий ящик с трехслойным остеклением верхней поверхности и внутр. теплоизоляцией, что обеспечило повышение темп-ры воздуха внутри него до 110—160°C. В сущности это был прототип соврем. плоского коллектора солнечной энергии. Аналогичные устройства для улавливания солнечного излучения были испытаны с 1837 по 1881 г. в Англии и США. Произ-во солнечных водонагревательных установок началось в 1890 в Южной Калифорнии. Первая конструкция представляла собой простой бак объемом 110 л. Во второй конструкции 4 бака по 120 л были помещены в дерев. теплоизолиров. ящик со стекл. крышкой и соединены между собой трубками. Практич. использование солнечного излучения для отопления началось в 30-х гг., но особенно возросло в 70—80 гг. XX в. В индустриально развитых странах налажено произ-во коллекторов солнечной энергии, аккумуляторов теплоты, солнечных водонагреват. установок и др. устройств. Построено большое число солнечных домов, демонстрац. систем С.о., в т.ч. ряд крупных систем для теплоснабжения целых поселков и р-нов городов. Достижения нашей страны скромнее, однако и здесь построены десятки опытных установок солнечного горячего водоснабжения и неск. солнечных домов, выпускаются плоские коллекторы солнечной энергии. Существуют активные и пассивные системы солнечного отопления. С.о. наиболее эффективно при низкотемп-рном теплоносителе (30°C при отоплении нагретым воздухом и 50°C в системах водяного отопления).

С.о. эффективно только в том случае, если при стр-ве дома и разработке системы его отопления соблюдены след. принципы пассивного использования солнечной энергии: снижение теплопотребления здания путем эффективной теплоизоляции и уменьшения подсосов холодного воздуха, оптим. его размещение и ориентация, рацион. расположение и размеры окон. Преимущества систем — легкость и гибкость интегрирования их со зданием и возможность автоматич. управления работой, недостатки — возможность замерзания теплоносителя, коррозия оборудования, высокая стоимость. Пассивные системы С.о. просты, надежны в работе и недороги; недостатки их — более низкая тепловая эффективность и трудность поддержания необходимого темп-рного режима в отапливаемых помещениях.

См. также: Солнечно-теплонасосная система отопления.

СОЛНЕЧНО-ТЕПЛОНАСОСНАЯ СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ — обогревательная установка, включающая солнеч-

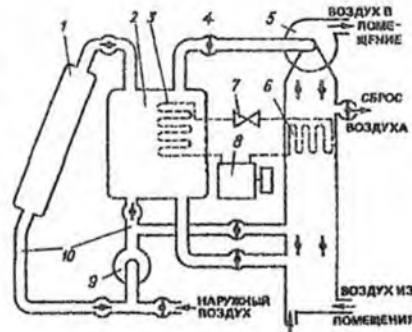
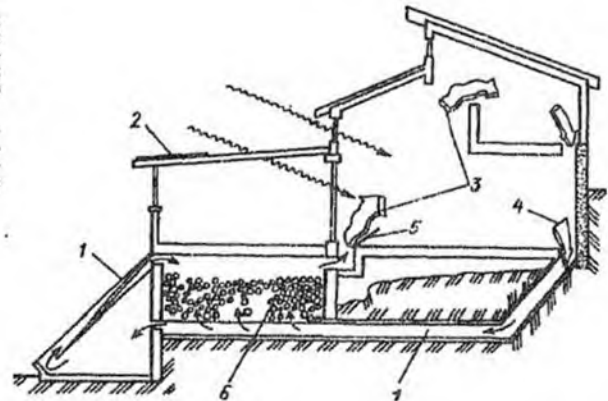


Схема солнечно-теплонасосной системы отопления воздушного

1 — воздушный коллектор солнечной энергии; 2 — галечный аккумулятор теплоты; 3 — испаритель теплового насоса; 4 — запорно-регулирующие клапаны; 5 — вентилятор системы отопления; 6 — конденсатор теплового насоса; 7 — дросселирующий вентиль; 8 — компрессор теплового насоса; 9 — вентилятор в контуре коллектора солнечной энергии; 10 — воздуховоды

Солнечный дом с прямым улавливанием солнечной энергии, конвективным контуром для нагревания воздуха и аккумулярованием теплоты в слое камней

1 — воздушный коллектор; 2 — солнцезащитное устройство; 3 — теплый воздух; 4 — свежий воздух; 5 — регулирование воздуха; 6 — камень



ное отопление и тепловой насос, обеспечивающая полностью или частично отопление здания за счет солнечного излучения и теплоты окружающей среды. В солнечно-теплонасосной системе воздушного отопления (и охлаждения) здания воздух, нагретый в коллекторе солнечной энергии, отдает свою теплоту теплоемкому материалу (напр., гальке) в аккумуляторе теплоты и вентилятором вновь подается в коллектор. В аккумуляторе размещен змеевик испарителя теплового насоса; от его конденсатора отводится теплота, используемая для нагревания воздуха, подаваемого вентилятором в отапливаемое здание. Запорно-регулирующие клапаны позволяют переключать систему в разл. рабочие режимы, в т.ч. в режим охлаждения

здания летом. В этом случае функции испарителя и конденсатора изменяются на противоположные. С.-т.с.о. может подавать в помещения воздух; нагреваемый в аккумуляторе за счет накопл. в нем теплоты при отсутствии солнечной радиации. Предусмотрены режим работы одного теплового насоса без коллектора солнечной энергии и возможность сброса избыточной теплоты при работающем коллекторе и отсутствии потребности в теплоте. Тепловой насос включается, когда солнечное отопление не дает достаточного кол-ва теплоты. В тех случаях, когда С.-т.с.о. не в состоянии обеспечить потребность в теплоте, используется дополнительный источник теплоты. Комбинированная С.-т.с.о. обеспечивает более высокую степень замещения тепловой нагрузки по сравнению с установкой солнечного отопления.

СОЛНЕЧНЫЙ ДОМ — жилой дом, отопление и горячее водоснабжение к-рого осуществляются энергией солнечного излучения. С.д. должен располагаться так, чтобы в холодное время года улавливалось макс. кол-во солнечного

излучения; стены, пол, потолок дополнит. теплоизолируются; осн. часть окон (до 60—70%) размещается в юж. стене (по возможности дом не должен иметь сев. окон); окна в ночное время закрываются ставнями или плотными шторами; щели в окнах и дверях уплотняются. Целесообразно С.д. строить в виде 2—3-этажной конструкции. С.д. оборудуется активной или пассивной системой солнечного отопления.

СОПРОТИВЛЕНИЕ ОГРАЖДЕНИЯ ВОЗДУХОПРОНИЦАНИЮ — величина, обратная коэффициенту воздухопроницания ограждений, численно равная разности давления в степени n , при к-рой через 1 м² ограждения в течение 1 ч проходит 1 кг массы воздуха. Здесь пока-

затель степени n определяет режим течения воздуха через неплотности ограждения; $n = 1$ — при ламинарном режиме течения, $n = 0,5$ — при турбулентном, $n = 2/3$ — при смеш. (напр., в окнах).

СОПРОТИВЛЕНИЕ ПАРПРОНИЦАНИЮ — хар-ка слоя материала или слоистой конструкции. С.п. численно равно величине, обратной массе влаги, проходящей через единицу площади в единицу времени при разности упругостей водяного пара в единицу давления по разные стороны слоя материала или конструкции. При пост. коэфф. паропрооницаемости сопротивление паропрооницанию слоя материала $R_n, м^2 \cdot с \cdot Па/кг$, равно $R_n = \delta/\mu$, где δ — толщина слоя материала, м; μ — коэфф. паропрооницаемости материала, $кг/(м^2 \cdot с \cdot Па)$.

Для слоистой конструкции, состоящей из n слоев разл. материалов, сопротивление паропрооницанию равно $R_n = \sum_{i=1}^n \delta_i/\mu_i$, где i — номер слоя.

СОРБЕНТЫ — твердые материалы с развитой поверхностью, применяемые в процессах очистки воды методами сорбции, биосорбции и каталитич. окисления и фильтрации. С. могут быть активные угли, углеминеральные, минеральные и спец. материалы, а также грубодисперсные примеси воды и хлопья коагулянтов. По физ.-механич. параметрам С. различают: гранулиров. с эффективным размером частиц $d_3 0,07—0,10$ мм, самопроизвольно отделяющиеся от обрабатываемой воды, изготавливаемые экструзией порошкообразные ($d_3 < 0,10—0,15$ мм), "крупка" ($0,07—0,10 \leq d_3 \leq 0,20—0,5$ мм) и полифракционные. Активные угли преимущественно используют для извлечения из воды неполярных и слабополярных органич. и элементоорганич. в-в, соединений тяжелых металлов в слабоионизиров. формах; углеминер. С. — для извлечения слабополярных соединений и ионов; минер. С. — для извлечения полярных органич. и неорганич. соединений.

В нашей стране активные угли выпускают на предприятиях хим. пром-сти (типов СКТ, АГМ, АГ-3, АГ-5, КАД, ОУ, УАФ) и лесохим. (типов ДАК, БАУ, ОУ) и пром-сти углепереработки и энергетики (типов БКЗ, АБД), а также в отд. цехах разл. предприятий (крупнотоннажные производства — более 1000 т/год). Гранулир. и полифракц. С. поддаются хим. и термич. регенерации. С. поставляются в мешках (20—25 кг) или контейнерах (100—500 кг).

СОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ВОДЫ — физ.-хим. процессы поглощения твердыми сорбентами примесей

Основные характеристики активных углей, используемых для очистки вод

Марка АУ	Сырье для производства АУ	Основной размер частиц d , мм	Плотность, г/см ³		Прочность по истиранию
			насыпная	кажущаяся	
СКТ	Торф	1,5	0,42		
		2,5			
СКТ-6	Торф	0,5	0,55	0,74	
		1,0	0,41		
АА	Уголь каменный	1,0	0,55	0,94	75
		1,5	0,34		
АГМ	Уголь каменный	1,0	0,45	0,63	73
		1,5			
АГ-3	Уголь каменный	1,5			
		3			
АГ-5	Уголь каменный	1,0	0,45	0,6	75
		1,5			
АБД	Уголь бурый	0,5	0,6	0,9	
		1,5			
БКЗ	Уголь бурый	0,5	0,7	1,2	66
		1,5			
КАД-1	Уголь каменный	2	0,4		
		5			
ДАК	Древесина	0,5	0,23		35
		1,5			
БАУ	Древесина	1	0,2	0,38	
		5			
ДАУ	Уголь каменный	1			30
		5			
F-300 (USA)	—	0,7	0,41	0,75	75
		2			

(молекул, ионов) из воды. Сорбционный процесс самопроизвольный, имеет обратимый характер. При сорбции происходит поглощение и концентрирование в-в из раствора на поверхности и в порах сорбента. Движущей силой этого процесса является разность хим. потенциалов в-ва в свободном и адсорбиров. состояниях. В реальных условиях контакт сорбента и очищаемой воды кроме адсорбции сопровождается адгезией и коалесценцией примесей на сорбенте, а иногда и частичной деструкцией

сорбата. С.о.в. используется для извлечения из природных, сточных и оборотных вод органич., элементоорганич. и следов минер. соединений, как правило, биорезисторного характера, преимущественно в целях дальнейшего использования воды (фенолы, нефтепродукты, хлорорганич. в-ва, СПАВ, соединения хрома, меди, др.).

Сорбция как процесс перемещения в-ва в пространстве зависит от соотношения размеров адсорбируемых молекул и пор сорбента. Существуют их оптим. соотно-

шения. Вследствие совместного влияния диффузионных и экзотермич. процессов конкретный сорбц. процесс имеет оптим. темп-ру осуществления (часто 20–50°C) либо интенсифицируется с понижением темп-ры. Сорбируемость в-в и равновесная сорбц. емкость сорбента повышаются с ростом конечной (остаточной) концентрации примеси в воде, и в большинстве случаев эта зависимость носит пропорцион. характер.

С.о.в. осуществляется либо в режиме фильтрации через гранулиров. сорбент, либо при контакте воды и порошкообразного сорбента с перемешиванием (5–15 мин). В качестве фильтров-адсорберов используют скорые механич. фильтры из металла или железобетона (в антикорроз. исполнении) с высотой загрузки сорбента 1,5–2,5 м (в одну — две ступени) и скоростью фильтрации 5–8 м/ч. По мере роста гидравлич. сопротивления фильтры-адсорберы промывают водой (10–15 мин, интенсивность 5–8 л/(с·м²) без подачи воздуха). Вследствие низкой прочности и высокой стоимости сорбентов целесообразна минимизация числа их промывок путем осветления воды перед подачей ее на сорбцию. Срок службы (время защитного действия) и, следовательно, общие расходы сорбентов на очистку воды снижаются при предварит. выделении из воды высокомолекулярных примесей (смола, белков) и предозонировании воды дозами 3–5(10) мгО₃/л. Отработ. сорбент, исчерпавший сорбц. свойства, регенерируется непосредственно в адсорбере или в спец. реакторах или печах. Поэтому адсорберы оборудуют системой гидроперегрузки сорбента (эжекторы и резиноканевые трубы D_y = 50 мм, со скоростью транспортировки сорбента типа ГАУ 7–12 м/ч).

Эффективность С.о.в. зависит в осн. от выбора сорбента: для сорбции монозагрязнений (фенол, толуол, др.) — микропористые активные угли марок АГМ, КАД-1, АА; при доочистке вод от смесей органич. в-в — сорбенты с полидисперсной пористой структурой марок ДАУ, АГ-3, АБД; при извлечении полярных органич. в-в и соединений тяжелых металлов — углеминер. сорбенты и высокозольные активированные угли — АБД, ЛАУ.

СОРБЦИЯ И ДЕСОРБЦИЯ ВОДЯНОГО ПАРА МАТЕРИАЛАМИ

— процесс поглощения или отдачи водяного пара материалом в окружающую среду, к-рый приводит к равновесному влажностному состоянию материала с окружающей средой. Осн. хар-ками рассматриваемого процесса являются изотермы сорбции и десорбции водяного пара материалом, представляющие собой зависимость равновесной влажности материалов (сорбц. или десорбц.) от относит.

давления водяного пара (*относительной влажности воздуха*). Если предварительно высуш. образец материала помещают последовательно в среду с повышающимся относит. давлением водяного пара, то возникает сорбция водяного пара, если увлажн. образец помещают последовательно в среду с уменьшающимся относит. давлением водяного пара, то десорбция. Эксперимент. изотермы сорбции и десорбции могут определяться след. методами: эксикаторный, при к-ром образец материала приобретает равновесную влажность, находясь в эксикаторе над раствором серной к-ты или соли определ. концентрации; динамический, при к-ром образец материала приобретает равновесную влажность, находясь в потоке воздуха заданной темп-ры и влажности; вакуумный, при к-ром образец материала приобретает равновесную влажность, находясь в вакуумиров. сосуде, где поддерживается заданное давление водяного пара. Изотермы сорбции и десорбции определяются строением и хим. составом материала путем проявления разл. механизмов взаимодействия молекул воды со скелетом материала. Среди последних можно отметить адсорбцию, капиллярную конденсацию, заполнение молекулами воды микропор и межслоевого (межкристаллич.) пространства, хим. взаимодействие воды с в-вом скелета материала и др.

Под адсорбцией понимается явление, при к-ром поверхность пор материала покрывается молекулами воды, образующими непрерывную или прерывистую пленку. Основой теории адсорбции является теория полимолекулярной адсорбции, предлож. в 1938 С. Брунауэром, П. Эмметом и Э. Теллером (БЭТ). Согласно ей водяной пар адсорбируется слоями, при этом молекулы воды конденсируются на свободных местах и испаряются с занятых мест с равными скоростями. Принимается, что энергии взаимодействия молекул второго и третьего, третьего и четвертого и т.д. адсорбиров. слоев равны между собой и меньше, чем энергия взаимодействия первого монослоя с поверхностью пор материала. Эта модель позволила получить ур-ние БЭТ

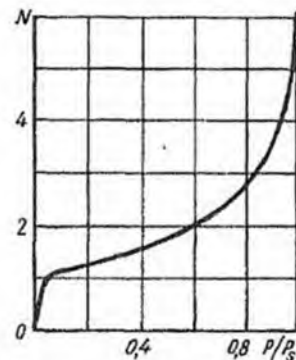
$$\frac{p/p_s}{\omega(1-p/p_s)} = \frac{1}{\omega_m c} + \frac{c-1}{\omega_m c} (p/p_s),$$

где p/p_s — относит. упругость водяного пара, доли ед.; ω — сорбц. влажность материала, кг/кг; ω_m — емкость монослоя, т.е. влажность материала, соответствующая покрытию поверхности пор материала мономолекулярным слоем, кг/кг; c — константа ур-ния; при нек-рых предположениях можно получить, что она численно равна отношению "времени жизни" молекулы воды в первом монослое

ко "времени жизни" во втором или в любом из последующих адсорбционных слоев.

Эксперимент. изотермы сорбции могут быть описаны этим ур-нием только на нач. участке при $0,05 \leq p/p_s \leq 0,35$. Величины ω_m и c являются параметрами ур-ния БЭТ, они могут быть рассчитаны по эксперимент. точкам нач. участка изотермы сорбции. Исключительно важна возможность определять по изотерме сорбции величину ω_m , поскольку это позволяет вычислить уд. поверхность материала, т.е. площадь поверхности пор и капилляров, приходящуюся на единицу массы материала $A = (\omega_m/M)N_A A_m$, где A — площадь уд. поверхности материала, м²; M — молекулярная масса воды, кг/кмоль; N_A — число Авогадро, равное $6,02 \cdot 10^{26}$ кмоль⁻¹; A_m — посадочная площадь молекулы воды, м².

При расчетах величину A_m чаще всего принимают равной $10,6 \cdot 10^{-20}$ м² исходя из наиболее плотной упаковки молекул воды. Площадь уд. поверхности материала может иметь многочисл. применения, напр. для анализа замерзания воды в порах материала, для определения кол-ва агрессивного газа, к-рос материал может адсорбировать, для анализа коэфф. влагопереноса материала и в др. случаях. Если сорбция водяного пара материалом происходит только по механизмам адсорбции, то



Стандартная изотерма адсорбции водяного пара

изотермы сорбции ω/ω_m практически не зависят от материалов при значениях $p/p_s > 0,50$, а при меньших значениях p/p_s различие этих изотерм сорбции объясняется различием констант ур-ния. Такая изотерма наз. стандартной изотермой адсорбции водяного пара для значения $c = \infty$ и может быть описана ур-нием $N = [-a/(RT \ln p/p_s)]^{1/q}$, где N — статистич. число адсорбиров. слоев воды; R — универс. газовая пост., равная 8314 Дж/(кмоль·К); T — темп-ра, К; q — константа ур-ния, равная 2,55; a — константа ур-ния, зависящая от значения p/p_s , Дж/кмоль:

$$a = 7,83 \cdot 10^3 \sqrt{(p/p_s)/0,1}$$

при $0 < p/p_s < 0,1$;

$$a = 7,83 \cdot 10$$

при $0,1 \leq p/p_s \leq 0,85$;

$$a = 7,83 \cdot 10^3 \sqrt{(1 - p/p_s)/0,15}$$

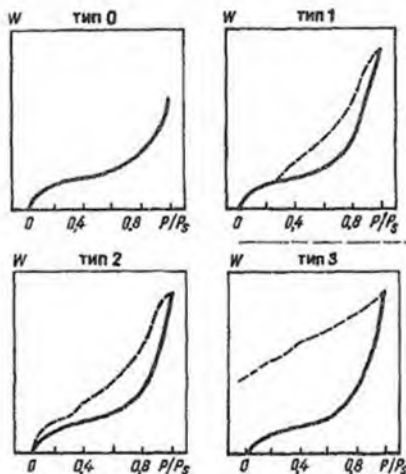
при $0,85 < p/p_s < 1$.

С использованием стандартной изотермы адсорбции водяного пара любым материалом во всем диапазоне изменения p/p_s может быть описана ур-нием $\omega/N = \omega_w(c/c - 1) - (1/c - 1)(\omega/Np/p_s)$, где c — та же самая константа, что и в 1-м ур-нии.

Явление капиллярной конденсации основано на том, что макс. упругость водяного пара над искривленной поверхностью воды меньше, чем над плоской. Соотношение между ними описывается ур-нием Кельвина $\ln(p/p_s) = \sigma M J / RT$, где σ — поверхностное натяжение воды, Н/м; J — кривизна поверхности воды, м⁻¹; ρ — плотность воды, кг/м³.

При образовании на поверхности пор материала пленок адсорбиров. воды с вогнутой поверхностью величина J отрицательна, и конденсация водяного пара на эту поверхность может происходить при упругости водяного пара, меньшей максимальной. Часто ур-ние используют для описания капиллярной конденсации в цилиндрич. капиллярах, в этом случае для сферич. вогнутого мениска кривизна может быть определена как $J = \sqrt{2}/r \cos \theta$, где θ — угол смачивания водой стен капилляра; для цилиндрич. вогнутого мениска — $J = -1/r$. В результате исследований установлено, что капиллярная конденсация может происходить в порах, эквивалентных цилиндрич. капиллярам, радиусом от $16 \cdot 10^{-10}$ до $1000 \cdot 10^{-10}$ м; такие поры наз. мезопорами. Адсорбция и капиллярная конденсация обуславливаются в основном пористой структурой материала. Поэтому с их помощью можно описать сорбцию водяного пара только в капиллярно-пористых материалах, в к-рых не происходит хим. взаимодействия воды со скелетом материала.

В большинстве случаев изотермы десорбции не совпадают с изотермами сорбции, и наблюдается т.н. сорбц. гистерезис. Его возможные типы представлены на схеме. Тип 0 гистерезиса, т.е. отсутствие гистерезиса, соответствует случаю чистой адсорбции и характерен для таких материалов, как минер. вата, глиняный кирпич, керамзит, кварцевый песок. Тип 1 гистерезиса соответствует проявлению адсорбции и капиллярной конденсации и характерен для ряда пенопластов, напр. для фенольно-резольного пенопласта. Тип 2 гистерезиса соответствует случаю, когда в результате сорбции водяного пара изменяется сорбц. способность материала, и характерен для целлюлозных материалов. Тип 3 гистерезиса соответствует случаю, когда молекулы воды запол-



Типы сорбционного гистерезиса для строительных материалов

няют межслоевое (межкристаллич.) пространство, и характерен для цементных бетонов. Если описание изотерм типов 0 и 1 возможно на основании единых теоретич. положений, то изотермы типов 2 и 3 могут быть описаны только с помощью эмпирических соотношений на основании нек-рых гипотез. С понижением темп-ры как сорбц., так и десорбц. влажность материалов увеличивается, что связано со снижением энергии молекул воды.

СОСРЕДОТОЧЕННАЯ ПРИТОЧНАЯ СТРУЯ — струя воздуха, создаваемая приточным отверстием или насадком, обеспечивающим параллельность векторов воздуха на входе в вентилируемое помещение. Сечения отверстий могут быть круглыми или квадратными, прямоугольными или в виде щели. Для С.п.с. характерны большая дальнобойность, слабое затухание скорости воздуха по длине струи, малый угол раскрытия границ в горизонт. и вертикал. направлениях (по сравнению с *веерными* и *закрученными приточными струями*).

СПОСОБЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ — приемы гидравлического расчета системы отопления, обеспечивающие циркуляцию определ. кол-ва теплоносителя, принятые в практике проектирования отопления зданий и сооружений. Наиболее распростран. С.г.р.с.о. — по уд. линейной потере давления, когда диаметр теплопроводов системы водяного отопления подбирается для пропуска заданного кол-ва теплоносителя, исходя из равных (употребляется также термин — *постоянных*) перепадов темп-ры нагретой (t_r) и охлажд. (t_o) воды в стояках и ветвях ($\Delta t_{ст}$), причем таких же, как расчетный

перепад темп-ры теплоносителя в системе в целом ($\Delta t_{ст} = \Delta t_c$, где $\Delta t_c = t_r - t_o$). При этом фактически определяются расходы теплоносителя, и тогда вычисляются на каждом участке системы потери давления отдельно на трение (R) и местные сопротивления (Z) по ф-ле $\Delta R_{уч} = Rl + Z$, где R — уд. потеря давления на трение теплоносителя о стенки трубы длиной 1 м (Па/м). Общие потери давления в системе отопления, состоящей из последовательно соедин. участков, при расчете должны составлять $(\Sigma Rl + \Sigma Z_{уч}) \approx 0,9 \Delta p_p$, где Δp_p — расчетное давление циркуляционное (Па). Этот С.г.р.с.о. применяется для расчета систем не только водяного, но и парового (низкого давления), и воздушного отопления.

Второй С.г.р.с.о. — по характеристикам гидравлического сопротивления и проводимости элемента системы отопления — используется для расчета однотрубных систем водяного отопления с тупиковым движением теплоносителя в их магистралях (при турбулентном режиме течения). В результате расчета устанавливается фактич. распределение общего расхода воды в системе по отд. стоякам и ветвям, и в каждом из них определяется действительный неравный (употребляются также термины — *переменный*, *скользящий*) перепад темп-ры воды: $\Delta t_{ст} \approx \Delta t_c$, причем допускается отклонение $\Delta t_{ст}$ от Δt_c на $\pm 7^\circ\text{C}$ (при t_r до 115 и $t_o \geq 60^\circ\text{C}$). Предварительно выбирается внутр. диаметр труб (d_b) на каждом участке с учетом допустимости получающейся скорости движения воды и конструктивных соображений. Одновременно с определением расходов воды на участках $G_{уч}$ (т.е. потокораспределения в системе) находятся потери давления на каждом участке — $\Delta p_{уч}$ (Па) по ф-ле $\Delta p_{уч} = S_{уч} G_{уч}^2$, где $S_{уч}$ — характеристика гидравлич. сопротивления участка, выражающая потери давления на участке при расходе воды 1 кг/с (или 1 кг/ч). Общие потери давления в каждом циркуляц. кольце системы водяного отопления, как и по первому способу, должны составлять $\Sigma \Delta p_{уч} \approx 0,9 \Delta p_p$. При применении этого С.г.р.с.о. потокораспределение между паралл. соедин. участками (напр., в приборном узле с замыкающим участком) устанавливается пропорционально проводимости каждого из этих участков. Третий С.г.р.с.о. — по приведенным длинам участков — применяется для расчета систем парового отопления высокого давления, а также наружных теплопроводов. При этом способе расчета известно на каждом участке значение $R_{уч}$ — уд. потери давления на трение о стенке трубы длиной 1 м — умножается на приведенную длину $l_{пр}$ участка, т.е. $\Delta p_{уч} = R_{уч} l_{пр}$, где $l_{пр} = l_{уч} + l_{экв}$ и $l_{экв} = \Sigma \xi_{уч} d_{уч} / \lambda$. Здесь

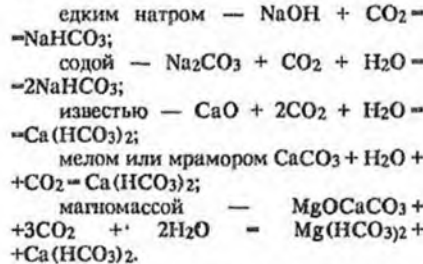
фактич. длина участка $l_{уч}$ увеличивается на дополнит. длину $l_{экв}$, эквивалентную по потерям давления потерям в местных сопротивлениях на рассматриваемом участке. Четвертый С.г.р.с.о. — по динамич. давлениям ($p_{дин} = \rho w^2/2$, где w — скорость движения воды, м/с) — предназначается для расчета систем водяного отопления с короткими участками и многочисл. местными сопротивлениями. На каждом участке к значению $\Sigma \xi_{уч}$ — к действит. сумме коэфф. местных сопротивлений прибавляется их дополнит. сумма, эквивалентная по потерям давления линейным потерям на участке, т.е. $\Sigma \xi_{пр} = \Sigma \xi_{уч} + \Sigma \xi_{экв}$, где $\Sigma \xi = (\lambda/d_n) l_{уч}$, и тогда потери давления на участке вычисляются как $\Delta p_{уч} = \Sigma \xi_{пр} \rho w^2/2$, где ρ — средняя плотность нагретой воды в системе отопления (напр., 972 кг/м³ при темп-ре воды 80 °С).

СТАБИЛИЗАЦИЯ ВОДЫ —

процесс водоподготовки, направленный на предотвращение коррозии и отложений карбоната кальция в трубопроводах, оборудовании и аппаратах. Вода считается стабильной, если она не вызывает растворения карбоната кальция и не выделяет его. Способность воды образовывать карбонатные отложения или, наоборот, растворять их определяется произведением активностей Ca^{2+} и CO_3^{2-} . При концентрации растворенного в воде CO_2 ниже равновесной происходит сдвиг равновесия в сторону накопления в воде ионов CO_3^{2-} , сопровождающийся образованием и выделением в твердую фазу $CaCO_3$. Если же концентрация CO_2 превышает равновесную, то создаются условия для растворения $CaCO_3$. При оценке состояния равновесий часто используют два показателя: 1) отношение произведения активностей кальций-иона и карбонат-иона к термодинамич. произведению растворимости карбоната кальция, иногда наз. степенью насыщения воды карбонатом кальция, и 2) индекс насыщения карбонатом кальция. Последний представляет собой разность между фактич. значением рН воды и его гипотетич. значением, отвечающим состоянию насыщения воды карбонатом кальция. В агрессивной воде степень насыщения 1, а индекс насыщения — отриц. величина. Наоборот, в водах, способных образовывать отложения карбоната кальция, степень насыщения 1, и индекс насыщения положителен, а вода перенасыщена карбонатом кальция. Наиболее надежные значения индекса насыщения и степени насыщения воды карбонатом кальция получают в ходе эксперимент. определения путем продолжит. обработки воды порошком углекислого кальция (карбонатные испытания). Применяются и др., в осн. расчетные, оценочные показа-

тели, учитывающие наряду с параметрами карбонатно-кальциевой системы концентрации в воде хлоридов, сульфатов, ионных пар, растворенного кислорода, кремния, нитратов, магния и органич. углерода, но обладающие органич. универсальностью.

Мягкие природные, опресненные, умягченные Н-катионированием и кислые сточные воды относят к агрессивным. К водам, способным к отложению карбоната кальция и др. солей, часто относят артезианские (особенно бальнеологич.) и геотерм. воды, воды, используемые для охлаждения технологич. оборудования, а также обработ. известью в схемах умягчения и кальцинации. Для стабилизации агрессивной воды применяют обработку ее реагентами, фильтрацию, а также декарбонизацию. В качестве реагентов используют известь, соду и соединения органич. и неорганич. фосфора. Стабилиз. фильтры загружают дроблеными природными карбонатами — мрамором, известняком, мелом, доломитом, кораллами, силикатами и искусственными — магномассой, нутралитом, а также анионообменной смолрой. Стабилизация состава вод щелочными соединениями сводится к связыванию угольной к-ты согласно уравнениям:



Дозы реагентов назначают исходя из стехиометрии реакций связывания ими CO_2 , допуская небольшое пересыщение воды $CaCO_3$. Соединения фосфора — гексаметафосфат или триполифосфат натрия, а также оксипропилендифосфоновая к-та (ОЭДФК) — применяют в составе ингибиторных противокорроз. композиций в сочетании с солями цинка или хрома. Реагенты дозируют в обрабатываемую воду в виде растворов. При использовании негашеной извести известковые растворы приготавливают в гасителях и *сатураторах*. Загрузку карбонатных фильтров принимают с большим избытком по отношению к стехиометрически необходимому ее расходу при минимизации размеров ее зерен. Анионит в стабилиз. фильтрах переводят в бикарбонатную форму и производят при фильтровании обмен части растворенных в воде сульфатов и хлоридов на бикарбонаты. Глубина замены зависит от кол-ва углекислого натрия, затрачиваемого на регенерацию

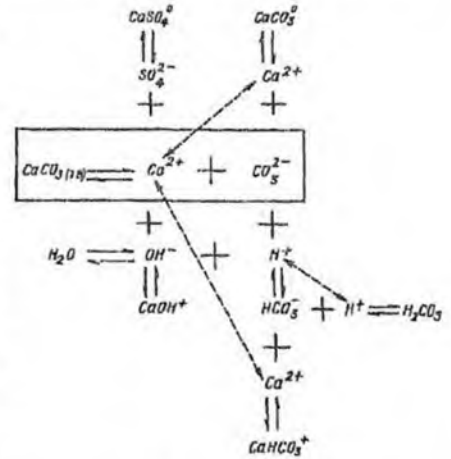


Схема основных химических равновесий воды в состоянии насыщения ее карбонатом кальция $CaSO_4$, $CaCO_3$, $CaOH^+$, $CaHCO_3^+$ — ионные пары

загрузки. Фильтры с дробленным силикатом применяют для горячей воды, когда растворимость кремния повышается. Осн. область использования наиболее удобных в эксплуатации фильтрац. установок стабилизации являются мягкие и опресненные воды. В жестких водах реакционная способность стабилиз. установок резко падает, поэтому их заменяют реагентами, к-рые необходимо точно дозировать. Введение их при значит. избытке может привести к умягчению воды в результате взаимодействия с солями жесткости. Использование едкого натра и соды ограничивается их дефицитностью и высокой стоимостью.

При декарбонизации удаление CO_2 достигается либо продуванием через воду воздуха, либо подогревом воды до темп-ры 40—50 °С, либо вакуум-деаэрацией. Ввиду высокой энергоемкости декарбонизации применяется на установках малой произ-сти и в основном в жестких водах. Для предотвращения отложений карбоната кальция применяют умягчение, подкисление, карбонизацию, фосфатирование воды и воздействие на нее электрическими, магнитными и ультразвуковыми полями. Практически все известные методы умягчения (реагентами, катионированием и нагреванием) применимы для предотвращения карбонатных отложений в водах любого состава (см. *Умягчение воды катионированием, Умягчение воды реагентами*).

Подкисление воды достигается обычно введением серной или соляной к-ты. Дозу к-ты выбирают с таким расчетом, чтобы остающиеся в растворе бикарбонаты были стабилизированы наличным и выделяющимся при подкислении CO_2 . При использовании серной к-ты ограничения

предусматривают для предотвращения сульфатных отложений. Во всех случаях кислотной обработки происходит увеличение содержания воды за счет добавки анионов к-т. Метод подкисления не требует громоздкого реагентного х-ва, но предусматривает тщательный контроль за добавкой к-ты. При карбонизации CO_2 вводят в воду в составе либо дымовых газов, либо атмосферного воздуха, либо вводят чистый CO_2 часто пищевого качества. В сильно пересыщ. водах присадка CO_2 способствует зарождению кристаллов CaCO_3 , к-рые могут быть выделены из воды до ее использования. В умеренно пересыщ. водах предварит. ввод CO_2 компенсирует потерю углек-ты, напр. при нагревании воды, и тем самым предупреждает распад бикарбонатов. В питьевом водоснабжении совместной обработкой мягких вод известью и CO_2 достигается повышение в них карбонатной жесткости до уровня, обусловл. сан.-гигиенич. требованиями. Доза CO_2 при стабилизации мягких вод практически эквивалентна дозе к-ты, требуемой для той же цели. При карбонизации повышения минерализации не происходит. По сравнению с кислотным углекислотное х-во безопаснее, надежнее и легче управляемо.

При фосфатировании вследствие поверхностно-активных свойств соединения неорганич. и органич. фосфора адсорбируются на поверхности зародышей кристаллов CaCO_3 и препятствуют их росту и выпадению. Фосфатирование проводится при темп-ре нагрева воды не более $60-70^\circ\text{C}$. При более высоких темп-рах происходит образование и выделение в осадок ортофосфатов кальция и магния. Воздействие электр.ч., магнитного и ультразвукового полей изменяет условия кристаллизации CaCO_3 , к-рый выпадает в виде тонкодисперсных кристаллов в объеме воды.

При этом антинакипный эффект объясняется либо воздействием полей на примеси воды, либо изменением ее структуры. Однако обработка воды этими полями не всегда дает устойчивый противонакипный эффект.

СТЕСНЕННАЯ ПРИТОЧНАЯ СТРУЯ — воздушная струя, развивающаяся в огранич. пространстве, оказывающем на нее заметное влияние. Все вентиляц. приточные струи стесненные. Степень стеснения в первую очередь определяется соотношением площадей поперечных сечений приточного отверстия и обслуживаемого струей помещения или его части. *Аэродинамика* С.п.с. весьма сложна. Схема движения приточного воздуха в помещении зависит от мн. факторов: вида приточного насадка, его расположения по высоте и в плане помещения, нач. скорости воздуха, размеров и

конфигурации помещения, расположения и габаритов оборудования, расположения в помещении и мощности тепловых источников и др. Первые исследования С.п.с., проведенные до 1941 В.В. Батуриным, В.И. Ханжонковым и В.Н. Розенбергом, показали всю сложность рассматриваемого процесса. Фундамент. исследования С.п.с. В.А. Бахарева и В.Н. Тропновского подтвердили наличие обратных потоков воздуха, повышение его давления в застойной зоне помещения в результате поршневого действия струи и разужения в зоне ее активной части. На базе этих исследований созданы методика и способ расчета т.н. сосредоточ. подачи приточного воздуха в вентилируемое помещение.

Г.Н. Абрамович применил для анализа С.п.с. модель взаимодействия приточной струи со встречным потоком. Для решения инж. задач используют ме-

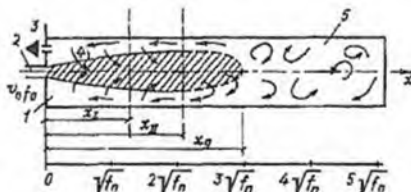


Схема стесненной приточной струи в помещении

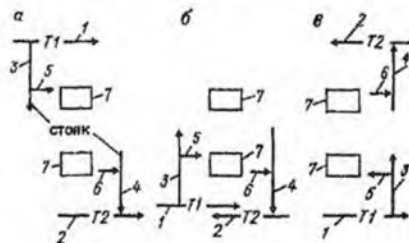
1 — помещение; 2 — приточное отверстие (насадок); 3 — вытяжное отверстие; 4 — стесненная приточная струя; 5 — застойная зона помещения; x и x_0 — соответственно длины I и II критич. зон и дальность струи; \sqrt{f} — калибр помещения

тодику, созданную на базе работ И.А. Шепелева и М.И. Гримитлина. Согласно этой методике в С.п.с. различают неск. режимов движения. До первого критич. сечения, где $x_1 = 1,3$, струя развивается как свободная, эжектируя воздух и расширяясь. Далее до второго критич. сечения, где $x_2 = 2,2$, она перемещается как поток воздуха, эжекция практически отсутствует, движение затормаживается. Между первым и вторым сечениями наблюдается наибольшая скорость в обратном потоке воздуха. За вторым критическим сечением струя вырождается, поток воздуха разворачивается и уходит в виде обратного потока в ту часть помещения, где струя активно подсасывает его. Расстояние x_0 до полного разворота С.п.с. наз. дальностью струи. Обычно она составляет 3—4 калибра помещения (корень квадратный из площади поперечного сечения помещения). Если помещение протяженней, чем дальность С.п.с., то оставшаяся часть помещения не проветривается, и в ней образуются циркуляц. неорганизов. потоки воздуха. Расположение вытяжного отверстия

в нач. или конце помещения практически не влияет на схему развития С.п.с. и ее дальность. Снижение скорости воздуха по длине С.п.с. предложено учитывать, вводя коэффициент стеснения $K_c \leq 1$. Значения K_c получены методом сдвига поля скорости в сечении С.п.с., основанном на законе сохранения массы.

Скорость воздуха на оси С.п.с. равна $v_{\text{ост}} = v_c K_c$, где v_c — скорость воздуха на оси свободной приточной струи. Скорость воздуха (макс.) в обратном потоке определяют как функцию нач. скорости, коэфф. затухания скорости и отношения площадей поперечных сечений приточного отверстия и помещения. В нашей стране получили распространение управляемые С.п.с., дальность к-рых увеличивается за счет размещ. по длине помещения источников импульсов (*вентиляторы осевые, воздушные эжекторы*).

СТОЯК СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ — вертикал. теплопровод, соединяющий магистрали системы отопления с подводками к отопительным приборам или с ветвями системы отопления. С.с.о. наз. подающим при использовании его для распределения теплоносителя между подводками или ветвями и обратным — для сбора отдавшего теплоту теплоносителя. В *однотрубной системе водяного отопления* и *бифилярной (двухпоточной) системе отопления* ф-ции распределения и сбора теплоносителя совмещаются в одном С.с.о. Направление движения теплоносителя в С.с.о. может быть сверху вниз и снизу вверх. С.с.о. размещается в помещении открыто у стены или скрыто в спец. выемке в стене. Скрыто проложенный С.с.о. целесообразно покрывать *тепловой изоляцией*. При прокладке С.с.о. предусматривается компенсация удлинения труб, нагреваемых теплоносителем, путем изгиба их в местах присоединения С.с.о. к магистралям, ветвям и подводкам (напряжение на изгиб для стальных труб не должно превышать



Стояк системы отопления в вертикальной системе центрального отопления с верхней (а) и нижней (б) разводками, а также с "опрокинутой" (в) циркуляцией воды

1, 2 — подающие (Т1) и обратные (Т2) магистрали; 3, 4 — подающие и обратные стояки; 5, 6 — подающие и обратные подводки; 7 — отопительные приборы (стрелками показано направление движения теплоносителя)

80 МПа/см²). Устанавливается также спец. компенсатор на главном С.с.о., соединяющем коллектор системы отопления в тепловом пункте с располож. наверху системы магистралью. Для аварийного отключения каждого С.с.о. в здании, имеющем более 3 этажей, близ магистралей устанавливаются запорные пробочные или шаровые краны. При этом для слива воды или конденсата и впуска воздуха в отключ. С.с.о. применяются вентили, выполняющие ф-ции спускных и воздушных кранов. Слив воды осуществляется в канализационную сеть через переносные резиновые шланги или дренажную линию системы отопления. С.с.о., располож. в неотапливаемом или искусственно охлаждаемом помещении, а также в местах, где возможны замерзание теплоносителя, воспламенение и взрыв газов и пыли, ожоги людей, покрывается тепловой изоляцией, имеющей кд не менее 0,75. При гидравлическом расчете системы отопления стремятся к относительно большим потерям давления в С.с.о. по сравнению с потерями давления в магистральных.

СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА, строительная теплотехника — раздел строит. науки и техники, в к-ром рассматривается теплообмен в зданиях, сооружениях, ограждающих конструкциях, системах обеспечения микроклимата, в технологич. процессах изготовления строит. материалов, конструкций и изделий, при взаимодействии инж. систем с сезоннопромерзающими или многолетнемерзлыми грунтами, а также изучается термич. гидротехнич. сооружений.

С.т. — теоретич. основа стр-ва. Она находится на стыке стр-ва и энергетики, поэтому в ней широко используются теории строит. конструкций, теплообмена, термодинамики, климатологии, санитарии и гигиены, методы теории подобия, аналитич. и числ. расчетов на ЭВМ, метод аналогии, теории измерений. Она возникла в XVII—XVIII вв. в работах Н.А.Львова, И.И.Свиязева, С.Б.Лукашевича на основе теорий теплоты М.В.Ломоносова и гигрометрии Г.В.Рихмана. Однако основоположником С.т., вероятно, следует считать О.Е.Власова, издавшего в 20-х гг. ряд работ по этой отрасли знаний. В 40-е — нач. 50-х гг. были разработаны классич. теория теплоустойчивости ограждений и помещения (О.Е.Власов, С.Н.Муромов, А.М.Школов, Л.А.Семенов), теории строит. климатологии (К.Ф.Фокин, В.М.Ильинский), теплопередачи ограждений (В.Д.Мачинский, К.Ф.Фокин, Б.Ф.Васильев), влажностного режима ограждений (О.В.Власов, К.Ф.Фокин, А.В.Лыков, Ф.В.Ушков, Э.Х.Одельский, А.М.Шкловер), воздухо-

проницаемости ограждений (Р.Е.Брилинг, Ф.В.Ушков), теплообмена в помещении (С.Н.Шорин, Л.А.Семенов) и летнего теплового режима (Б.Ф.Васильев). Немало проблем С.т. было разработано в то время в трудах Г.А.Селиверстова и Н.Е.Ермолаева.

Главным предметом рассмотрения в С.т. является теплофизика зданий и сооружений. Ее осн. разделы: внутр. микроклимат, общий теплообмен в помещении, комфортность, оптимальность внутр. условий (защитные свойства ограждающих конструкций, их теплопередача, воздухопроницаемость и влажностный режим); строит. климатология, расчетные зимние и летние условия, годовой режим изменения внешн. климатич. воздействий; тепловой, воздушный и влажностный режимы здания как единой энергетич. системы; создание современ. здания с заданной обеспеченностью внутр. условий и эффективным использованием энергии и др. ресурсов.

Значение С.т. заметно возросло в связи с индустриализацией, массовостью и многообразием стр-ва, с появлением и широким применением новых конструкций и строит. материалов. Основоположающими стали градостроит., объемно-планировочные и конструктивные решения при сооружении зданий с комфортным для человека и оптим. для технол. процессов микроклиматом в условиях крайне разнообразного и сурового климата нашей страны. В С.т. разработаны разл. конструктивные и производств. решения и приемы, связанные с теплообмен. процессами в зданиях, сооружениях и др. объектах стр-ва.

С.т. определяет основополагающие параметры, к-рые должны учитываться при проектировании здания: его ориентацию в застройке относительно сторон света и доминирующих ветров, форму, этажность, планировку, устройство лоджий, балконов, уменьшение "изрезанности" фасадов, наличие спец. устройств для аэрации, возможность сквозного проветривания помещений и пассивного использования солнечной радиации и др. низкопотенц. нетрадиц. источников энергии. Важную роль для обеспечения комфортных для человека условий С.т. отводит наружным ограждениям здания. Они должны обладать хорошими теплозащитными свойствами, равноэффективными в разл. сечениях, быть достаточно герметичными и иметь сопротивление воздухопроницаемости, достаточное для обеспечения вентил. воздухообмена, удовлетворять сан.-гигиенич. требованиям и быть оптим. в технико-экономич. отношении. Конструкция ограждения должна исключать накопление влаги (см. Влажность материала). На основе теории тепло-

устойчивости с использованием показателей теплоусвоения и теплопоглощения помещения рассчитывают теплоустойчивость ограждений и помещений, определяющую стабильность темп-ры. Тепловые условия в помещении характеризуются двумя условиями комфортности, к-рыми учитываются лучисто-конвективный и струйный теплообмен и связывается темп-ра помещения с темп-рой воздуха и радиац. темп-рой, а также подвижностью и влажностью воздуха. Степень соблюдения расчетных условий определяется коэффициентом обеспеченности, к-рый учитывает при выборе расчетного наружного климата для зимы, лета и всего года. Расчетные значения теплофиз. хар-к строит. материалов определяются также заданным коэфф. обеспеченности. Применяется вероятностно-детерминиров. оценка обеспеченности расчетных условий, к-рая включает параметры климата, теплофиз. хар-ки материалов, конструкций и устройств кондиционирования микроклимата. Теплообменные процессы в здании и его устройствах взаимосвязаны, поэтому С.т. рассматривает их как единую энергетич. и аэродинамич. систему.

В нашей стране исследования в области С.т. проводятся в НИИ строит. физики, МИИТЭП, ЦНИИпромзданий, КиевЗНИЭП, ЛенЗНИЭП, ЦНИИЭП жилища, Ин-т теплообмена АН Беларуси, МИСИ, Мархи, ЛТИХП, ВНИИГС, ЛМСИ, ВТКУ, Ассоциации инженеров; в США — в технич. ун-тах Беркли, Илинойском, Станфордском; в Дании — в технич. ин-те Копенгагена; в Венгрии — в Будапештском технич. ин-те; в Германии — в ин-те строит. физики об-ва им. Фраунгофера, в Берлинском, Штуттартском, Мюнхенском, Эссенском и др.; во Вьетнаме — в Ханойском инж.-строит. ин-те, а также в научно-технич. обществах — международной ассоциации по мостам и конструкциям IABSE, европейском RENVA, американском ASHRAE, скандинавском SCANYAS, Международном союзе строителей CIB, Пассивной и низкоэнергетич. архитектуры PLEA, По качеству воздуха в помещении и микроклимату INDOOR AIR и др.

СТРУЙНЫЙ НАСОС — насос, в к-ром жидкость (газ) перемещается, увлекаемая потоком (струей) жидкой или газообразной среды. В зависимости от вида струи различают жидкоструйные (напр., водоструйные), газо- и пароструйные насосы. С.н. для нагнетания газа или жидкости в резервуары иногда наз. *инжекторами*, для отсасывания — *эжекторами*, для транспортировки нек-рых гидросмесей — гидроэлеваторами. С.н. не имеют движущихся частей и просты в изготовлении, обладают

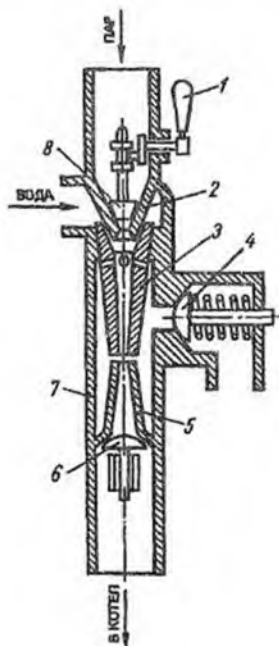


Схема инжектора

1 — рукоятка пускового клапана; 2, 3 — паровой, смесительный и нагнетательный конусы; 4, 5 — обратный, пусковой игольчатый клапаны; 7 — корпус инжектора

хорошими кавитационными качествами. Их КПД до 40%. Широко применяют в теплоэнергетике, в газовых горелках и т.д.

СТУПЕНЧАТОЕ ИСПАРЕНИЕ — метод повышения чистоты пара, вырабатываемого барабанным котлом путем искусственного распределения солей и иных примесей в котловой воде. С.и. основано на создании повыш. концентрации

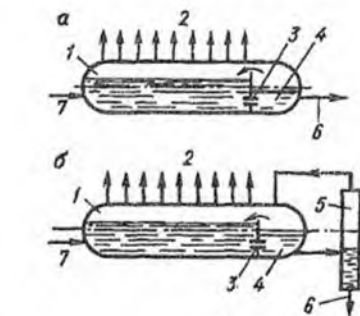


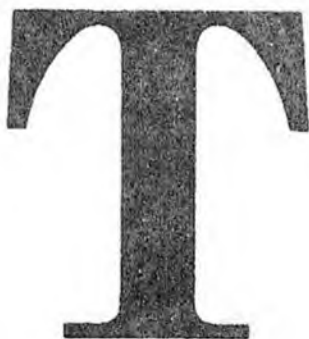
Схема ступенчатого испарения котла

а — внутрибарабанного; б — трехступенчатого с выносным циклоном; 1 — чистый отсек (1-я ступень испарения); 2 — пар; 3 — переток котловой воды; 4 — солевой отсек (2-я ступень испарения); 5 — циклон (3-я ступень испарения); 6, 7 — продувочная и питательная вода

примесей в той части котла, откуда ведется его продувка, и пониж. — в той части, где вырабатывается осн. кол-во пара и откуда он уходит в пароперегреватель. Водяной объем котла при С.и. разделяют перегородками на неск. отсеков. Питательную воду непрерывно подают в отсек 1-й ступени; благодаря разности уровней между смежными отсеками котловая вода 1-й ступени перетекает через отверстия в перегородке в отсеки 2-й ступени, являясь для них питат. водой, и т.д. Солеосодержание котловой воды увеличивается в каждой последующей ступени испарения; непрерывную продувку котла ведут на последней ступени. Обычно применяют двух- или трехступенчатое испарение, при этом солевые отсеки выполняют иногда в виде выносных циклонов. Длительная эксплуатация котлов, оборудованных устройствами С.и., показала значит. повышение качества пара.

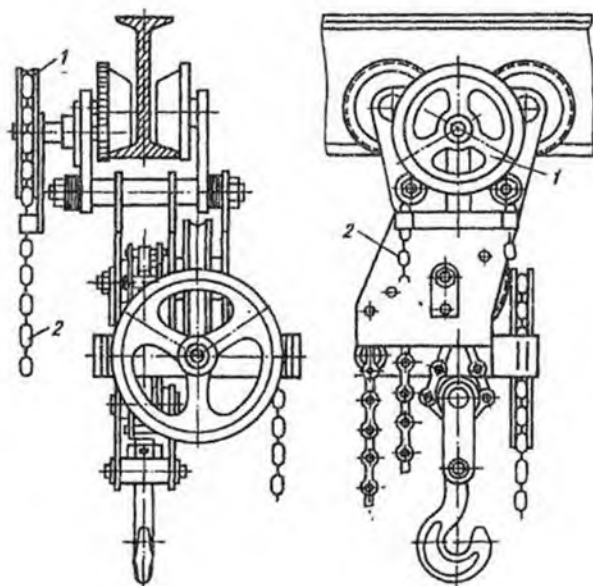
СУХИЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ — устройства, в которых улавливание частиц пыли в сухом виде из газового (воздушного) потока основано на использовании гравитационного эффекта, эффекта инерции осаждения частиц пыли при резком изменении направления скорости транспортирующего их газа (воздуха) или центробежного эффекта при вращении газового (воздушного) потока. К С.м.п. относятся пылесадительные камеры, пылеуловители инерционные, циклоны, пылеуловители вихревые с дополнит. подводом газа и пылеуловители (ротационные). С.м.п. в системах очистки являются первой ступенью улавливания пыли (для удаления пыли из очищаемых газов) или наиболее крупнодисперсных частиц пыли либо единственной ступенью очистки, если улавливаемая пыль достаточно крупная или не требуется особо высокой эффективности очистки воздуха.

СЦЕПКА ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ — объединение двух и более радиаторов в системе водяного отопления парными трубами $D_y \leq 32$ мм, соединяющими верхние и нижние отверстия в торцевых секциях приборов. Длина С.о.п. между двумя радиаторами должна быть не более 1,5 м. При сцепке двух радиаторов применяется одностороннее, неск. — разностороннее присоединение теплопроводов к крайним приборам. С.о.п. производится в пределах одного помещения или в случае, когда присоединяемый радиатор предназначается для нерегулируемого отопления второстеп. помещения (напр., коридора) без прокладки стояка. Сцепка радиаторов применяется в ветвях горизонт. однотрубной системы водяного отопления.



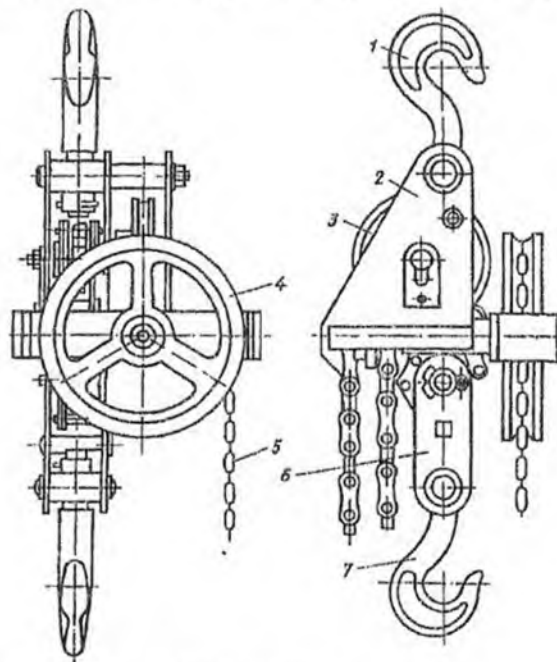
ТАЛЬ (от голл. *talie*) — подвесное грузоподъемное устройство, предназнач. для вертик. и горизонт. перемещения грузов, самое простое и наиболее распространенное на водопроводных и канализац. сооружениях. Используется как самостоят. подъемно-транспортный механизм или входит в комплект *крана мостового*. Червячную подвесную стационарную Т. с ручным приводом выпускают грузоподъемностью 1; 3, 2; 5 и 8 т. Подъем груза вручную осуществляется при движении бесконечной (кольцевой) тяговой цепи, к-рая приводит во вращение тяговое колесо, находящееся на одной оси с червячным валом, передающим вращение червячному колесу и звездочке. Последняя придает движение калибров. цепи, поднимающей (опускающей) цепной блок с обоймой и грузовой крюк с грузом. Тормоз находится на оси червяка и действует автоматически от

Таль с кошкой, оборудованной механизмом передвижения
1 — гонимое колесо; 2 — бесконечная (кольцевая) цепь



его осевого усилия, пропорционального массе груза. Длина цепи обеспечивает подъем груза на высоту 3 м; по особому заказу Т. комплектуют цепью, позволяющей подъем груза до 12 м. Масса Т. в зависимости от грузоподъемности составляет 32; 75; 145 и

Червячная подвесная стационарная таль
1 — подвесной крюк; 2 — корпус; 3, 4 — колеса червячное и тяговое; 5 — тяговая цепь; 6 — подвижной цепной блок с обоймой; 7 — грузовой крюк

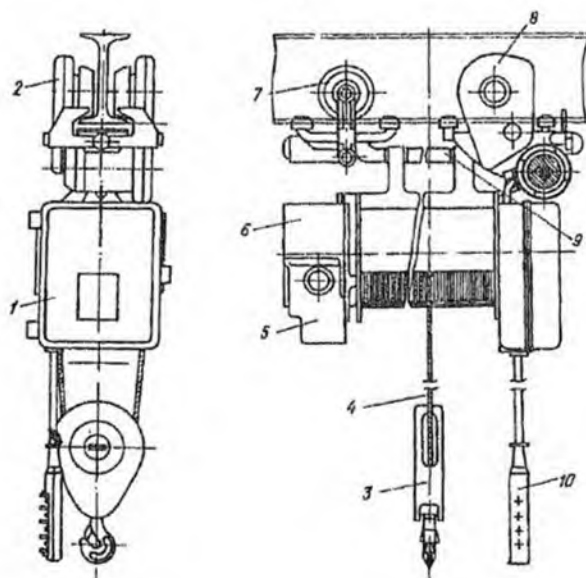


270 кг. При комплектации подвесной Т. кошкой (тележкой) появляется возможность горизонт. перемещения Т. грузоподъемностью 0,25—1 т вдоль подвижного пути, монорельсом к-рого служит двутавровая балка (двутавр №16; 18 и 20) при радиусе

закругления пути до 1,5 м. Кошка с ручным приводом имеет четыре колеса и движется путем толкания груза вручную. Для уменьшения усилия, необходимого для передвижения кошки, ее ходовые колеса монтируются на подшипниках, а их ободы

Таль электрическая

1, 2 — механизмы подъема и передвижения; 3 — крюковая подвеска; 4 — грузовой канат; 5, 6 — тормоза дисковый грузоупорный и колодочный электромагнитный; 7, 8 — тележки двухжелезные колесные и праводная; 9 — траверса, с которой шарнирно соединен механизм подъема; 10 — кнопочная станция (блок управления)



имеют сферич. профиль. Г. скошкой, оборудованной шестеренчатым механизмом передвижения, грузоподъемностью 1—3,2 т обеспечивает равномерное перемещение груза по горизонтали. Передвижение ее по монорельсу осуществляется с помощью гоночного колеса, приводимого во вращение бесконечной цепью вручную усилиями 1—3 рабочих в зависимости от массы груза. Т. электр. применяют в водонепроводных и канализационных, вооружениях для выполнения технологич. операций, перегрузки реагентов, монтажа и ремонта оборудования в сооружениях большой длины или при значит. высоте подъема груза, а также в качестве грузоподъемного механизма в электр. кранах. Они имеют электр. привод механизмов подъема груза и передвижения тележки по монорельсу — двухавровой балке (кроме Т. ТЭ 025-31 100-31 грузоподъемностью 0,25 т, оборудов. двумя неприводными двухкатковыми тележками для ручного передвижения). Их грузоподъемность составляет 1; 2 и 3,2 т. Механизм подъема включает в себя канатный барабан с редуктором, электродвигателем, тормозными устройствами, ограничителем подъема и др. Управление механизмами производится с пола подвесным кнопочным переключателем. Электроэнергия для питания Т. подводится по гибкому навесному кабелю, подвешиваемому на стальном канате вдоль монорельса или с помощью троллей.

ТВЕРДОЕ ТОПЛИВО — ископаемое топливо, по степени углефикации исходного органич. материала подразделяемое на торф, угли ископаемые, горючие сланцы. Угли ископаемые классифицируют по типам: бурые, каменные, антрациты. Каменные угли разделяют по маркам: газовые, длиннопламенные, жирные, коксовые и тощие. Марки угля различают по выходу летучих в-в и характеру летучего остатка. Т.т. — термически нестойкое разлагающееся при нагреве в-во, в результате чего происходит деструкция термически нестойких ложных углеводородсодержащих соединений с выделением горючих (водорода, углеводородов, оксида углерода) и негорючих (углек-ты и водяных паров) летучих в-в. По мере увеличения степени углефикации Т.т. выход летучих в-в уменьшается. Их выход, % общей массы, составляет: для сланцев — 80—90, торфа — 70, бурых углей — 40—60, каменных углей — 35—45, тощих углей — 11—13, антрацитов — 2—9. После выхода из Т.т. летучих в-в остается высокопористый твердый остаток, содержащий углеродный продукт деструкции угля и зольную его часть, наз. коксовым остатком. Минер. негорючие компоненты в Т.т. образуются либо за счет минер. в-в исходного органич. материала, либо вследствие попадания их в массу топлива извне на стадиях углеобразования или добычи угля. О содержании минер. примесей в Т.т. судят

по его зольности, к-рая в зависимости от его месторождения меняется в широких пределах. Несгоревшая часть Т.т. образует очаговые остатки, к-рые в общем случае включают зола и шлак топливный. Их гл. составляющими являются глинозем, кремнезем, сульфиды, сульфаты, карбонаты. Поведение очаговых остатков при высоких темп-рах (размягчение, плавление, текучесть образовавшегося расплава) относится к числу важнейших теплотехнич. хар-к Т.т., к-рые влияют на конструкцию котла, его надежность, условия эксплуатации и, как следствие, на себестоимость вырабатываемой теплоты. Компоненты очаговых остатков, как правило, тугоплавкие.

Косм. физ. свойствам Т.т. относят плотность, сыпучесть, гранулометрич. состав, размолюемость. Т.т. — неоднородная высокопористая система, плотность к-рой является усредн. величиной. Различают действит., кажущуюся (объемную) и насыпную плотность Т.т. Термином "действит. плотность" ρ_d обозначают усредн. значение плотности твердых составных частей топлива $\rho_d = g/V_T$, где g — масса образца топлива; V_T — истинный без пор объем

Стоимость Т.т. зависит от его энергетич. ценности, характеризуемой теплотой сгорания, от затрат на добычу, от содержания в нем минер. присадок и влаги, принятых за расчетные при определении цены.

Угли ископаемые — твердые горючие полезные ископаемые осадочного происхождения, один из осн. видов энергетич. сырья. Осн. направления их пром. использования: произ-во электро- и теплотенергии, получение при хим. переработке разнообразных продуктов, использование в качестве керамич. и огнеупорного сырья, строит. материалов, средств очистки пром. сточных вод. Для оценки качества углей в нашей стране разработана их пром. бассейновая классификация на основе высшей *теплоты сгорания* во влажном беззольном состоянии и выхода летучих в-в на сухое беззольное состояние. Разработана также единая метрологич. классификация, осн. на выходе летучих в-в и петрография. составе угля. Ведущий показатель при использовании ископаемых углей в энергетич. целях — низшая теплота сгорания в пересчете на рабочее

Классификация твердого топлива

Класс крупности	Обозначение	Размеры кусков, мм
Плигный	П	100—200 (300)
Крупный	К	50—100
Орех	О	25—50
Мелкий	М	13—25
Семечко	С	6—13
Штыб	Ш	0—6
Рядовой	Р	0—200 (300)

образца. Кажущаяся (объемная) плотность ρ_k — усредн. по объему плотность массы Т.т., включая поры. Чем больше объем пор в единице массы Т.т., тем его кажущаяся плотность меньше. Насыпная ρ_n — усредн. по объему плотность слоя Т.т., образованного множеством кусков или частиц произвольных размеров и включающего в себя промежутки между ними; на значение ρ_n влияет плотность укладки частиц в слое. Гранулометрич. состав Т.т. характеризует распределение частиц в массе топлива по их крупности. Т.т. классифицируют по предельным наименьшим размерам частиц или кусков в их массе, разделяя их на классы.

Допускается образование совмещ. классов Т.т., напр. ПК, ОМ, ОССШ, СШ и др., в к-рых верхние и нижние пределы крупности соответственно смещаются. Как правило, обозначения класса крупности Т.т. совмещают с обозначением его марки, напр. БЗР — бурый уголь с влажностью менее 30%, рядовой; АШ — антрацит, штыб и т.п. Гранулометрич. состав Т.т. определяют путем рассева его на неск. стандартных ситах с последующим расчетом массовых долей Т.т., оставшегося на каждом сите.

топливо $Q_{р}^n$, МДж/кг, изменяется в пределах: 8,4—20,9 — для бурых, 17,2—28,9 — для каменных, 23,9—26,8 — для антрацитов. Массовый выход летучих в-в из ископаемых углей последоват. снижается с повышением степени углефикации: 45—8% у каменных углей и 9—2% у антрацитов. Их предельная зольность при слоевом сжигании не должна превышать 20—37%, пылевидном — 45%.

Древесный уголь — твердый, пористый высокоуглеродистый продукт, образующийся при нагревании древесины без доступа (или при незначит. доступе) воздуха в печах и ретортах. В зависимости от вида древесины из 1 м³ получают 140—180 кг древесного угля, 280—400 кг жидких продуктов и около 80 кг горючих газов. Теплота сгорания древесного угля 30—35 МДж/кг. Плотность березового угля 380 кг/м³, менее плотные угли дают сосна (300 кг/м³) и ель (260 кг/м³). Большая пористость обуславливает высокие адсорб. свойства древесного угля. Он обладает способностью при обычной темп-ре соединяться с кислородом воздуха, чем объясняются случаи его самовозгорания.

При выгрузке из печей влажность древесного угля составляет 2—4%, при хранении повышается до 7—15%. Его зольность не более 3%, содержание летучих в-в — не более 20%. Древесный уголь широко применяют как топливо в быту, произ-ве активного угля и для др. целей. Горючие сланцы имеют пром. значение как топливо и энергохимич. сырье.

ТВЕРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ — отходы жизнедеятельности человека, текущего ремонта квартир, местных отопит. устройств и т.п., а также разл. мусор из зданий обществ. назначения. В нашей стране Т.б.о. ежегодно образуется около 30 млн т. Т.б.о. характеризуются фракц. и морфологич. составом, физ.-механич. и аэродинамич. свойствами. Фракц. состав представляет собой процентное содержание в массе Т.б.о. компонентов, проходящих через ячейки сита разного размера, и характеризует крупность частиц Т.б.о. По морфологич. признаку Т.б.о. подразделяют на: бумагу и картон, пищевые отходы, дерево, металл, текстиль, кости, стекло, кожу и резину, полимерные материалы, неклассифицируемые части и отсев (размером > 15 мм). Физ.-механич. свойства Т.б.о. определяются их средней плотностью, среднегодовое значение к-рой для разных городов составляет 0,19—0,23 т/м³; сдвиговыми и компресс. хар-ками. Аэродинамич. хар-ками Т.б.о., определяющими процессы их пневмотранспортировки и пневмосепарирования, являются критич. скорость, *скорости трогания и витания*. Большинство сооружений зданий оборудуют мусоропроводами, мусороприемными клапанами и спец. камерами, где Т.б.о. накапливаются и затем транспортируются обслуживающим персоналом к месту их загрузки в мусоровозный транспорт. Эти работы в осн. выполняются вручную. В сборе и удалении Т.б.о. участвуют более 200 тыс. мусоросборщиков, занятых тяжелым ручным трудом, опасным в сан. отношении. Для сбора и удаления Т.б.о. применяют системы "сменяемых" контейнеров (контейнерных мусоровозов) и "несменяемых" сборников (кузовных мусоровозов). Совершенствование существующей технологии сбора и вывоза Т.б.о. происходит в осн. путем внедрения более легких и удобных емкостей и двухэтапного способа вывоза его с применением мусороперегрузочных станций. Новая технология сан. очистки городов с использованием *пневматического транспорта* Т.б.о. позволяет полностью механизировать и автоматизировать их сбор в жилых микрорайонах, при этом исключается контакт отходов с окружающей средой и персоналом.

ТЕЛЕКОНТРОЛЬ И ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕМ — централизов. контроль и управление процессами *теплоснабжения* на расстоянии с

применением средств телемеханики. Используют в системах *диспетчерского управления теплоснабжением*, в *автоматизированных системах диспетчерского управления (АСДУ)* и *автоматизированных системах управления технологическими процессами централизованного теплоснабжения*. Телеконтроль выполняет функции: телеизмерения — передача значений величин, характеризующих режим работы контролируемых установок и сооружений; телесигнализация — передача сигналов о состоянии контролируемых объектов и их оборудования как при норм. эксплуатации, так и при аварийных ситуациях. Функции телеуправления — передача командных импульсов, воздействующих на исполнит. механизмы управляемых установок и агрегатов. Первичный сбор телеизмерит. информации на объектах выполняется датчиками измерения и нормирующими преобразователями, к-рые преобразуют сигналы на выходе датчика в унифициров. выходной электр. сигнал для последующего ввода в аппаратуру телемеханики и передачи на диспетчерский пункт. Датчиками телесигнализации являются контакты конечных выключателей задвижек, блок-контакты магнитных пускателей электродвигателей насосов, контакты датчиков давления, темп-р и др. подобных приборов. Телеуправление осуществляется подключением исполнит. цепей аппаратуры телемеханики к цепям управления местного оборудования (магнитным пускателям, реле управления, задатчикам автоматич. регуляторов).

Составы (объемы) информации для телеизмерения, телесигнализации и телеуправления приведены ниже по каждому из осн. сооружений *системы теплоснабжения*.

1. Для теплоподготовит. установки *ТЭЦ* и *р-ной котельной*. Телеизмерение — давления, темп-ры и расхода *теплоносителя* в подающих и обратных трубопроводах на выходе; расхода подпиточной воды; содержания кислорода и солей жесткости в подпиточной и сетевой воде; уровня жидкости в баках-аккумуляторах; расхода топлива (газа) и электроэнергии; расхода отпущ. тепловой энергии по магистралям. Теле-сигнализация — об увеличении расхода подпиточной воды сверх предела; аварийном отключении котла; положении головных задвижек; аварийно-предупредит.: о предельных значениях давления воды в обратном трубопроводе каждой магистрали, расхода подпиточной воды, темп-ры воды на входе в каждый котел.

2. Для *насосных станций* на сетях. Телеуправление — включением и отключением сетевых насосов, головными задвижками, задатчиками регуляторов давления. Телеизмерение —

давления воды до и после насосной, расходов сетевой воды и электроэнергии, темп-ры воды в подающем и обратном трубопроводах, тока электродвигателей насосов. Телесигнализация — о состоянии сетевых насосов, задвижек насосов и задвижек на входе и выходе насосной; аварийно-предупредит.: об отключении сетевого насоса, о предельных значениях давлений воды, срабатывании клапана расщетки и охранной сигнализации, превышении темп-ры подшипников насосов, неисправности в электроцепях автоматки.

3. Для групповых (центральных) *тепловых пунктов*. Телеуправление — включением и отключением смесит. и др. насосов, головными задвижками, задатчиками регуляторов темп-ры и давлений. Телеизмерение — давления воды в обратном трубопроводе, темп-ры воды в *системе отопления* и горячей водоснабжения, расхода сетевой воды. Телесигнализация — о состоянии насосов и задвижек на входе; аварийно-предупредит.: об отключении насосов и включении резервных, автоматич. включении резервного электропитания, предельных значениях давлений в обратном трубопроводе и водопроводе, темп-ры воды на горячее водоснабжение, неисправности автоматич. регуляторов, срабатывании охранной сигнализации.

ТЕЛЕМЕХАНИЗАЦИЯ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ — техника управления оборудованием систем *газоснабжения* и контроль за его состоянием на расстоянии передачи сигналов по общей линии связи, к-рая соединяет органы управления, расположен. на диспетчерском пункте, с устройствами, находящимися на контрольных пунктах. Структурно телемеханич. система включает в себя полуккомплекты пункта управления и контрольного пункта и устройства связи полуккомплектов между собой. В качестве последних обычно используют каналы телеф. сети. Контрольные пункты являются местами сосредоточения объектов телеуправления, телеизмерения и телесигнализации. В отличие от телеуправления передача телесигнализации и телеизмерений имеет обратное направление (с контрольного пункта на пункт управления). Функции телемеханич. устройств: телеизмерение — передача значений контролируемых величин; телесигнализация — передача данных о состоянии и отклонениях режимов работы оборудования; дистанц. изменение режимов работы оборудования. Осн. критерий оценки телемеханич. системы — эффективность, характеризующая кол-вом переданных в ней сообщений. Макс. эффективность наа. пропускной способностью. Надежность телемеханич.

системы включает в себя помехоустойчивость и помехозащищенность. Осн. источник информации и объект управления — контрольный пункт, к-рым оборудуют сетевые и объектовые *газорегуляторные пункты (ГРП) и газорегуляторные установки (ГРУ)*. На контрольном пункте осуществляют телеизмерения след. параметров: давления газа на входе и выходе; расхода и темп-ры газа; телесигнализацию — предельных давлений на входе и выходе; предельной загазованности воздуха; засоренности фильтров; срабатывания предохранит. клапанов; телеуправление — запорными устройствами; перенастройкой *регуляторов давления газа*; двухсторонним телевызовом.

ТЕМПЕРАТУРА МОКРОГО ТЕРМОМЕТРА — темп-ра воздуха при полном насыщении его водяным паром при пост. энтальпии.

ТЕМПЕРАТУРА ПЛАВЛЕНИЯ — темп-ра перехода твердого кристаллич. тела в жидкое состояние. Т.п. при нормальном атм. давлении (101325,2 Па, или 760 мм рт.ст.) наз. также точкой плавления.

ТЕМПЕРАТУРА ПОМЕЩЕНИЯ — осредненная темп-ра окружающих поверхностей и внутр. воздуха. Осреднение производится по признаку эквивалентности конвективно-лучистого теплообмена человека в помещении. Значение темп-ры помещения в каждом конкретном случае зависит от его назначения, соотношения нагретых, охлажденных и нейтральных поверхностей, интенсивности физической работы, одежды человека и т.п. Рекомендуемые темп-ры помещения в разл. периоды года в зависимости от интенсивности работы приведены ниже.

Период года	Температура помещения, °С, при работе			
	покой (П)	легкой (Л)	умеренной (У)	тяжелой (Т)
Зима	21—23	19—21	17—19	14—17
Лето	28—26	26—24	21—22	22—20

ТЕМПЕРАТУРА СБРОСНОЙ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ВОДЫ — показатель для отработ. геотерм. теплоносителя перед его сбросом в водоем или обратной закачкой в водоносный пласт, характеризующий эффективность геотермального теплоснабжения. Эффективность последнего возрастает при снижении сбросной темп-ры за счет полезного использования теплоты геотермальной воды. В то же время в системе с обратной закачкой геотермальной воды этот показатель существен-

но влияет на продолжит. эксплуатации *термоводозабора*, к-рая обусловлена скоростью отбора теплоты горных пород.

ТЕМПЕРАТУРА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ — темп-ра среды, предназн. для передачи теплоты с целью обогрева зданий и сооружений. В системах отопления с теплоносителями водой и воздухом различается расчетная и текущая. Расчетная темп-ра выбирается т.о., чтобы темп-ра поверхности оборудования в системе отопления не превышала допустимую по сан.-гигиенич. требованиям. За расчетную темп-ру в системах *водяного отопления* принимается высшая (предельно допустимая) темп-ра теплоносителя в зависимости от назначения помещений при расчетной темп-ре наружного воздуха для проектирования *отопления*. Расчетная темп-ра в системах *водяного отопления* может изменяться от 85 в лечебных учреждениях до 150°С (в производств. помещениях без выделений пыли и аэрозолей). Расчетная темп-ра в системах *воздушного отопления* определяется в зависимости от расчетных *тепловой нагрузки* и расхода воздуха, причем последний принимается по условиям совмещения воздушного отопления с приточной системой вентиляции. Наивысшей (предельно допустимой) темп-рой воздуха считается 60°С (исключение для *воздушно-тепловых завес*: у наружных дверей — 50, у наружных ворот и проемов — 70°С). Текущая темп-ра воды и воздуха при действии систем отопления ниже расчетной и устанавливается по графику качеств. *регулирования системы отопления* в зависимости от фактич. темп-ры наружного воздуха вокруг здания, чтобы сохранялся *тепловой баланс воздуха помещения* при заданной темп-ре внутр. воздуха. За расчетную темп-ру в системах *парового отопления* принимается наивыс-

шая (предельно допустимая) темп-ра теплоносителя в зависимости от назначения зданий, но на более низком уровне по сравнению с теплоносителем водой. Наивысшая темп-ра пара водяного для отопления разл. производств. зданий составляет 130°С (при теплоносителе воде 150°С) или 110°С (при теплоносителе воде 130°С). Регулирование Т.т.с.о. производится в *тепловом пункте* здания. Начальная расчетная и текущая темп-ры изменяются по длине *теплопроводов*. Из-

менение темп-ры определяется в результате *теплового расчета системы отопления*.

ТЕОРИЯ ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТИ — раздел *строительной теплофизики*, в к-ром рассматривают вопросы периодич. колебаний темп-р и тепловых потоков в ограждении и помещении. Основоположники Т.т. — О.Е. Власов, Л.А. Семенов, С.И. Муромов и А.М. Шкловер. В трудах последнего Т.т. получила наиболее полный вид. В основе подходов А.М. Шкловера к разл. аспектам теплового режима ограждений и помещений при периодич. тепловых воздействиях лежит решение дифференц. ур-ния теплопроводности для гармонических *тепловых (температурных) волн*. При рассмотрении теплоустойчивости сначала решается задача для однослойной однородной стенки, когда тепловая и температурная волны направлены от среды с одной ее стороны к поверхности на др., со стороны к-рой темп-ра среды постоянна. Ось x направлена навстречу темп-рной волне. При этом с возрастанием координаты увеличиваются амплитуды колебаний темп-ры, и решения получаются более простыми. А.М. Шкловер применил ранее использованное С.И. Муромовым в подобной задаче частное решение ур-ния теплопроводности Фурье в гиперболич. функциях комплексного переменного. Темп-ра t в любой точке x описывается комплексным числом:

$$t = e^{2\pi i t} (A \operatorname{ch} x \sqrt{2\pi/Tc\rho/\lambda} + B \operatorname{sh} x \sqrt{2\pi/Tc\rho/\lambda}),$$

где T — период колебаний; z — текущее время; c — уд. теплоемкость материала; ρ — плотность материала; λ — его теплопроводность; A и B — произвольные пост. интегрирования.

Приведен. выше ур-ние хорошо согласуется с периодич. характером (без начальных условий) самой задачи и решается методом разделения переменных. Выражение в скобках ур-ния является радиусом-вектором темп-ры θ , определяющим для каждой точки x внутри стенки амплитуду и нач. фазу колебаний.

Одним из основополагающих положений Т.т. является понятие *коэффициента теплоусвоения поверхности ограждения* Y_x , впервые введенного в практику расчетов О.Е. Власовым. Для плоскости x коэфф. Y_x есть отношение колебаний теплового потока к колебаниям темп-ры. С привлечением этого коэфф. выведены ф-лы для *затухания и задерживания* темп-рой и тепловой волн в стенке. В результате для любого момента в любом сечении может быть определена темп-ра.

Решение для однослойной стенки