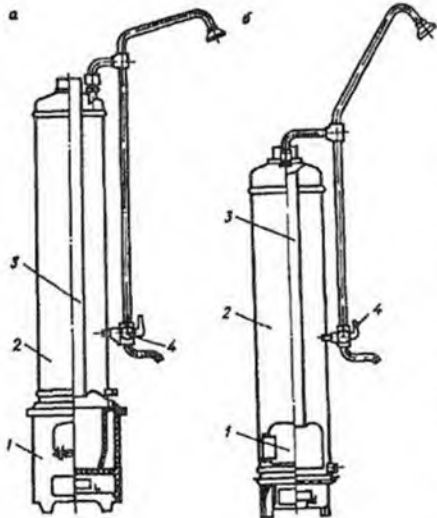


**КОЛОНКА** — форма нагреват. элемента *отопительного прибора*, представляющая собой канал для движения *теплоносителя* системы отопления. К. расположена в приборе вертикально, соединяется с горизонт. нитками или с верхним и нижним *коллекторами системы отопления*, через к-рые теплоноситель подводится к прибору и отводится из него.

**КОЛОНКА ВОДОГРЕЙНАЯ** — сан.-технич. прибор, устанавливаемый в ванных или душевых комнатах малоэтажных зданий, не имеющих *систем горячего водоснабжения*. Предназначен для приготовления горячей воды при пользовании *ванной купальной* или душем. К.в. состоит из топки, дымогарной трубы, водяного бака и водоразборного смесителя. Изготавливают К.в. с чугунной или стальной встроен-



Колонка водогрейная  
а — с чугунной топкой; б — со стальной топкой; 1 — топка; 2 — водяной бак; 3 — дымогарная труба; 4 — смеситель

ной в бак *топкой* для сжигания *твердого топлива*, дров, брикетов *торфа*, *каменного угля*. Водяной бак вместимостью 80—90 л бывает стальным сварным с защитно-декоративным покрытием (оцинков., эмалиров.) или из нержавеющей стали. Смеситель имеет излив, душевую трубку и сетку, переключатель потока воды с излива на душ и обратно, патрубки с запорно-регулирующими кранами для подачи холодной воды в бак и для смешивания с горячей водой, поступающей из бака. Смеситель подсоединяют к баку таким образом, чтобы канал для поступления воды из бака был всегда открыт на излив или на душевую сетку. К.в. устанавливают на ножках рядом с ванной или

душевым поддоном так, чтобы излив и душевая сетка располагались над чашами этих приборов. При этом водяной бак через смеситель подсоединяют к холодному *водопроводу* с давлением не менее 0,06 МПа (0,6 кгс/см<sup>2</sup>). Пользуются колонкой след. образом. Открывают запорно-регулирующий кран, заполняют бак холодной водой, закрывают кран и зажигают топку. После нагрева воды до определ. темп-ры (не более 80°С) снова открывают кран холодной воды и вытесняют горячую воду из бака в смеситель. Открывая второй запорно-регулирующий кран, регулируют темп-ру смешанной воды, поступающей в излив или душевую сетку.

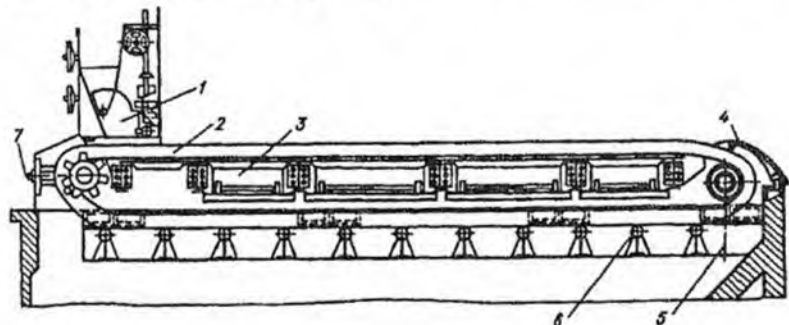
**КОЛОСНИКОВАЯ РШЕТКА** — элемент котла, предназначенный для поддержания слоя горящего *твердого топлива* и одновременно для равномерного распределения *воздуха*, поступающего в *топку*. Для этой цели предусматривают отверстия в колосниках или щели между ними. Различают К.р. прямоугольные, круглые, горизонт., накл., неподвижные и с движущимся полотном. Полотно К.р. собирают из чугунных колосников балочной или плиточной формы. Для усиления жесткости и улучшения отвода *теплоты* колосники снабжают ребрами. Колосники укладывают рядами по ширине и длине топки на спец. чугунные опорные балки, укрепл. в боковых стенах топки. Число рядов колосников по длине топки зависит от ее размеров и способа загрузки топлива. При ручной загрузке длина К.р. должна составлять 2—2,5 м, иначе ее трудно обслуживать. Балочные колосники на концах и в середине имеют утолщения, поэтому при укладке между ними образуются зазоры, через к-рые воздух проходит в слой. В колосниках плиточной формы для прохода воздуха делают щелевые или круглые отверстия, расширяющиеся книзу, чтобы *зола* и *шлак* не застревали в них. Размер зазоров между колосниками и отверстий в них зависит от величины кусков топлива и составляет 3—15 мм. Суммарная площадь отверстий и зазоров в К.р. определяет площадь ее живого сечения,

выраженную в процентах полной площади решетки. Площадь живого сечения, определяемая свойствами сжигаемого топлива, влияет на конструктивное оформление К.р. и характер тепловой работы слоя. К.р. различают: с малой (5—15%) и большой (15—45%) площадью живого сечения. Особенностью механич. топков с цепными решетками является непрерывное перемещение топлива вместе с К.р., представляющей собой конвейер в виде бесконечного полотна. Чешуйчатая цепная решетка выполнена из наклонно расположен. беспровальных колосников длиной 5600—8000 и шириной 2330—4550 мм (см. также *Слоевая топка*).

**КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА** — гибридная или поливалентная *система кондиционирования микроклимата* неск. разновидностей, используемых в одном здании. Обычно К.с.к.м. имеет базовую (основную) систему кондиционирования микроклимата и (вторичную) систему. Так, *солнечный дом* с пассивным использованием солнечной энергии в виде ограждений-коллекторов оборудуется *системами отопления* и охлаждения от традиц. источников теплоты и холода; здание с базовой низкопотенц. системой *панельно-лучистого отопления* — охлаждения имеет пиковое автоматически регулируемое *безынерционное электрическое* или *воздушное отопление*. За счет точного снятия пиковых нагрузок достигается экономия энергии в размере 15—25%.

**КОМБИНИРОВАННОЕ ОТОПЛЕНИЕ** — обогревание зданий и сооружений, основ. на использовании двух *теплоносителей* в *системе отопления*, когда первичный (высокотемп-рная вода, пар) применяется для нагревания вторичного (воды, воздуха), предназнач. для непосред-

Топка с чешуйчатой цепной горизонтальной колосниковой решеткой прямого хода  
1 — питатель угля; 2 — колосниковое полотно; 3 — зонные камеры воздушного дутья; 4 — скребковый шлакоосниматель; 5 — башмак опорный; 6 — ролик; 7 — устройство натяжения цепи



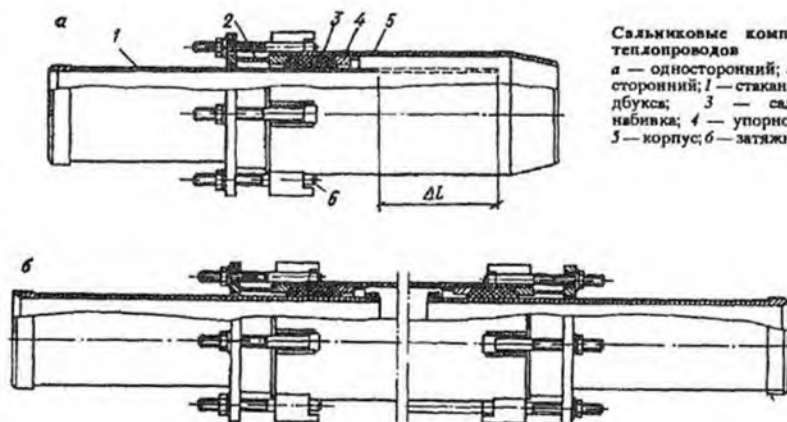
редств. обогрева помещений. При рас-простран. в стране *централизованной системы теплоснабжения* большинство систем *центрального отопления* фактически стали комбиниров. — водоводными и водовоздушными. Комбинированным является также отопление одного и того же помещения с перем. тепловым режимом (напр., при применении *дежурного отопления*). При этом отопление может быть двухрежимным, двухкомпонентным, с прерывистым режимом работы. Двухрежимным наз. отопление, используемое при разл. темп-ре одного и того же теплоносителя в разное время суток. Двухрежимное, напр., *водяное отопление*, когда в рабочий период цоолирует вода при пониж. темп-ре (для полезного использования внутр. тепловыделений), а в нерабочий период — при повыш. (или наоборот). Для понижения темп-ры воды включается *смесительный насос*, для повышения применяется *прямоточная подача* теплоносителя из наружного теплопровода. Двухкомпонентным считается отопление двумя системами, дополняющими одна др. для обеспечения необходимой теплопододачи в помещения. Задача первой системы, наз. *базисной*, — выравнивать дефициты, приходящиеся на единицу объема разл. помещений, второй (воздушной, газовой, электрич.) — догреть помещение до необходимой темп-ры. Действие догревающей системы автоматизируется для работы по заданной программе. Двухкомпонентное К.о. может действовать с перерывами, и тогда тепловой режим помещений будет характеризоваться тремя состояниями: постоянством темп-ры в течение рабочего времени, понижением темп-ры при выключенной догревающей системе и нагреванием помещений перед нач. работы в них людей.

**КОМПАКТНАЯ ПРИТОЧНАЯ СТРУЯ** — воздушная струя, выходящая из круглого или квадратного отверстия. Имеет форму корпуса, т.е. осесимметрична. Иногда ее наз. "круглой" приточной струей по форме сечения. Для К.п.с. характерно затухание скоростей воздуха, обратно пропорциональное расстоянию. Если выпускное отверстие имеет форму прямоугольника, близкую к квадрату, то струя принимает аналогичную компактную форму. Если одна из сторон прямоугольного выпускного отверстия значит. превышает др. (до 30 раз), то струя в начале близка по форме к *плоской приточной струе*, но по мере удаления от отверстия трансформируется в компактную. Такую струю наз. *прямоугольной*. К.п.с., как правило, бывают сосредоточенными. Их используют для активного проветривания помещений, в *воздушных ду-шах* и др.

**КОМПЕНСАТОР ТЕПЛОПРОВО-**ДОВ — устройство, обеспечивающее возможность темп-рных деформаций труб без возникновения в них значит. напряжений. В процессе темп-рного удлинения теплопровода в результате реакции К.т. возникают усилия, к-рые передаются через трубу на *неподвижные опоры* и вызывают в них напряжения, но величина их несоизмеримо меньше темп-рных напряжений, возникающих в зажатой трубе без К.т. Последние устанавливают на участках теплопровода между неподвижными опорами. К.т. бывают осевые и радиальные. Первые компенсируют только осевые перемещения прямолинейных участков трубопровода, вторые воспринимают как осевые, так и поперечные перемещения трубы. Для компенсации темп-рных деформаций теплопроводов используют также повороты трасс, т.е. естеств. компенсацию, к-рая не требует спец. устройств. В качестве осевых К.т. в тепловых сетях применяются сальниковые и линзовые компенсаторы. У сальникового изменение длины участка трубопровода вследствие его нагрева или охлаждения обеспечивается соответствующим перемещением патрубка внутри корпуса. Стальной сварной сальниковый К.т. приваривают к теплопроводу и устанавливают в камере вблизи неподвижной опоры. Герметичность обеспечивается сальниковой набивкой, размещаемой между патрубком и корпусом компенсатора. В процессе эксплуатации упругость набивки теряется, и для обеспечения герметичности сальник подтягивают, а при износе заменяют. Для возможности проведения этих операций сальниковые К.т. размещают в камерах. При их установке следует тщательно выверять осевую линию во избежание перекосов и заедания патрубка в корпусе и оставлять зазор — выход патрубка за упорное кольцо для обеспечения перемещения трубопровода при снижении темп-ры по сравнению с темп-рой монтажа. Для сокращения числа камер применяют двухсто-

ронние сальниковые К.т., в середине к-рых устанавливается неподвижная опора, разделяющая теплопровод на 2 участка. Удлинение каждого участка воспринимается соответствующей стороной К.т. При перемещении патрубка в сальниковой набивке возникает сила трения, к-рая передается на неподвижные опоры и вызывает напряжения в теле трубы. При правильной эксплуатации эти напряжения невелики. Осевая реакция сальникового К.т. определяется ф-лой  $R = \pi d_n^2 b \alpha P \mu$ , где  $d_n$  — наружный диаметр патрубка, м, практически равный диаметру трубы;  $b$  — отношение длины сальниковой набивки по оси К.т. к наружному диаметру патрубка;  $\alpha$  — отношение давления сальниковой набивки на поверхность патрубка к рабочему давлению в трубе, принимаемое равным 1,5;  $P$  — рабочее давление в теплопроводе, Па;  $\mu$  — коэфф. трения набивки по патрубку, равный в среднем 0,15. Сальниковые К.т. имеют малые габариты и низкие гидравлич. сопротивления, что составляет их достоинство. Их широко применяют в *тепловых сетях*, особенно при подземной прокладке. В последнем случае сальниковые К.т. устанавливают на трубы диаметром 100 мм и более. При надземной прокладке их используют для труб диаметром 300 мм и более.

Линзовые К.т. собирают на сварке из штампов. стальных полулинз. Для изготовления используются тонкостенные высокопрочные стальные листы. При темп-рных удлинениях труб происходит упругое сжатие линзы, реакция от него передается по трубам на неподвижные опоры. К.т. обычно состоит из 3—4 линз. Для уменьшения гидравлич. сопротивления внутри линзового К.т. вставляют гладкую трубу. Линзовые К.т. используют обычно до давлений примерно 0,5 МПа. Помимо упругого отпора в осевую реакцию линзового К.т. входит реакция, вызываемая внутр. давлением теплоносителя, к-рая



Сальниковые компенсаторы теплопроводов  
а — односторонний; б — двухсторонний; 1 — стакан; 2 — прокладка; 3 — сальниковая набивка; 4 — упорное кольцо; 5 — корпус; 6 — затяжные болты



кальных смесей. Компостирование позволяет улучшить сан.-гигиенич. показатели вследствие гибели болезнетворных микроорганизмов, яиц гельминтов и личинок мух, по сравнению с термосушкой существенно сокращаются топливно-энергетич. расходы на обеззараживание осадков. В процессе жизнедеят. аэробных микроорганизмов происходит потребление и органич. в-ва, поэтому биотермич. процесс наиболее эффективен при компостировании сырых несброженных осадков. Однако он применяется и в комбинации с анаэробным сбраживанием осадков в мезофильных условиях. В связи с тем, что процесс эффективен лишь при определенной влажности осадков, целесообразно компостированию подвергать осадки, механически обезвоженные или подсушенные на иловых площадках. Для создания пористой структуры, требуемых влажности и соотношения углерода к азоту компостирование осадков осуществляется с наполнителями, в качестве к-рых используются твердые бытовые отходы, торф, опилки, листва, ботва растений, солома, молотая кора и часть готового компоста. Оптм. условия для осуществления процесса создаются при влажности смеси осадка с наполнителем 60—65% и отношении углерода к азоту 20—30:1. Интенсивность процесса и качество получаемого компоста зависят от созданных условий для жизнедеят. микроорганизмов, физико-хим. состава смеси с наполнителем, условий аэрации, гомогенизации, теплообмена. При распаде 1 кг органич. в-ва выделяет в среднем 21 МДж теплоты. С учетом теплотеря и нагревания материала на испарение 1 кг влаги в среднем расходуется 4 МДж. Таким образом, разложение 1 кг органич. в-ва позволяет удалить из осадка 5 кг влаги. Темп-ра компостируемой массы повышается при этом до 50—80°C. Продолжительность процесса зависит от принятой технологии, оборудования, объема и состава осадка, климатич. факторов, размера штабелей, кол-ва подаваемого воздуха, периодичности перелопачивания и т.п.

Для компостирования механически обезвоженных или подсушенных на иловых площадках осадков сточных вод применяют различные технологии и оборудование: в штабелях на площадках с использованием бульдозеров, экскаваторов, смесителей двухвальных плужкового типа периодич. действия либо другого оборудования и механизмов; в траншеях с использованием оборудования для перемешивания, гомогенизации и насыщения воздухом; в биобарабах; в ферментаторах и др. При применении указанных технологий продолжительность процесса компостирования осадков с наполнителями составляет от 2—12 сут (механизиров. методы) до 3—6 мес (ком-

постирование в штабелях). Готовый компост представляет собой сыпучий материал влажностью 40—50%, содержащий макро- и микроэлементы, необходимые для роста и развития растений, полезную микрофлору и в-ва, повышающие плодородие почв. Он является эффективным органоминер. удобрением для сельского, лесного и городского цветочного и зеленого хозяйств, а также может использоваться при рекультивации земель.

**КОМПРЕССОР** — машина для повышения давления газообразной среды, воздуха или пара. В частности, К. используют для сжатия паров *холодильного агента* в холодильных агрегатах и *тепловых насосах*. В *холодильных машинах*, обслуживающих системы кондиционирования воздуха, применяют К. разных конструкций. При малой холодильной мощности машин (до 430 кВт) используют поршневые К., при мощности 430—1200 кВт — винтовые К., при большей холодопроиз-сти — центробежные турбокомпрессоры.

Поршневые К. малой мощности изготовляют герметичными, бессальниковыми, что является их достоинством, т.к. собственно К. и электродвигатель заключены в один корпус. Поршневые К. большей произ-сти (80—250 кВт) выполняют с сальниковым уплотнением вала, к-рый соединяют с электроприводом через муфту или клиноременную передачу. На валу закреплены шатуны с поршнями. В крышке блока цилиндров расположена клапанная доска с нагнетат. и всасывающими клапанами. Холодопроиз-сть поршневых К. регулируют изменением частоты вращения либо отжатием всасывающих клапанов, что обеспечивает изменение кол-ва подаваемого сжатого газа.

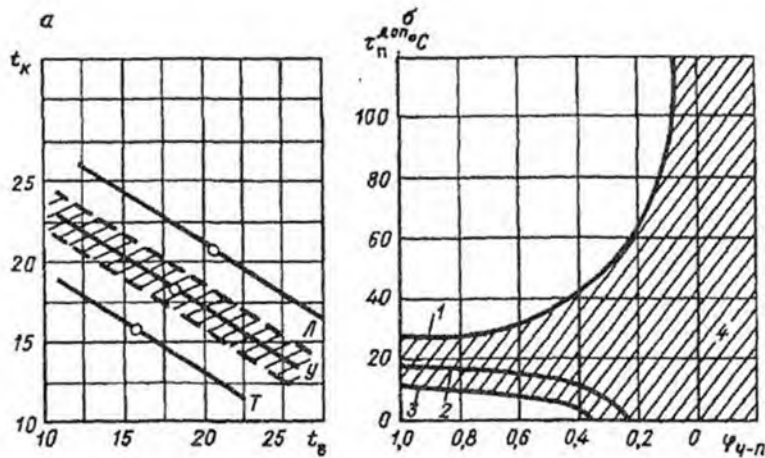
Винтовые К. имеют два ротора с паралл. осями, вращающимися с небольшими зазорами в корпусе. Связанные

один с другим роторы представляют собой цилиндрич. шестерни с малым числом винтовых зубьев. Газ через К. подводится и отводится в диагональном направлении. Винтовые К. работают с большой частотой вращения ротора (до 10 000 об/мин), благодаря чему сравнительно компактны и имеют небольшую массу.

Центробежные К., т.е. турбокомпрессоры в зависимости от требуемой степени сжатия хладагента имеют неск. рабочих колес; при этом газообразный хладагент, сжатый на первой ступени, поступает на вторую ступень К. и т.д. Для регулирования холодопроиз-сти К. снабжен лопаточным аппаратом на всасывающем патрубке.

**КОМФОРТНЫЕ УСЛОВИЯ В ПОМЕЩЕНИИ** — условия общего и локального теплового комфорта для находящихся в нем людей. Различают первое и второе условия комфортности. Первое (общего теплового комфорта) устанавливает связь между *радиационной температурой помещения*  $t_r$  и темп-рой внутр. воздуха  $t_b$ , при к-рых человек, находясь в середине помещения, не испытывает перегрева или переохлаждения. Для большинства жилых и обществ. зданий первое условие комфортности описывается соотношениями: для холодного времени года  $t_r = -1,57t_b + 1,5$  °C; теплового —  $t_r = -1,5t_b + 1,5$  °C, где  $t_b$  — нормируемая *температура помещения*, °C, зависящая от интенсивности ( $I$ ) работы. Графическая интерпретация первого условия комфортности для холодного периода приведена на схеме, где заштрихован. область определяет темп-

Комфортные условия в помещении  
а, б — первое и второе условия комфортности; Т, У и Л — при тяжелой, умеренной и легкой работе; 1, 2, 3 — поверхности нагретые, охлажденные и окон



рную зону общего теплового комфорта при умеренной работе.

Второе условие комфортности — локальный тепловой комфорт. Оно, напр., ограничивает интенсивность радиац. теплообмена человека, находящегося на границе обслуживаемой зоны, с нагретыми или охлажденными поверхностями. При этом допустимая темп-ра последней зависит от вида поверхности и углового коэффициента облученности  $\varphi_{ч-п}$  с наиболее невыгодно располож. участка тела человека на рассматриваемую поверхность. Величину  $\varphi_{ч-п}$  можно определять по упрощ. зависимости  $\varphi_{ч-п} \approx 1 - 0,8(x/\sqrt{F_p})$ , где  $F_p$  — площадь поверхности,  $m^2$ ;  $x$  — расстояние от поверхности до границы обслуживаемой зоны, принимаемое равным 1 м для вертик. поверхностей и  $h_p - h_{ч}$  для горизонт. ( $h_p$  — высота расположения поверхности, м;  $h_{ч}$  — рост человека, равный 1,7 м). Для исключения конденсации водяных паров темп-ра охлажд. поверхностей (за исключением окон) должна превышать темп-ру точки росы.

**КОНВЕЙЕР** (англ. conveyor, от convey — перевозить) — машина общепромышл. применения для транспортирования на непрерывной ленте сыпучих, мелких штучных и затаренных грузов по горизонт. или наклонной трассе. На сооружениях по очистке природных и сточных вод применяется на складах реагентных хозяйств, при разгрузочно-погрузочных работах, при отводе обезвож. осадка в цехах механич. обезвреживания и т.п. На канализац. насосных и очистных станциях для транспортировки отбросов от решеток к дробилкам применяют нестандартизиров. К. с малой скоростью движения ленты (~0,15 м/с). Широкое применение имеет стационарный общепромышл. К. марки КЛ-1, представляющий собой непрерывную резиноканевую ленту, натянутую между приводным и натяжным барабанами и опирающуюся на промежуточные опорные направляющие ролики. Приводится в движение электродвигателем через редуктор и приводной барабан.

**КОНВЕКТИВНАЯ ВОЗДУШНАЯ СТРУЯ** — турбулентный вертик. поток воздуха, возникающий в результате его теплообмена с неизотермич. поверхностью. К.в.с. в помещении возникает на поверхности нагретого оборудования (сушилки, печи, горячие ванны и пр.) и поверхности строит. ограждений. В первом случае возникают восходящие компактные К.в.с., а у поверхностей наружных ограждений в холодный период года — ниспадающие плоские (пристенные). В вентилируемом помещении

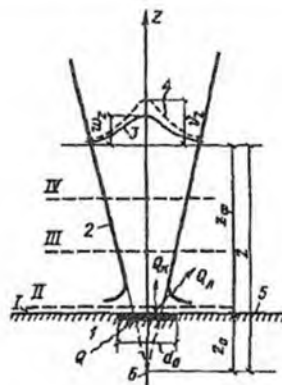


Схема конвективной воздушной струи  
1 — источник теплоты; 2 — условные границы струи; 3 — распределение скорости воздуха в сечении  $z$ ; 4 — распределение избыточной температуры; 5 — подстилающая поверхность; 6 — фокус струи;  $Q$  — общий поток теплоты, поступивший к поверхности;  $Q_k$  — поток теплоты конвективный;  $Q_l$  — то же, лучистый;  $w_z$  и  $v_z$  — скорость и избыт. температура на оси в сечении  $z$ ;  $z_0$  — расстояние от поверхности до фокуса ( $d_0$  — диаметр плоского источника);  $z_f$  — фактич. высота сечения над поверхностью; I—IV — границы характерных участков струи

действие К.в.с. приводит к темп-рному расслоению воздуха. Нагретые восходящие К.в.с. заполняют верхнюю часть помещения, образуя т.н. тепловую подушку. В слое воздуха на ее нижней границе обычно наблюдается значит. градиент темп-ры по вертикали. В нек-рых случаях при большой подвижности воздуха в помещении градиент уменьшается и наблюдается плавный переход темп-ры воздуха по вертикали. В нижней зоне помещения, прилегающей к наружным ограждениям, в холодный период года наблюдается аналогичное явление — возникновение слоя холодного воздуха. Здесь границы слоя размыты в результате действия *приточных струй*, средств транспорта и пр. Холодный воздух, растекаясь по полу помещения, прогревается и перемешивается с воздухом обслуживаемой или *рабочей зоны* помещения. Однако вблизи наружной поверхности в холодный период образуется т.н. "дискомфортная зона". Для сокращения размеров дискомфорта зоны предусматривают установку нагреват. приборов, использование вертик. *плоской приточной струи*, препятствующей дутью, и др. меры.

При выборе вариантов организации воздухообмена в помещении возникает необходимость рассчитать расход воздуха, проходящего через сечение К.в.с. Если  $Q_k$ , Вт, а  $z$ , м, то расход воздуха,  $m^3/c$ , транспортируемого К.в.с. через сечение, равен:  $L_k \approx 5,5 \cdot 10^{-3} Q_k^{1/3} z^{5/3}$ .

Скорость и темп-рные поля пристенной К.в.с. отличаются от аналогичных полей свободных К.в.с. Гл. особенность поля скорости — наличие пристенного

заторможенного ламинарного подслоя. В пристенной струе темп-ра воздуха на оси (совпадающей с поверхностью) обычно постоянна по высоте, т.к. избыточное теплосодержание пристенной К.в.с., в отличие от такового у свободной, линейно изменяется по высоте. Пристенные К.в.с. достаточно хорошо изучены в *строительной теплофизике*.

**КОНВЕКТИВНОЕ ОТОПЛЕНИЕ** — обогревание помещений, осн. на передаче в них *теплоты* гл. обр. *конвекцией*, при к-ром *температура помещения* в его *рабочей зоне* поддерживается на более высоком уровне (в отличие от *лучистого отопления*), чем средняя темп-ра внутр. поверхности (*радиационная температура помещения*) его ограждающих конструкций. Широко распростран. в нашей стране К.о. зданий и сооружений осуществляется *системой отопления* с вертик. *отопительными приборами*.

**КОНВЕКТИВНО-ЛУЧИСТЫЙ ТЕПЛОБМЕН НА ПОВЕРХНОСТИ** — совместный *теплообмен* поверхности с воздухом (*конвекцией*) и окружающими поверхностями (излучением). Интенсивность конвективно-лучистого теплообмена на  $i$ -й поверхности площадью  $F_i$  и темп-рой  $t_i$  определяют по ф-ле  $Q_{k+l} = [\alpha_{ki}(t_i - t_b) + \alpha_{li}(t_i - t_R)] F_i$ , где  $\alpha_{ki}$  и  $\alpha_{li}$  — коэфф. соответственно *конвективного* и *лучистого теплообмена*, Вт/( $m^2 \cdot ^\circ C$ );  $t_b$  — темп-ра внутр. воздуха,  $^\circ C$ ;  $t_R$  — радиац. темп-ра помещения, осредненная относительно  $i$ -й поверхности.

В практич. расчетах обычно пользуются упрощ. зависимостью  $Q_{k+l} = \alpha_{ni}/(t_i - t_b) F_i$ , где  $\alpha_{ni}$  — суммарный коэфф. теплообмена на поверхности, равный:  $\alpha_{ni} = \alpha_{ki} + \alpha_{li}(t_i - t_b)/(t_i - t_R)$ .

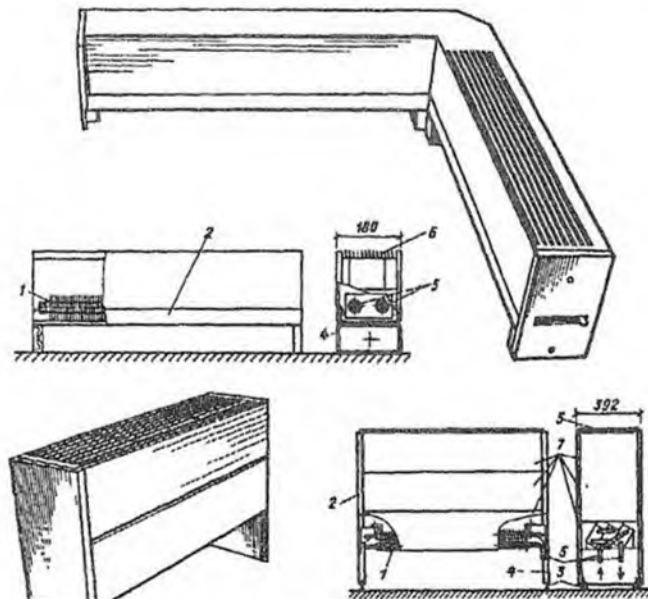
В помещениях с незначит. площадью нагретых и охлажд. поверхностей ( $t_b \approx t_R$ ) коэфф. теплообмена равен сумме конвективной и лучистой составляющих.

**КОНВЕКТИВНЫЙ ТЕПЛОБМЕН** — процесс *теплообмена* воздуха с поверхностью, обусловл. турбулентным перемешиванием неизотермич. масс воздуха и его *теплопроводностью*. Движение воздуха у нагретых или охлажд. поверхностей происходит под действием гравитац. сил, возникающих вследствие разности плотности различно нагретого воздуха у поверхности и в объеме помещения. Нагреваемый воздух, вытесняемый снизу более холодным воздухом, поднимается вверх. Подача и удаление воздуха системами *вентиляции* усиливают этот процесс. Вентиляц. и тепловые струи взаимодействуют между со-

бой, формируя опред. темп-рные и скоростные поля в плане и по высоте помещения. Обычно движение воздуха от разл. источников рассматривается изолированно, а взаимодействие между потоками учитывается дополнительно на основании упрощенных гипотез. Теплообмен воздуха с относительно небольшими нагретыми или охлажд. поверхностями осуществляется, как правило, в режиме конвекции свободной. На поверхностях ограждений и др. больших неизотермич. поверхностях наблюдается естеств. К.т., к-рый в отличие от свободной конвекции происходит в стесненном огранич. объеме помещения (конвекция естественная). В условиях принуд. движения воздуха вдоль поверхности теплообмен определяется закономерностями конвекции вынужденной. Особый случай представляет К.т. плоских неизотермич. струй, настилающихся на поверхность ограждения (потолок, световые проемы и др.). Такой характер воздухораспределения обычно используется при воздушном отоплении. Безотрывное развитие настилающейся струи обеспечивает наиболее полное омывание помещения обратным потоком воздуха. Темп-ра омываемых поверхностей при этом повышается и улучшаются комфортные условия. При настилении нагретой струи на остекл. поверхности обеспечивается также защита рабочей зоны помещения от ниспадающих холодных потоков воздуха.

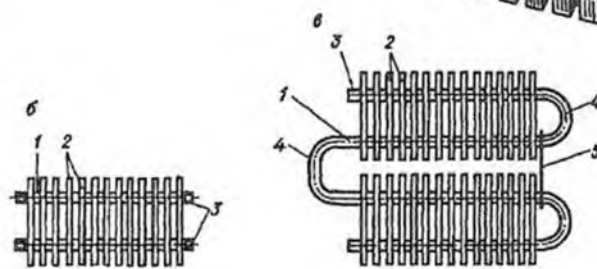
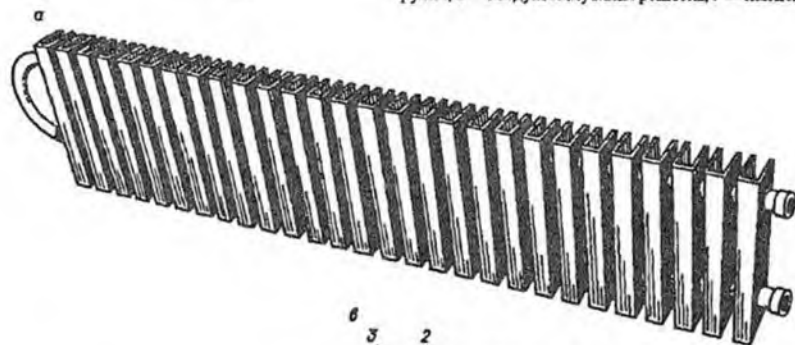
В общем случае составляющую К.т., Вт, в тепловом балансе произвольной поверхности (см. Тепловой режим здания) можно записать в след. виде:  $K_t = \alpha_k (t_b - t_1) F_1$ , где  $\alpha_k$  — средний по поверхности  $F_1$  коэфф. К.т., Вт/(м<sup>2</sup>·°C);  $t_b$  — темп-ра воздуха в помещении, °C;  $t_1$  — осредненная темп-ра поверхности, °C. Искомая величина  $\alpha_k$  зависит от режима конвекции и в каждом конкретном случае определяется из критериальных ур-ний К.т.

**КОНВЕКТОР** — отопительный прибор конвективного или конвективно-радиационного типа, главной частью которого является трубчато-ребристый нагревательный элемент. К. бывает трубчато-пластинчатый со



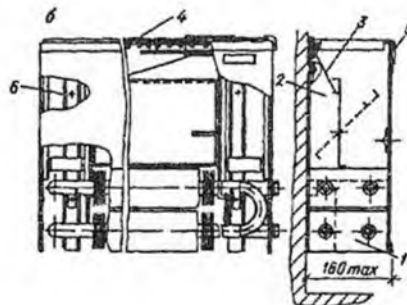
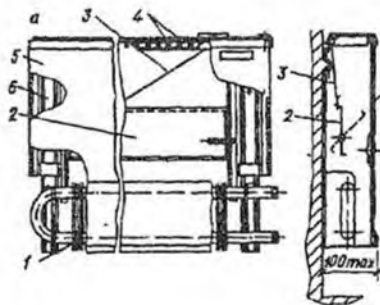
Конвекторы настенные с кожухом

1 — нагревательный элемент; 2 — стенки кожуха; 3 — анкерные болты; 4 — ножки основания; 5 — патрубки; 6 — воздуховыпускная решетка; 7 — панели



Конвектор без кожуха

а — общий вид при концевом исполнении; б — конвектор однорядный при проходном исполнении; в — двухрядный концевой конвектор; 1 — трубы; 2 — ребра; 3 — патрубки; 4 — калачи; 5 — распорка



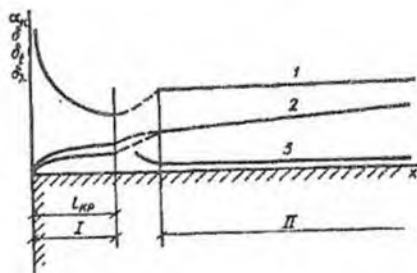
Конвектор настенный с кожухом

а — малой глубины; б — средней глубины; 1 — нагревательный элемент; 2 — регулирующий клапан; 3 — тяга; 4 — воздуховыпускная решетка; 5 — кожух; 6 — кронштейн

спирально-навивными на трубу ребрами или проволочными петлями, с накатными или литыми ребрами. К. выпускают с кожухом — настенные, напольные и без кожуха. Нагреват. элементы изготавливают из стали, алюминия, меди или комбинации этих материалов, кожух чаще всего — из стали. К. с кожухом обычно имеют воздушный клапан-заслонку для регулирования теплового потока вместо запорно-регулирующей арматуры, т.е. такие К. можно применять в гидравлически устойчивых и наиболее экономичных проточных *однотрубных системах водяного отопления*. Для удобства очистки приборов их кожух или часть его выполняется съемным или имеет откидывающиеся детали, обеспечивающие доступ к нагревательным элементам. Настенные К. поставляются в комплекте с кронштейнами для крепления их на стене. Плинтусные, низкой и средней высоты К. выпускаются в концевом и проходном исполнениях. К. с кожухом передается в помещении конвекцией 85—95% всего теплового потока, причем кожух не только декорирует нагреватель, но и выполняет роль шахты, усиливающей подвижность воздуха у наружной поверхности нагреват. элемента и формирующей струю теплого воздуха в приборе. К. без кожуха передает конвекцией в помещение 70—80% всего теплового потока, обрешетка имеет также декоративную и защитную ф-цию (установка перед ним экрана или кожуха ухудшает его тепловую хар-ку). К. с кожухом, как правило, имеют лучшие теплотехнические и экономические показатели, не требуют установки регулирующей арматуры на трубопроводах. Наиболее эффективно использование К. (особенно с кожухом) в однотрубных системах водяного отопления с большим расходом *теплоносителя* в отопит. приборах, т.к. их тепловой поток существенно зависит от скорости движения теплоносителя по трубам нагреват. элемента. К. рекомендуется применять в чистых помещениях, в первую очередь, в жилых и обществ. зданиях. Отечествен. К. рассчитаны на работу при избыточном давлении теплоносителя до 1 МПа и его темп-ре до 150°C.

**КОНВЕКЦИЯ** (от лат. convectio — привнесение, доставка) — перемещение микроскопич. частей среды (газа, жидкости), приводящее к массо- и теплообмену. Различают *конвекцию вынужденную, конвекцию естественную, конвекцию свободную, конвекцию смешанную*.

**КОНВЕКЦИЯ ВЫНУЖДЕННАЯ** — процесс *теплообмена* на поверхности, обтекаемой потоком воздуха. Режим обтекания поверхности протяжен-

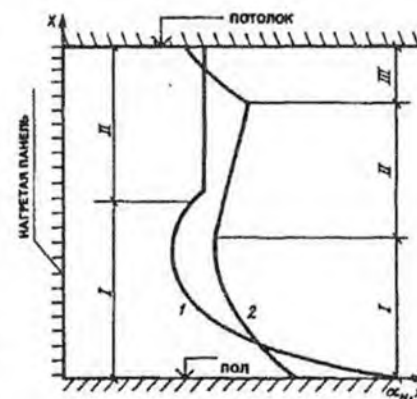


Конвекция вынужденная  
1 — локальный коэффициент конвективного теплообмена; 2 — толщина пограничного слоя; 3 — толщина ламинарного подслоя; I, II — зоны ламинарного и турбулентного режимов

ностью  $l$  потоком воздуха со скоростью  $v$  определяется критерием Рейнольдса  $Re = v/l\nu$ , где  $\nu$  — кинематич. вязкость,  $m^2/c$ . В условиях К.в. толщина пограничного слоя  $\delta$  значительно меньше, чем при *конвекции свободной*. В нач. области течения воздуха параллельно-струйным течением образуется ламинарный пограничный слой  $\delta_l$ . Переход к турбулентному пограничному слою происходит на расстоянии  $l_{кр} = 7,8(1/\nu)$ , характеризуемом значением критерия  $Re = 5 \cdot 10^5$ . Среднее значение коэфф. конвективного теплообмена: для ламинарной зоны  $\alpha_k = 3,94(v/l)^{0,5}$ , для турбулентной  $\alpha_k = 5,95\nu^{0,8}l^{-0,2}$  (при темп-ре воздуха 20°C). Понижение или повышение темп-ры воздуха на 20°C соответствует возрастанию или снижению значения  $\alpha_k$  примерно на 7%.

**КОНВЕКЦИЯ ЕСТЕСТВЕННАЯ** — процесс *теплообмена* на нагретой или охлажд. поверхности, располож. в

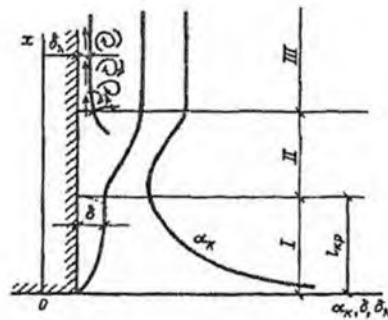
Конвекция естественная  
Качественное сопоставление пограничных слоев при свободной (1) и естественной (2) конвекции; зоны: I — ламинарного режима; II — турбулентного режима; III — торможения

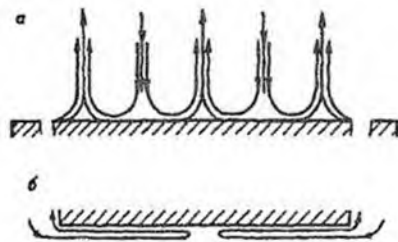


огранич. объеме неподвижного воздуха. К.е. так же, как и *конвекция свободная*, вызывается действием только гравитац. сил, возникающих вследствие разности плотности воздуха у неизолирмич. вертик. поверхности и в объеме помещения. Однако наличие пола и потолка приводит к возникновению зоны торможения, возрастанию коэфф. конвективного теплообмена  $\alpha_{кx}$  по направлению оси  $x$ , деформации остальных зон и общей интенсификации процесса теплообмена. Экспериментально выявленные значения  $\alpha_{кx}$  в условиях К.е. имеются только для нек-рых частных случаев. В практич. расчетах обычно используют общие закономерности конвекции свободной.

**КОНВЕКЦИЯ СВОБОДНАЯ** — процесс *теплообмена* на нагретой или охлажд. поверхности, свободно располож. в неогранич. объеме неподвижного воздуха. К.с. вызывается действием гравитац. сил (за счет разности темп-р поверхность — воздух) и вязкостью воздуха. В потоке около вертик. поверхности образуется пограничный слой, толщина к-рого вначале возрастает по направлению движения. На расстоянии  $l_{кр}$  от нижней границы вязкий (ламинарный) слой переходит в турбулентный с пост. толщиной и неизменной интенсивностью *конвективного теплообмена*. В помещениях при небольших разностях темп-р на поверхностях (обычно  $\Delta t \approx 3-5^\circ C$ ) критич. размер  $l_{кр}$  не превышает 0,3 м. При увеличении разности темп-р расстояние еще более сокращается, что позволяет принимать режим движения турбулентным по всей высоте свободно располож. поверхности. В области турбулентного режима локальные и средние значения коэфф. конвективного теплообмена одинаковы (автомодельный режим). Для вертик. неизолирмич. поверхностей их достаточно точно определяют по фор-ле

Пограничные слои при конвекции свободной  
 $\delta_l$  — толщина ламинарного подслоя; I — ламинарный режим; II — переходная зона; III — турбулентный режим





Движение воздуха при конвекции свободной около горизонтальной нагретой поверхности, обращенной вверх (а) и вниз (б)

$\alpha_k = 1,66 \Delta t^{1-3}$  (при средней темп-ре воздуха в помещении и поверхности  $20^\circ\text{C}$ ). При повышении или понижении средней темп-ры на  $10^\circ\text{C}$  численный коэфф. соответственно уменьшается или увеличивается на 1 %.

Движение воздуха в режиме К.с. около горизонт. поверхностей происходит иначе, чем около вертикальных. Воздух к средней части нагретой (обращ. вверх) и охлажд. (обращ. вниз) поверхности поступает по нормали. Возникает т.н. "сахара-эффект", при к-ром воздух подходит к поверхности по границам своеобразных шестигранников и отходит в их центрах. К границам поверхности небольших размеров воздух подтекает беспрепятственно, и коэфф. конвективного теплообмена возрастает. При увеличении площади поверхности подтекание воздуха ухудшается и значение  $\alpha_k$  снижается. Заметное снижение интенсивности конвективного теплообмена наблюдается около нагретых горизонт. поверхностей, обращ. вниз. Здесь так же, как и в первом случае, с увеличением площади поверхности осложняется подтекание воздуха к ней и средний коэфф. конвективного теплообмена уменьшается. В практич. расчетах используют ту же общую зависимость, принимая численный коэфф. равным 1,16 при направлении теплового потока сверху вниз и 2,26 — снизу вверх.

**КОНВЕКЦИЯ СМЕШАННАЯ** — процесс конвективного теплообмена на нагретой или охлажд. поверхности с учетом общей подвижности воздуха в помещении, обусловл. работой систем вентиляции и др. принудит. источников, что в общем случае приводит к усилению конвекции естественной на поверхностях. При лобовом обтекании неизотермич. поверхности вынужденным потоком воздуха обычно используется правило Мак-Адамса, согласно к-рому при совместном действии конвекции свободной и конвекции вынужденной расчетный коэфф. конвективного теплообмена  $\alpha_k$  принимается большим из двух частных

значений. При продольном обтекании неизотермич. поверхности протяженностью  $l$  вынужденным потоком со скоростью  $v_0$  значение  $\alpha_k$  определяется по закономерностям свободной или вынужденной конвекции. В первом случае фактич. разность темп-р  $\Delta t_1$  между поверхностью и воздухом помещения увеличивается на величину эквивалентной надбавки  $\Delta t_{1y} = 60 v_0 / l$ , учитывающей соответствующее повышение скорости гравитац. потока. Во втором — скорость движения вынужденного потока  $v_0$  складывается со скоростью гравитац. потока  $v_0$ , определяемой из приведенного соотношения по фактич. темп-рному перепаду  $\Delta t_1$ .

**КОНГРУЭНТНОЕ ПЛАВЛЕНИЕ** (от лат. congruens — соответствующий, совпадающий) — плавление хим. соединения без разложения. Продукты К.п. способны к возврату в первонач. твердое состояние.

**КОНДЕНСАТ** (от лат. condensatus — уплотненный, сгущенный) — жидкость, образующаяся при конденсации газа или пара. Различают по месту появления К. водяной и К. попутный.

К. водяной — продукт конденсации водяного пара, т.е. фазового превращения его в жидкое состояние с выделением теплоты конденсации. Кол-во теплоты, выделяемое 1 кг сухого насыщ. пара при его конденсации, соответствует величине уд. теплоты испарения, зависящей от давления, под к-рым находится конденсирующийся пар. Темп-ра пара и К. до завершения конденсации пара при пост. давлении остается, как и в процессе парообразования, неизм. и равной темп-ре насыщения. В системах парового отопления конденсация пара происходит в отопительных приборах. Отведенная от них теплота используется для нагревания помещений.

К. попутный образуется в результате частичной конденсации пара по мере его продвижения по паропроводу системы парового отопления, даже теплоизолированному. К. попутный уменьшает пропускную способность паропровода, а также вызывает образование в нем водяных пробок, являющихся причиной гидравлических ударов. Во избежание этого в системах парового отопления предусматривается осушка паропровода.

**КОНДЕНСАТНЫЙ НАСОС** — насос (обычно центробежный), предназнач. для перемещения конденсата. К.н. применяют в разомкнутых системах парового отопления для перемещения конденсата из бака конденсатного в паровой ко-

тел. Конструкции К.н. обеспечивают их надежную работу при темп-ре перекачиваемого конденсата до  $125$  и  $160^\circ\text{C}$ . В системах парового отопления устанавливаются, как правило, два параллельно работающих К.н. для суммарной подачи конденсата в кол-ве, равном 2-часовому его сбору. Развиваемое каждым К.н. давление должно быть достаточным для преодоления гидравлич. сопротивления конденсатопровода, давления в точке, куда подается конденсат, и гидростатич. противодействия при необходимости подъема конденсата. К.н. заглубляется ниже миним. уровня конденсата в баке на величину, предотвращающую возникновение кавитации в насосе.

**КОНДЕНСАТОПРОВОД** — трубопровод, по к-рому конденсат от теплообм. устройств потребителей транспортируют к паровым котлам источника теплоты. У потребителей по К. системы сбора конденсат движется от теплообменных аппаратов к баку конденсатному под давлением, образующимся после конденсатоотводчиков. Это возможно, если конденсат не переохлажд. и избыточное давление после конденсатоотводчика больше, чем давление в К. При движении конденсата через конденсатоотводчик происходит его вторичное вскипание с образованием пара. Такой же процесс протекает и при движении конденсата по конденсатопроводной сети из-за падения давления при преодолении гидравлич. сопротивлений. В результате вскипания по конденсатопроводной сети движется пароводяная смесь, плотность к-рой меньше плотности воды. При гидравлич. расчете К. учитывают среднюю плотность пароводяной смеси, получающейся в результате вскипания конденсата. От сборных конденсатных баков к паровым котлам конденсат транспортируется по напорным К., в к-рых поддерживается избыточное давление при всех режимах возврата конденсата. Эти К. составляют наружную часть общей конденсатопроводной сети. Как правило, применяют закрытые системы сбора и возврата конденсата к источнику теплоты. Открытые системы с самотечным возвратом конденсата используют лишь в малых системах теплоснабжения.

В системах отопления К. принадлежит конкретному зданию и предназначен для перемещения конденсата от отопительных приборов или калориферов до теплового пункта или источника теплоты (генератора пара). В системах парового отопления К. может быть "сухим" и "мокрым", самотечным и напорным, а также двухфазным. "Сухим" наз. самотечный К., заполн. конденсатом и воздухом, в при перерывах в работе системы освобождающийся от конденсата. В



системе парового отопления низкого и повыш. давления "сухим" является К., идущий от отопит. приборов до уровня конденсата в замкнутой системе или до конденсатного бака в разомкнутой системе отопления. "Мокрым" считается К., всегда заполн. конденсатом; "мокрым" самотечным — К. в замкнутой системе парового отопления низкого давления от уровня конденсата до генератора пара; "мокрым" напорным — К. отопит. приборов до конденсатоотводчика, по к-рому конденсат перемещается под остаточным давлением в отопит. приборах, а также К. после конденсатного бака, в к-ром конденсат перемещается под давлением, создаваемым конденсатным насосом или имеющимся в баке. К. в системе парового отопления высокого давления между конденсатоотводчиком и конденсатным баком или баком-сепаратором может быть напорным двухфазным, при этом второй фазой является пролетный пар или пар вторичного вскипания.

**КОНДЕНСАТОР** — теплообм. аппарат в вентиляции и кондиционировании воздуха, являющийся составной частью холодильных машин и служащий для отвода теплоты от холодоносителя в холодильном цикле. В К. происходит переход парообразного холодильного агента в жидкое состояние. Общее кол-во теплоты, к-рое должно быть отведено от К. (тепловая нагрузка на К.), складывается из теплоты, затрач. на перегрев паров, скрытой теплоты парообразования и в нек-рых случаях теплоты переохлаждения жидкого хладагента. В холодильных машинах, обслуживающих систему кондиционирования воздуха, используют в осн. К., охлаждаемые водой, и режс — воздухом. Водоохлаждаемые К. холодильных машин большой произ-сти кожухотрубные. По трубкам, находящимся внутри кожуха и имеющим внешнее оребрение, проходит вода с относительно большой скоростью (до 1,5 м/с). Горячий пар хладагента проходит в межтрубном пространстве. Его движение, как и движение воды в трубках, организуется с помощью перегородок по многоходовой схеме. Съемные крышки обеспечивают возможность периодич. осмотра и обслуживания теплообменного аппарата. Для предотвращения взрыва паров хладагента при повышении давления предусмотрен предохранит. клапан. Существует неск. разновидностей кожухотрубных теплообменников-К. Помимо кожухотрубных известны разл. оросит. и испарит. К., в к-рых для отбора теплоты от холодоносителя на внешн. поверхности трубок используют испарительное охлаждение воздуха. В холодильных машинах малой произ-сти применяют теплообменники-К., устроенные по принципу "труба в трубе", в меж-

трубном пространстве к-рых движется охлаждающая жидкость. Воздухоохладяющие К., выполненные в виде отд. агрегатов, включающих в себя собственно теплообменник-К. и вентилятор осевой для обдува теплообменника, имеют батареи змеевиков из тонкостенных латунных трубок малого диаметра с пластинчатым оребрением. Змеевики присоединяют к коллекторам, нижний из них соединен с ресивером, в к-ром накапливается жидкий хладагент. При выборе холодильной машины проводят поверочный расчет соответствия площади теплообмена К. требуемой.

**КОНДЕНСАТОР В СИСТЕМЕ ТЕПЛОАБМЕННОГО ОТОПЛЕНИЯ** — теплообменный аппарат пароводяной, в к-ром пар превращается в жидкость при соприкосновении с охлаждаемой поверхностью. К. входит в состав теплового насоса, применяемого для отопления и охлаждения зданий. Процесс конденсации паров происходит при пост. давлении и темп-ре с выделением теплоты. Обычно применяется К. кожухотрубчатого типа, в к-ром охлаждающая вода циркулирует внутри трубок, а пары движутся в межтрубном пространстве и конденсируются на наружной поверхности трубок.

**КОНДИЦИОНЕР** — агрегат для обработки приточного воздуха с целью создания и автоматич. поддержания в помещении, отд. зоне или технологич. аппарате определ. параметров воздушной среды, вне зависимости от изменений атм. или внутр. условий. Существуют К. автономные, местные неавтономные, К.-доводчики и центральные.

**Автономный К.** — разновидность местного неавтономного К. Его выполняют в виде шкафа со встроеной холодильной машиной с огранич. произ-стью по воздуху и холодильной мощностью. Автономные К. общего назначения подразделяют в зависимости от способа охлаждения конденсатора холодильной машины — с водяным и воздушным охлаждением. Первые имеют два отсека: компрессорно-конденсаторной группы и для воздухообрабатывающего оборудования (испарителя, вентилятора). Для охлаждения К. предусматривают систему оборотного водоснабжения. Вторые используют, как правило, наружный воздух или воздух помещения, к-рый после нагрева удаляется. Применяют их в виде оконных, агрегатных и двухблочных. К оконным относятся бытовые К. Для обеспечения доступа наружного воздуха в конденсаторно-компрессорный отсек, отгороженный от отсека для охлаждения внутреннего воздуха, их устанавливают в окне. В агрегатных К., напр. крановых, для охлаждения конденсатора используется воздух цеха, в к-ром работает

кран со смонтированной на нем кабиной; в двухблочных К. — конденсатор с вентилятором выделен в отд. блок. Отделенный от осн. части К. конденсаторный блок устанавливают в удобном месте, что является конструктивным преимуществом.

**Местный неавтономный К.** в отличие от автономного не имеет встроены источников тепло- и холодоснабжения, а тепло и холод к нему поступают по трубопроводам от центр. источников. Конструктивно эти К. подразделяют на агрегатные и блочные. Наибольшее распространение в отечеств. кондиционеростроении получили агрегаты типа КТН, рассчит. на разл. воздухопроиз-сть. Типовые отечеств. К. имеют одинаковую высоту и глубину и различаются по ширине в зависимости от воздухопроиз-сти. Обработка воздуха осуществляется в камере орошения и воздухонагревателе. Возможно использование К. как в прямом режиме, так и в режиме рециркуляции воздуха. Агрегатный К. обладает высокой комплектностью и занимает меньшую, чем центральные К., площадь. Блочные К. собирают из отд. блоков в горизонт. или вертикал. плоскости. Вертик. сборка обеспечивает экономию производств. площади, в то же время горизонт. расположение блоков удобно в помещениях малой высоты. Нагрев и охлаждение воздуха осуществляются в блоках поверхностных теплообменных аппаратов, для увлажнения воздуха служит контактный теплообменник в виде многослойных орошаемых пластин или паровые увлажнители. Блочные К. могут располагаться на кровле зданий.

**Кондиционер-доводчик** — разновидность местного неавтономного К., к-рый в сочетании с центральным К. образует центрально-местную систему кондиционирования воздуха, получившую распространение в зданиях с большим числом комнат. Их устанавливают в каждом помещении, как правило, под окнами, и они совмещают функции кондиционирования воздуха и отопления. Наружный воздух в объеме сан. нормы поступает в доводчик из центрального К., где он проходит обработку, общую для всех помещений. В К.-доводчике наружный воздух смешивается с рециркуляц. из помещения, обеспечивая в смеси требуемые темп-ру и влажность для данного помещения. Заданные параметры смеси обеспечиваются за счет обработки рециркуляц. воздуха в поверхностном теплообменнике доводчика. В зависимости от тепловой обстановки в помещении в теплообменнике К. происходит нагрев или охлаждение рециркуляц. воздуха. Тепло или холодоноситель подводится к теплообменнику по трубопроводам.

Теплообменники присоединяют по двух-, трех- и четырехтрубной схеме. В

двухтрубной осуществляется попеременно движение по одному и тем же трубам горячей (теплоносителя) и охлажденной (хладоносителя) воды. В трехтрубной схеме подающие трубопроводы горячей и холодной воды разделены, а обратный трубопровод общий. В четырехтрубной для снабжения доводчика горячей и холодной водой служат отдельные пары трубопроводов. Используют вентиляторные и эжекты. К.-доводчики. В первых перемещение рециркуляц. воздуха через теплообменник осуществляется встроенным *вентилятором диаметральным*, во вторых рециркуляц. воздух эжектируется в смесит. камеру. Разрежение в камере создается за счет сопел-эжекторов, из к-рых с большой скоростью подается первичный наружный воздух, обработанный в центральном К. *Осушка воздуха* в случае надобности проводится при его охлаждении в поверхностном *воздухоохладителе*. Для сбора конденсата в К. имеется *поддон*. При необходимости в него может быть залита вода (в холодное время года) для увлажнения воздуха. В течение отопит. периода в нерабочее время суток центральный К. не работает, а теплообменники доводчиков работают в режиме дежурного отопления без принудит. циркуляции внутр. воздуха.

Центральный кондиционер расположен на удалении от обслуживаемого помещения. Используется для обслуживания крупного помещения или ряда помещений со сходным тепловлажностным режимом. В нашей стране широко применяют центр. К. из типовых секций, каждая из к-рых выполняет определ. технологич. функцию. Секции монтируются на всасывающей стороне вентилятора *вентиляторного агрегата* и имеют одинаковые для каждого номера стыковочные размеры. Секции подразделяют на функциональные и вспомогательные. Осн. функций, включают в свой состав *фильтр воздушный*, *поверхностный воздухоохладитель*, увлажнит. аппарат, *воздухонагреватели первого и второго подогрева*, отключающие и регулирующие клапаны. В рециркуляц. системах для смешения наружного и внутр. воздуха устанавливают смесит. камеры (секции) и используют дополнит. вентиляторные агрегаты. Вспомогат. секции монтируются между основными и предназначены для обслуживания последних. Для доступа к осн. секциям используют герметичную дверь.

**КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА** — процесс создания и поддержания определ. параметров воздушной среды в помещениях зданий, сооружений и транспортных средств.

Техника К.в. развивается с начала XX в. Первые системы с *камерами осушения и холодильными установками*

появились в США и странах Зап. Европы. Значит. импульс широкому распространению К.в. был придан в начале 30-х гг. с появлением безопасного *холодильного агента* — фреона и работающих на нем холодильных установок. В западноевропейских странах развитие К.в. связано в большей степени с его использованием в обществ. зданиях, где оно начало широко внедряться в первой половине 50х гг., а через 10 лет — и в жилых домах.

В нашей стране развитию техники кондиционирования способствовали исследования в области теплообмена, разработка методов расчета установок кондиционирования воздуха. Известны труды А.А. Крауза, А.Н. Селиверстова, фундам. труд под ред. Н.В. Дегтярева. Большой вклад в развитие теории и техники кондиционирования внесли также специалисты, как А.А. Гоголин, А.В. Нестеренко, Е.Е. Карпис, Е.В. Стефанов, О.Я. Кокорин, П.В. Участкин, В.Н. Тетеревников, И.Г. Сенатов.

В 1950 Б.В. Баркалов разработал технич. указания по проектированию и расчету систем кондиционирования воздуха. Расчеты процессов и оборудования в системах кондиционирования воздуха базируются на диаграмме *I—d влажного воздуха*, к-рая была создана в 1918 г. Л.К. Рамзиным. В США и нек-рых др. странах для этой же цели пользуются психрометрич. диаграммой, впервые опубликованной в 1911 В. Кэрриером. В странах Европы обычно применяют *I—x*-диаграмму Молье, опубликованную им в 1921.

Поддержание параметров воздухоподачей в помещении приточного воздуха. Обработка его с целью придания необходимых свойств осуществляется в *кондиционере*. Сеть *воздуховодов*, по к-рой воздух транспортируется от кондиционера до помещения, *воздухораспределители*, раздающие приточный воздух в помещениях, и кондиционеры составляют *систему кондиционирования воздуха*, позволяющую поддерживать заданные темп-ру, влажность и скорость движения воздуха, его чистоту, газовый состав, ароматич. запахи, содержание легких и тяжелых ионов, а в ряде случаев и барометрич. давление.

Параметры внутр. воздуха, обеспечиваемые системой, определяются гигиенич. и технологич. требованиями. При определении параметров по технологич. соображениям учитывают многообразие их связей с технологич. процессом. Для большинства произ-в осн. параметрами, влияющими на качество продукции, оказываются темп-ра и влажность воздуха. Во многих случаях требуется поддержание постоянства технологич. параметров в течение всего года. Допустимые отклонения от них составляют

$\pm 0,01—0,5^{\circ}\text{C}$  для темп-ры и  $1—5\%$  для относит. влажности воздуха. Гигиенич. условия в помещениях, за исключением особых случаев, определяются темп-рой, влажностью и подвижностью воздуха. Системы кондиционирования обеспечивают оптим. внутр. параметры, соответствующие ощущению человеком теплового комфорта. Комфортные параметры зависят от времени года и тяжести выполняемой работы. При их поддержании допускаются отклонения темп-ры до  $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$  и относит. влажности воздуха до  $\pm 15\%$ .

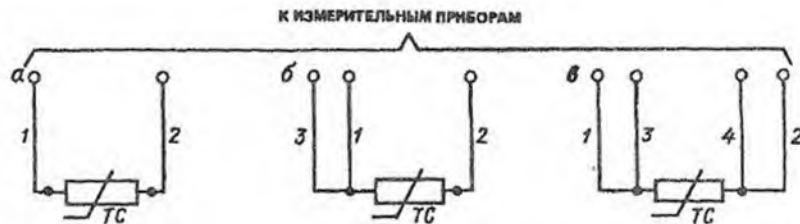
В соответствии с принятыми нормами проектирования К.в. подразделяют на три класса. Первый — обеспечивает в производств. и др. помещениях технологич. процессы воздуха; второй — комфортные внутр. условия; третий — поддержание в помещениях допускаемых внутр. условий в р-нах, характеризующихся высокими темп-рой и энтальпией наружного воздуха, при этом К.в. выполняет роль *вентиляции*. Соответственно этой классификации различают комфортные и технологические системы кондиционирования воздуха.

К.в. в нашей стране применяют прежде всего на пром. предприятиях, технологич. процесс в к-рых требует поддержания определ. параметров микроклимата, а также в зрелищных, спортивных, выставочных, административных и ряде бытовых зданий.

**КОНТЕЙНЕРНЫЙ ПНЕВМОТРАНСПОРТ** — разновидность *пневматического транспорта*, при к-ром транспортируемый материал перемещается по *трубопроводу* в спец. контейнерах или патронах под воздействием сжатого воздуха.

**КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ** — устройства для получения информации о состоянии технологич. процессов путем измерения их параметров (темп-р, давлений, расходов, уровней). К К.-и.п. относятся первичные приборы и измерит. преобразователи. Первичные приборы могут быть показывающими, сигнализирующими, самопишущими и с дистанц. передачей показания на расстоянии (к вторичному прибору). К измерит. преобразователям относятся датчики и преобразователи, работающие в комплекте со вторичными или регулирующими приборами.

Темп-ру *теплоносителя* измеряют с помощью термометров, к-рые подразделяют на термометры расширения, термоэлектрич., преобразователи, термопреобразователи сопротивления. Существуют *термометры расширения жидкостные*, *дилатометрич.* и *манометрич.* Жидкостные технич. термометры основаны на тепловом расширении термометрич.



Схемы присоединения термопреобразователей сопротивления  
 а — двухпроводная; б — трехпроводная; в — четырехпроводная; 1, 2 — токовые провода; 3, 4 — потенциальные; TC — термопреобразователь сопротивления

жидкости, заключенной в резервуаре. Их выпускают типа ТТ с пределами измерения от  $-30$  до  $200^{\circ}\text{C}$  и типа ТТЖ — от  $-35$  до  $200^{\circ}\text{C}$ . Эти термометры применяют в оправах и без них. Оправы могут быть двух типов — прямые типа ОТП и угловые типа ОТУ. Термометры ртутные стеклянные электроконтактные используют для сигнализации или поддержания пост. темп-ры от  $-30$  до  $300^{\circ}\text{C}$ : типа ТЗК — с заданным пост. рабочим контактом, типа ТПК — с подвижным рабочим контактом. Термометры dilatометрич. применяют в качестве реле для сигнализации или датчиков для двухпозиц. регулирования темп-ры воды. Их принцип действия основан на использовании разности коэфф. линейного расширения материалов биметаллич. пластины — инвара и латуни. К таким приборам относятся реле темп-рные dilatометрич. типа РТ-200 с пределами измерения  $25$ — $200^{\circ}\text{C}$  и с одним размыкающим контактом. Термометры манометрич. состоят из термосистемы, включающей термобаллон, соединит. капилляр, чувствит. элемент (манометрич. пружину), и показывающего, самопишущего или сигнализирующего устройства. Действие этих термометров основано на использовании зависимости между темп-рой и давлением рабочего тела в замкнутой герметичной системе. По виду рабочего тела манометрич. термометры могут быть газовыми (типа ТПГ4, ТГС), жидкостными (типа ТПЖ4, ТЖС) и конденсационными.

Термоэлектрич. преобразователи (термопары) имеют термоэлемент, к-рый развивает термоэ.дс, соответствующую темп-ре и измеряемую с помощью вторичных приборов (милливольтметров и потенциометров) или измерит. схемы регулирующего прибора. По материалу электродов термоэлемента термоэлектрич. преобразователи, применяемые в водных системах теплоснабжения, делят на хромель-копелевые (ХК) и хромель-алюмелевые (ХА).

Их изготавливают без чехла и со стальным чехлом — соответственно типам ТХК-0179 и ТХА-0179; они имеют стандартные градуировки шкал вторичных приборов ХК и ХА, пределы измерения  $-50$ — $600^{\circ}\text{C}$ , длину монтажной части  $10$ — $2000$  мм, макс. давление  $0,4$ — $6,4$  МПа.

Термопреобразователи сопротивления основаны на свойстве металлов изменять электрич. сопротивление в зависимости от темп-ры. Сопротивление, соответствующее темп-ре, измеряется вторичными приборами — логометрами, автоматич. мостами или с помощью измерит. схемы регулирующего прибора. В зависимости от материала чувствит. элемента эти термопреобразователи могут быть медными или платиновыми. Стандартные градуировки шкал вторичных приборов:  $50\text{M}$  и  $100\text{M}$  — при измерении медным термопреобразователем (сопротивление при  $0^{\circ}\text{C}$   $50$  и  $100$  Ом соответственно) и  $10\text{П}$ ,  $50\text{П}$  и  $100\text{П}$  — при измерении платиновым термопреобразователем (сопротивление при  $0^{\circ}\text{C}$   $10$ ;  $50$  и  $100$  Ом). Выпускают медные термопреобразователи сопротивления типа ТСМ-0879 с градуировкой  $50\text{M}$  и  $100\text{M}$  и пределами измерения  $-50$ — $200^{\circ}\text{C}$  для установки на трубопроводах; типа ТСМ-0879-01 — с теми же пределами, но без коробки для зажимов проводов; типа ТСМ-1079 — с пределами измерения  $0$ — $50^{\circ}\text{C}$  для установки в помещениях. Платиновые термопреобразователи сопротивления аналогичны по применению и конструкции медным, но имеют др. пределы измерения: типа ТСП-0879 — от  $-50$  до  $600^{\circ}\text{C}$ , типа ТСП-0879-01 — от  $-50$  до  $300^{\circ}\text{C}$ , типа ТСП-1079 — от  $0$  до  $50^{\circ}\text{C}$  и градуировку —  $50\text{П}$ ,  $100\text{П}$ . Существуют различные схемы присоединения термопреобразователей сопротивления к измерительным приборам. В 4-проводной схеме полностью исключается влияние сопротивления присоединенных проводов на точность измерения. Термоэлектрич. преобразователи и термопреобразователи сопротивления монтируют с помощью бобышек, привариваемых к трубопроводам и бакам. Преобразователи устанавливают перпендикулярно потоку либо под углом навстречу потоку. На трубопроводе малого диаметра предусматривают расширение. Для преобразования сигналов в унифицированные термопреобразователи

ТСП и ТСМ присоединяют к измерит. преобразователям НПС61, НПС62, НПС63.

Давление и перепад давлений измеряют манометрами и дифференциальными манометрами. По принципу измерения эти приборы делят на две группы: с упругими чувствит. элементами (деформац.) и жидкостные. Приборы деформационные выпускают: с трубчатой манометрической пружиной, мембранные, сильфонные, с отсчетным устройством без выходного сигнала — показывающие и самопишущие, без отсчетных устройств с электрич. выходным сигналом, с отсчетным устройством и электрич. выходным сигналом. Приборы жидкостные выпускают поплавковыми и с видимым уровнем.

Расход и кол-во воды в системах теплоснабжения измеряют расходомерами перепада давления, электромагнитными (индукц.) и ультразвуковыми расходомерами, скоростными счетчиками, измеряющими массу или объем воды, прошедшей через прибор в единицу времени (расход) или за какой-либо промежуток времени (час, сутки). В расходомерах перепада давления измерение расхода основано на зависимости перепада давления в сужающем устройстве, устанавливаемом на трубопроводе, от расхода измеряемой среды. В комплект этих расходомеров входят сужающее устройство (норм. диафрагма), диффеиц. манометр, соединит. трубки с уравнил. сосудами, вентили и вторичный прибор. Осн. данные и методику расчета диафрагм, их монтаж совместно с дифманометрами регламентируют действующими стандартами. Выпускают диафрагмы камерные типа ДКС — для трубопроводов  $D_y = 50$ ... $500$  мм и давлением до  $10$  МПа и диафрагмы бескамерные типа ДВС — с  $D_y = 300$ ... $600$  мм и давлением до  $4$  МПа. В качестве дифманометров применяют поплавковые типа ДП, сильфонные типа ДС, мембранные типа ДМ-3583М, ДМ-ЭР, преобразователи Сапфир-22М-ДД.

Электромагнитные (индукц.) расходомеры основаны на использовании закона электромагнитной индукции — в электропроводной жидкости, пересекающей магнитное поле, индуцируется эдс, пропорцион. скорости движения жидкости. Расходомеры типа ИР-61 состоят из первичного измерительного преобразователя ПРИМ или ПР и передающего измерит. преобразователя ИУ-61, на выходе к-рого формируется унифициров. сигнал в пределах  $0$ — $5$  мА, пропорциональный измеряемому расходу, к-рый поступает ко вторичному или регулирующему прибору. Макс. рабочая темп-ра измеряемой среды до  $150^{\circ}\text{C}$ .

Скоростные счетчики (водомеры) различают по типу чувствит. элемента (крыльчатые, турбинные), темп-ре измеряемой воды (холодная, го-

рячая), наличие устройства для дистанц. передачи показаний. Для холодной воды (до 30°C) выпускают крыльчатые счетчики типа УВК с  $D_y = 20...40$  мм и турбинные счетчики типа ВТ с  $D_y = 30...150$  мм; для горячей воды (до 90°C) — турбинные счетчики типа ВТГ с  $D_y = 50...150$  мм. Освоен выпуск водометров крыльчатых типа ВСКМ, турбинных типа СТВ для холодной воды и турбинных типа СТВГ-1 и СТВГ-П (с дистанц. передачей импульсных сигналов) для горячей воды.

Измерение уровней осуществляется уровнемерами механич. и электр. типа и сигнализаторами уровня. К уровнемерам механич. типа относятся указатель уровня типа УМП-100, предназначен для измерения уровня воды в резервуарах с атм. давлением и темп-рой до 60°C; пределы измерения 0—1 м. К уровнемерам электр. типа относятся индикаторы уровня электронные типа ЭИУ-2 для измерения уровня в резервуарах с давлением до 2,5 МПа и темп-рой от -40 до 200°C; пределы измерения 1—20 м. Сигнализаторы уровня и уровнемеры с дистанц. передачей показаний см. *Регулятор уровня жидкости*.

Вторичные приборы — устройства, воспринимающие сигналы от первичного прибора или передающего измерит. преобразователя и преобразующие его в форму, удобную для восприятия информации диспетчером и обслуживающим персоналом. Они могут быть показывающими, регистрирующими (самопишущие, печатающие) и комбинированными. Вторичные приборы устанавливают на щитах и в шкафах в местах, наименее подверженных вибрации и влиянию электромагнитных полей. Типы и принцип действия регулирующих приборов см. *Электронные автоматические регуляторы*.

**КОНФУЗОР** — фасонная часть воздуховода, служащая для соединения и плавного перехода большого сечения воздуховода в меньшее. Движение воздуха в К. характеризуется тем, что динамич. давление в нем в направлении движения потока увеличивается, а статич. — уменьшается. При круглых воздуховодах К. имеет вид усеч. конуса, при квадратных — усеч. пирамиды. Наиболее часто К. используют для подсоединения воздуховода к всасывающей стороне вентилятора радиального, что позволяет уменьшить коэфф. местного сопротивления (вследствие более плавного сужения воздушного потока и предотвращения отрыва пограничного слоя и образования вихрей), а следовательно, уменьшить потери давления, развиваемого вентилятором.

**КОНЦЕНТРАТОР СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ** — устройство,

фокусирующее солнечное излучение на приемник излучателя, располагаемый в фокальной точке или на фокальной линии коллектора солнечной энергии. В качестве К.с.и. используются отражатели или линзы. Отражатель — зеркальная поверхность, отражающая солнечные лучи на поглощающую поверхность коллектора солнечной энергии с целью увеличения плотности потока солнечного излучения. В коллекторе используются также т.н. линзы Френеля, имеющие концентрич. кольцеобразные поверхности с различным углом наклона, благодаря чему достигается фокусирование лучей в одну точку. В системах солнечного отопления применяются параболоцилиндрич. концентраторы (фокалы), фокусирующие солнечное излучение на трубчатый приемник. К.с.и. оцениваются по степени концентрации солнечного излучения, к-рая равна отношению плотности потока излучения на поверхность поглотителя к плотности потока излучения, поступающего на площадь апертуры (действующего отверстия) концентратора. Степень концентрации может достигать 10 000 и более, а для параболоцилиндрич. концентраторов — 100.

**КОНЦЕНТРАЦИОННЫЕ ГРАНИЦЫ ЗАЖИГАНИЯ ГАЗА** — предельные концентрации горючего газа в смеси с воздухом, при к-рых смесь воспламеняется и горит. Газовоздушная смесь способна гореть только при определ. соотношении горючего газа и воздуха. Наименьшая концентрация горючего газа в смеси, при к-рой газ загорается (бедная смесь), наз. нижним пределом воспламенения, а наибольшая, при к-рой газ может гореть (богатая смесь), — верхним. Подогрев газовоздушной смеси раздвигает границы зажигания. Наличие их в осн. объясняется снижением темп-ры горения для бедных и богатых смесей. При потерях теплоты в окружающую среду темп-ра пламени так сильно падает, что смесь не способна гореть. Для бедных смесей она падает потому, что необходимо нагревать большое кол-во лишнего воздуха, не участвующего в процессе горения. У богатых смесей лишнего воздуха нет, наоборот, значит. часть газа не обеспечена им для горения и не может гореть. На нагрев этого газа расходуется значит. кол-во теплоты, из-за чего темп-ра падает. Границы зажигания для метана и природного газа — 5 и 15%, для пропана — 2,4 и 9,5%. Для обнаружения утечек газа с запасом по отношению к нижнему пределу воспламенения запах газа должен резко ощущаться при его концентрации в 1% — для природного газа и 0,5% — для сжиж.

**КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ** — способность металла или ме-

таллич. сплава хорошо сопротивляться воздействию внеш. агрессивной коррозионной среды. В каждом конкретном условиях (состав среды, концентрация, темп-ра, скорость движения среды и др.) металл может быть коррозионно-стойким или нестойким. Мерой К.с. служит скорость коррозии металла в данной среде и в данных условиях. Чем меньше эта скорость, тем коррозионная стойкость выше. Скорость коррозии металлов часто выражают массой металла, превращ. в продукты коррозии за единицу времени с единицы его поверхности. Кол-во разруш. металла можно определить толщиной  $\delta$ , м, слоя металла, превращ. в продукты коррозии за определ. время:  $\delta = K/1000\rho$ , где  $K$  — масса прородированного металла, г, с 1 м<sup>2</sup> поверхности за 1 год;  $\rho$  — плотность металла.

**КОРРОЗИОННЫЙ ИНГИБИТОР** (за медлитель) — любое соединение, подавляющее коррозию, вне зависимости от того, на какую электрохимич. реакцию оно влияет. Наиболее распростран. К.и. для нейтр. и слабощелочных сред — бикарбонат кальция, кремнекислый натрий; для кислых — каптакс, катапин, уротропин; для пароконденсатных — гидразингидрат, аммиак, смесь аминов жирных к-т, для воздушных сред — нитрит дициклогексилламина (НДА), карбонат дициклогексилламина (КЦА).

**КОРРОЗИОННЫЙ ПАССИВАТОР** — соединение, тормозящее развитие только анодной реакции в процессе коррозии. Любой К.п. является ингибитором (замедлителем) коррозии. Разработаны и реализуются водно-хим. режимы паровых котлов с использованием защитного действия таких соединений. Пассивирующие растворы содержат след. компоненты: пассиватор, щелочной реагент, комплексобразователь. Различают низкотемп-рную (24—93°C) и высокотемп-рную (более 100°C) пассивацию.

**КОРРОЗИЯ** (от позднелат. *corrosio* — разъедание) — вредное поверхностное разрушение твердых тел разл. физ.-хим. и биологич. агентами.

**КОРРОЗИЯ-КРЕКИНГ** — собират. термин для межкристаллитного и транскристаллитного корроз. растрескивания металлов. См. *Коррозия металлов межкристаллитная*, *Коррозия металлов транскристаллитная*.

**КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ** — разрушение металлов вследствие хим. или электр. взаимодействия с внеш. их омывающей средой. Протекает на границе ме-

талл — окружающая среда. В результате ее металлич. изделие может потерять ряд полезных технич. свойств, напр. прочность и пластичность (в т.ч. поверхностный нагрев, труб, частей машин и сооружений). К.м. может привести к увеличению трения между движущимися частями машин и приборов, нарушению герметичности аппаратов, а также прямым потерям металлов (ок. 8% нач. массы). К.м. классифицируют: по поверхности воздействия — внешн., внутр.; по геометрич. характеру корроз. разрушений — сплошная, подповерхностная, межкристаллитная, транскристаллитная, избирательная; по характеру взаимодействия металла со средой — химическая и электрохимическая; по типу коррозионной среды — атм., газовая; по характеру дополнит. воздействий, к-рым подвергается металл одновременно с действием корроз. среды, — под напряжением, при трении, контактная. Внешн. К.м. поверхностей нагрева элементов теплотехнич. оборудования зависит от состава продуктов горения и темп-ры обогреваемых труб. При высоких темп-рах и давлениях, больших скоростях и агрессивных реагентах создаются тяжелые условия эксплуатации металлов. Оксиды ванадия, содержащиеся в золе *мазута*, действуя на элементы котла при темп-ре металла 650°C и выше (подвески поверхностей нагрева, их опоры и др.), вызывают высокотемп-рную коррозию, к-рой подвержены прежде всего стали аустенитного класса. Низкотемп-рная коррозия вызывается воздействием серной к-ты  $H_2SO_4$ , пары к-рой образуются при соединении  $SO_3$  (получающегося при сжигании сернистого топлива наряду с  $SO_2$ ) с водяными парами и конденсируются при относит. невысокой темп-ре. От низкотемп-рной К.м. особенно страдают хвостовые поверхности котлов (в осн. *воздухоподогреватели*), работающих на сернистых мазутах. Для борьбы с ней целесообразно снижать избыток воздуха в топочной камере до уровня  $\alpha_T = 1,02...1,05$ , так как при этом уменьшается кол-во образующегося  $SO_3$ . Зачастую в мазут добавляют антикорроз. присадки. Внутр. коррозия поверхностей нагрева обусловлена в осн. электрохим. процессами. При электрохим. коррозии происходит окисление металла с переходом его ионов в р-р и накоплением эквивалентного кол-ва электронов в металле. В результате появляется разность потенциалов и т.н. "коррозионный" ток. Окислителями являются раствор. в воде газы  $O_2$  и  $CO_2$ . При высоких темп-рах наблюдается хим. коррозия, в к-рой окислителем служит водяной пар. При темп-ре стали выше 250°C на поверхности образуется плотная оксидная пленка  $Fe_3O_4$ , препятствующая углублению кор-

розии. Образованию пленки способствует повыш. значение рН воды. Растворенные в воде  $O_2$  и  $CO_2$  повышают кислотность среды, при этом понижается показатель рН и уменьшается прочность защитной пленки. Кислородная коррозия характеризуется обычно локальными язвинами. Значит. влияние на скорость К.м. оказывает темп-ра: с ее повышением увеличивается скорость К.м. Однако при этом возможно одновр. удаление части агрессивных агентов и протекание др. побочных явлений.

В открытых системах (баках, негерметизиров. смешивающих подогревателях), где при подогреве воды возможно выделение растворенных в ней газов, К.м. вначале увеличивается, а затем уменьшается, т.к. интенсификация ее под действием повыш. темп-ры компенсируется ее уменьшением вследствие снижения растворимости кислорода. В закрытых системах (поверхностных подогревателях), где отсутствуют условия для удаления кислорода, нагрев воды приводит к непрерывному повышению скорости К.м. При больших скоростях движения жидкости возникает особенно быстрая и опасная струйная К.м. Увеличение плотности теплового потока через корродирующую поверхность повышает скорость К.м., т.к. с ростом тепловой нагрузки происходит частичное разрушение защитной пленки из-за термич. напряжений в ней. Последние возникают в связи с различными коэфф. объемного и линейного расширения материала пленки и стали, а также из-за механич. воздействия пузырьков пара, интенсивно образующихся на поверхности металла. На скорость К.м. влияют и внутр. факторы: состав и структура металла, деформация и напряжения, обработка поверхности. Наряду со скоростью К.м. большое значение имеет распределение корроз. напряжений на поверхности изделия. Если К.м. равномерно распределена по всей поверхности, то ее наз. равномерной; если сосредоточена на отд. участках, то — местной (*коррозия-питтинг*). Чем более неравномерна К.м., тем она опаснее. Глубокие местные поражения наз. корроз. язвнами. См. также *Коррозия металлов избирательная*, *Коррозия металлов межкристаллитная*, *Коррозия металлов транскристаллитная*, *Коррозия металлов химическая*, *Коррозия металлов электрохимическая*.

**КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ ИЗБИРАТЕЛЬНАЯ** — резко выраженное разрушение компонента сплава, влекущее за собой заметное уменьшение прочности и пластичности последнего. Так, латуни, т.е. твердые растворы меди и цинка, часто корродируют т.о., что из латуни удаляется цинк, а сплав при этом обогащается

медью. Этот вид К.м.и. особенно часто наблюдается на приморских электростанциях, где латунные трубы конденсаторов турбин подвергаются воздействию охлаждающей коррозионно-агрессивной морской воды.

**КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ МЕЖКРИСТАЛЛИТНАЯ** — разрушение границ между зернами (кристаллитами) металла. В результате К.м.и. образуются трещины, ослабляющие связь между кристаллами металла и понижающие его механич. свойства. При этом продукты К.м.и. остаются заключенными внутри металла. Особенно опасна, т.к. при весьма сильном снижении механич. свойств внешн. вид поверхности часто сохраняется почти неизменным. Примером К.м.и. является воздействие на алюминиевые сплавы воздуха, содержащего отходящие пром. газы, частички угля, золи. Особенно опасна К.м.и. нек-рых нержавеющей сталей вблизи сварных швов.

**КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ ТРАНСКРИСТАЛЛИТНАЯ** — прохождение корроз. трещин через зерна металла. Этот процесс приводит к возникновению больших механич. напряжений в металле.

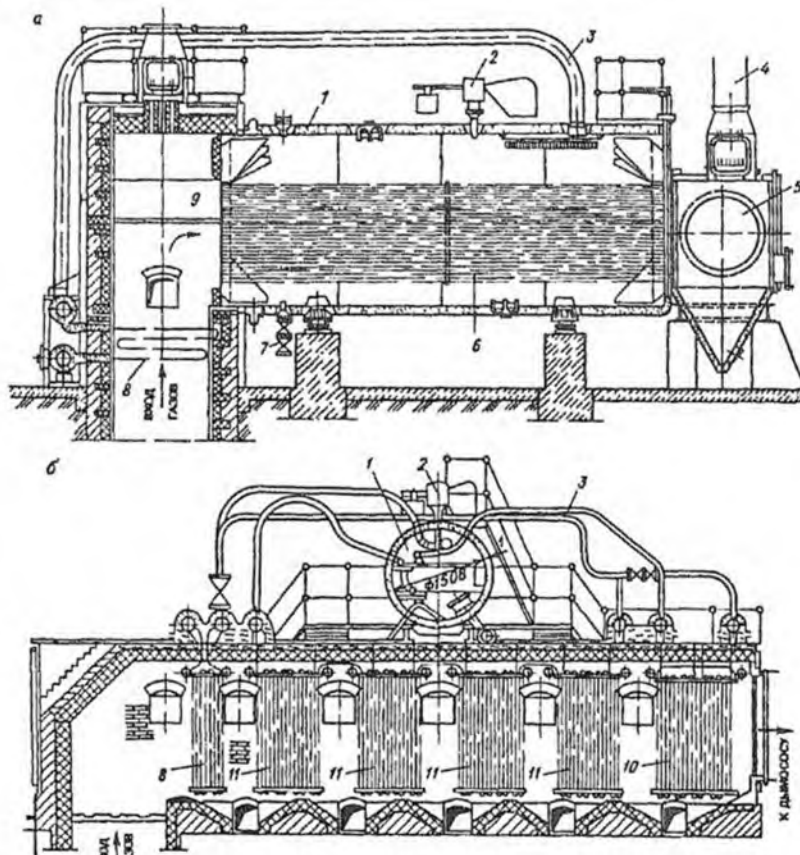
**КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ ХИМИЧЕСКАЯ** — разрушение металлов вследствие хим. взаимодействия их с агрессивной средой, не проводящей электрич. ток. Процесс К.м.и. характеризуется прямым соединением металла с агрессивными составными частями среды. Напр., железо при нагревании до высоких темп-р в атмосфере *воздуха* или печных топочных газов окисляется кислородом в продукты, наз. окалиной. К.м.и. в газах при высоких темп-рах, называемая газовой коррозией, — сравнительно простой вид коррозии. Скорость К.м.и. в этом случае определяется в осн. свойствами слоя продуктов коррозии (защитной пленкой), сцепл. с поверхностью металла и возникающего в результате самого корроз. процесса. Свойства возникающих на металле защитных пленок зависят от состава металла, среды и условий (темп-ры, времени, скорости движения среды и др.). Введение в сталь хрома, алюминия, кремния значительно повышает ее стойкость против газовой коррозии. К.м.и. теплоэнергетич. оборудования протекает под действием насыщ. и перегретого пара. При работе оборудования хим. равновесие в реакции между водяным паром и железом не достигается, т.к. при парообразовании непрерывно отводится водород — один из продуктов реакции. Значит. корроз. стойкость металла теплоэнергетич. оборудования объясняется наличием на поверхности железа относительно коррозионно-стойкого защитного слоя, к-рый образует-

ся при эксплуатации и состоит из закиси-окиси железа.

**КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ** — разрушение металлов вследствие электрохим. взаимодействия их с внешн. средой. Происходит в проводящих электрич. ток жидких средах — электролитах и характеризуется тем, что переход частиц металла в р-р сопровождается эквивалентным переносом электронов от одного участка металла к др. При соприкосновении металла с электролитом (раствор к-ты, морская вода и др.) на его поверхности образуется множество микроскопич. малых гальванич. элементов. Обычно зерна самого металла при этом играют роль анодов; загрязнения и примеси, а также нек-рые структурные составляющие сплавов становятся катодами. При работе теплоэнергетич. оборудования К. м. э. имеет преобладающее значение. Она обусловлена воздействием на металл всевозможных сред: сырой, хим. очищ. и обессол., котловой и питательных вод, конденсата пара и дистиллята из испарителей, водных р-ров агентов. Электрохим. процессы обусловлены и атм. коррозия. В этом случае электролитом служит тонкая пленка влаги или ее отд. капельки, возникающие на поверхности металла во влажной атмосфере. Загрязнение воздуха частицами угля, золы, хлоридов, сульфидов или газами ( $SO_2$ ,  $NO_2$  и др.) резко увеличивает скорость атм. коррозии. Поэтому атмосфера больших городов и индустр. центров значит. более коррозионно-активна, чем сельская атмосфера.

**КОРРОЗИЯ-ПИТТИНГ** — местная коррозия металлов в виде язв или точек, протекающая на небольших участках металлич. поверхности.

**КОТЕЛ-УТИЛИЗАТОР** — паровой котел, не имеющий собств. топки и использующий теплоту отходящих газов к.-л. пром. или энергетич. установки. Темп-ра газов, поступающих в К.-у., колеблется от 350—400 до 1500°С. Крупные К.-у. имеют все элементы котлоагрегата, за исключением топочных и др. устройств, связанных со сжиганием топлива. При малых произ-ствах и низких давлениях применяют К.-у. газотрубные либо с многократной принудит. циркуляцией, реже — прямоточные сепараторные и барабанные с естеств. циркуляцией. Водогрейные К.-у. обычно наз. утилизац. экономайзерами, или подогревателями. В нек-рых случаях К.-у. настолько срациваются с элементами технологич. оборудования, что не могут быть выделены как самостоят. агрегаты. К.-у. широко применяют во многих отраслях пром-сти. В зависимости от темп-ры и кол-ва газов,



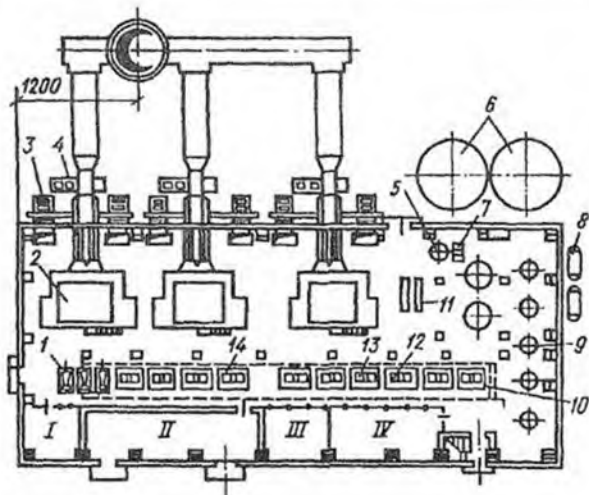
Паровые котлы-утилизаторы а — типа КУ-40, б — типа КУ-50; 1 — барабан, 2 — предохранит. клапан, 3 — паропровод, 4 и 6 — дымовая и дымогарные трубы, 5 и 9 — газовые выходящая и входная камеры, 7 — спускные продувочные вентили, 8 — пароперегреватель, 10 — экономайзер, 11 — испарит. поверхность

протекающих через котел, паропроиз-сть разных К.-у. может изменяться от 2,5 до 100 т/ч и более при давлении 1,4—10 МПа и темп-ре 240—450°С.

**КОТЕЛ ЧУГУННЫЙ** — см. Водогрейный котел.

**КОТЕЛЬНАЯ** — отд. помещение или здание, предназнач. для размещения котельной установки. Типы компоновки оборудования К. зависят от ее назначения, параметров воды и пара, вида топлива и способа его сжигания, конструкции и произ-сти котлов. К. состоит из след. помещений: для установки котлов, насосной, химводоочистки, экономайзерно-дымососной, склада топлива, служебно-бытовых. В зависимости от тепловой произ-сти котлоагрегата вспомогат. оборудование, низкотемп-рные поверхности нагрева (экономайзеры или воздухоподогреватели), маядутьевые устройства и обо-

рудование для очистки продуктов сгорания могут быть групповыми или индивиду. Групповое вспомогат. оборудование устанавливают, как правило, вместе с котлоагрегатами произ-стью менее 8 ГДж/ч в небольших отопит. К., а индивиду. — в остальных случаях. К. относят дымоходы, вентиляторы дутьевые, золоуловители, питательные и водоподготовит. установки, пылеприготовит. устройства при пылевидном сжигании твердого топлива и мазутное хозяйство при сжигании жидкого котельного топлива. Котлы ставят на первом этаже, а при наличии золосового этажа — на втором. Расстояние от передней (фронтной) части котла до выступающих частей топок — не менее 3 м, между котлами при произ-сти до 4 т/ч — 1—1,5 м, более 4 т/ч — 2 м. Высота К. должна быть на 2 м более высоты самой верхней площадки. На первом этаже К. размещают также экономайзеры, воздухоподогреватели, питат., подпиточные, рециркуляц. и сетевые насосы, оборудование для хим. обработки воды. Питат. установки предназначены для подачи в котел подлежащей испарению (или нагреву) воды. Обычно подают воду, предварительно подогретую отборным



Компоновка водогрейной котельной с котлами, работающими на газе

1 — газораспределит. пункт; 2 — контрольно-тепловой пункт; 3 — склад; 4 — ремонтный пункт; 5 — рециркуляц. насосы; 6 — водогрейные котельные установки; 7 — вентиляторы; 8 — дымососы; 9 — бак-деаэра-тор; 10 — баки-аккумулято-ры; 11 — насосы рабочей жидкости для эжектора; 12 — бак-хранилища серной кислоты; 13 — химводоочистка; 14 — насосы декарбонизированной воды; 15 — подогреватели сырой воды; 16 — насосы сырой воды; 17 — подпиточные насосы; 18 — сетевые насосы

паром из турбин в спец. подогревателях. Питат. баки устанавливают на 6—8 м выше *штатных насосов* с таким расчетом, чтобы последние находились под давлением и необходимым давлением. Особенно это необходимо при наличии термич. *деаэрации* питат. воды, а также во избежание *кавитации* в питат. насосах. В ряде случаев деаэрац. питат. баки устанавливают вне помещения К. (на крыше). Конденсатные баки при самотечном возврате конденсата располагают в приемках К. ниже уровня пола на 3,5—4 м.

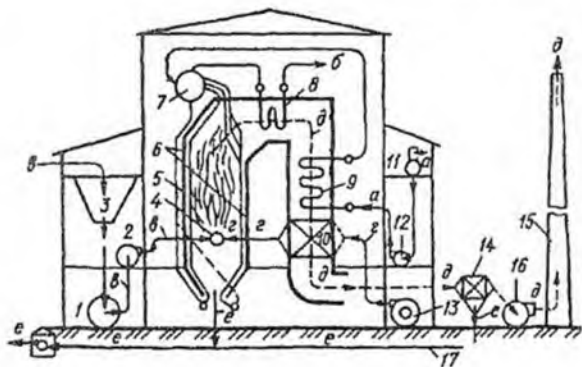
По характеру сооружения и компоновке оборудования К. подразделяют на закрытые, полуоткрытые и открытые. В закрытых К. все оборудование находится внутри здания. Такие К. сооружают на территориях жилых массивов, на пром. предприятиях при расчетной темп-ре наружного воздуха  $-30^{\circ}\text{C}$  и ниже. В К. полуоткрытого типа, используемых при наружной темп-ре от  $-20$  до  $-30^{\circ}\text{C}$ , заднюю стенку котельного здания располагают за экономайзером. Вне здания устанавливают дымососы, *деаэраторы* и др. оборудование, за к-рым не требуется пост. надзор. В К. открытого типа (они пригодны при наружной темп-ре выше  $-20^{\circ}\text{C}$ ), где закрывают фронтонную часть котлов, находят обслуживающий персонал, измерит. приборы, устройства регулирования и управления работой котлов, питат. насосы, оборудование водоподготовки (за исключением деаэраторов). Однако в таких К. котлы должны быть защищены от атм. осадков, а вода в трубопроводах, арматуре и др. элементах — от замерзания. По размещению на ген. плане К. подразделяют на: отд. стоящие; пристроенные к зданиям др. назначения; встроенные в здания др. назначения независимо от этажа размещения. Отопит., производственно-отопит. и производств. К., как правило, размеща-

ют в отд. стоящих зданиях. К. не должна примыкать к жилому помещению. Устройство К. под помещениями с большим скоплением людей (театры, школы, больницы, магазины и т.п.) не допускается. Блокирование К. с др. производств. зданиями разрешается только тогда, когда это допускается технологией осн. произв., сан.-гигиенич. требованиями и целесообразностью планировки участка. В К., располож. внутри производств. помещений или под этими или др. помещениями, в к-рых могут находиться люди, установка котлов разрешается с ограничением параметров (паропрод-сти, давления, темп-ры). Все котельные установки с темп-рой воды выше  $115^{\circ}\text{C}$  и давлением пара более  $0,17$  МПа (абс.) подлежат регистрации. В соответствии с устан-вл. правилами стены К. должны быть огнестойкими, крыша и пол полуогнестойкими или огнестойкими, рабочее искусств. освещение — от общей электросети, резервное — с самостоят. источником питания. Отопление и вентиляция *естественная* здания К. должны обеспечивать удаление загрязн. воздуха и поддержание необходимой темп-ры в производств. помещениях — зимой не ниже  $12^{\circ}\text{C}$ , летом не более чем на  $5^{\circ}\text{C}$  выше темп-ры наружного воздуха.

К. сооружают из унифициров конструктивных элементов с осн. размерами в плане и по высоте, кратными строит. модулям. По надежности отпуска *теплоты* потребителям К. с пароводогрейными, *паровыми* и *водогрейными котлами* (независимо от произ-сти, с давлением пара не более  $4$  МПа и темп-рой воды до  $200^{\circ}\text{C}$ ) относят: к 1-й категории — К., являющиеся единств. источником теплоты для потребителей 1-й категории (тех, для к-рых нарушение теплоснабжения связано с опасностью для жизни или со значит.

ущербом нар. х-ву и не имеющих индивид. резервных источников теплоты); ко 2-й — все остальные.

**КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКА** — совокупность устройств и механизмов, предназначен. для превращения хим. энергии *топлива* в тепловую с целью произ-ва водяного пара или горячей воды заданных параметров, к-рые используют для привода в движение паровых двигателей, для производств. нужд пром-сти и с. х-ва, для отопления помещений и удовлетворения бытовых нужд населения. К.у. для произв. водяного пара — сложное сооружение, осн. элементы к-рого *топка* и *паровой котел*. В К.у. под собственно котлом понимают всю совокупность ее парообразующих элементов — топочные экраны, фесгоны, конвективные котельные поверхности. Собственно котел, *пароперегреватель*, *водяной экономайзер*, *воздухоподогреватель* и *топка*, к-рые обычно связаны между собой в единое целое, в совокупности с примыкающими к ним паро- и водопроводами, соединениями, газоходами и воздухоходами, арматурой и гарнитурой образуют *паровой котлоагрегат*, или парогенератор. Металлич. поверхности элементов котлоагрегата, соприкасающиеся одной стороной с дымовыми газами, а др. — с водой, паром или воздухом и т.о. служащие для передачи *теплоты* от дымовых газов к воде, пару и воздуху, наз. поверхностями нагрева. Конструктивные и экономич. параметры котла определяют его тепловым расчетом. Различают конструктивный и поверочный тепловые расчеты. При конструктивном находят размеры топочного объема, площадь радиац. и конвективных поверхностей нагрева, обеспечивающих номин. произ-ств котла. Поверочный выполняют для существующей конструкции котла с целью определения показателей его работы при переходе на др. топливо, при изменении нагрузки или параметров пара (горячей воды), а также после реконструкции поверхностей нагрева. Этот расчет делают для оценки показателей экономичности, выбора вспомогат. оборудования и др. целей. Технологич. схема и компоновка оборудования К.у. должны обеспечить: оптим. механизацию и автоматизацию технологич. процессов, безопасное и удобное обслуживание оборудования, установку оборудования по очередям, наименьшую протяженность коммуникаций, оптим. условия для механизации ремонтных работ, возможность въезда в К.у. напольного транспорта. Совокупность К.у., смонтиров. в одном здании, наз. *котельной*. Для обеспечения надежной работы котлов и др. основных механизмов К.у. в котельной устанавливают *дымососы*, *дутьевые вентиляторы*, *золоуловители*, *шлакооспускные устройства* (см. *Шлакоудаление*), устройства для



Технологическая схема котельной установки

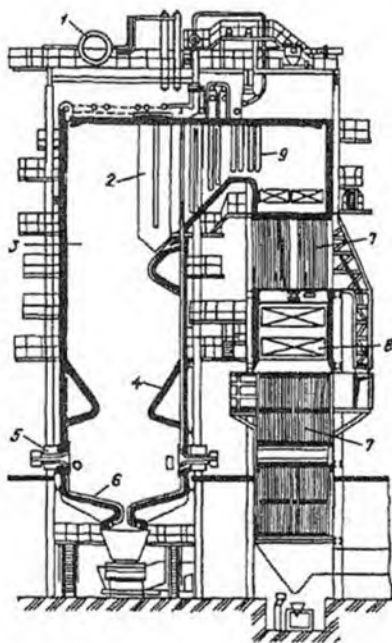
а — водяной тракт; б — перегретый пар; в — топливный тракт; г — путь движения воздуха; д — тракт продуктов сгорания; е — путь золы и шлака; 1 — углеразмельняющая мельница; 2 — мельничный вентилятор; 3 — бункер топлива; 4 — горелка; 5 — контур топки и газосходов котельного агрегата; 6 — экраны топки; 7 — барабан; 8 — пароперегреватель; 9 — водяной экономайзер; 10 — воздухоподогреватель; 11 — бак запаса воды с дезаэрационным устройством; 12 — питательный насос; 13 — вентилятор; 14 — золоулавливающее устройство; 15 — дымосос; 17 — насосная для откачки золошлаковой пульпы

осветления и умягчения котловой воды и для продувки котла, дезаэраторы и др. К.у. оборудуют также разл. регулируемыми устройствами (регулятор температуры давления и расхода, питания водой, разрежения и др.), запорными и предохранит. устройствами (вентили и задвижки на трубопроводах, газовые шиберы, предохранит. клапаны и др.), контрольно-измерительными приборами, оснащают системой автоматич. регулирования происходящих в ней многообразных тепловых, гидродинамич. и аэродинамич. процессов.

В соответствии с назначением и видом производимого теплоносителя различают энергетич., пром. и отопит. К.у., а также К.у. с паровыми и водогрейными котлами. Наиболее сложные энергетич. К.у., предназнач. для произ-ва большого кол-ва пара высоких давления и темп-ры. Промыш. и отопит. К.у. с паровыми и водогрейными котлами более просты и предназначены для произ-ва меньшего кол-ва теплоты и пара с меньшими давлением и темп-рой перегрева.

К.у. существенно влияют на состояние воздушного и водного бассейнов в р-не их расположения. Загрязнение воздушной среды К.у. связано с выбросами через дымовую трубу токсичных газов  $SO_2$ ,  $SO_3$  и мелкодисперсной золы. При высоких темп-рах в ядре факела происходит частичное окисление азота с образованием оксидов  $NO$  и  $NO_2$ , а при неполном сгорании могут появиться оксид углерода и даже метан. Промыш. и отопит. К.у. сбрасывают в водоемы сточные воды: водоподготовит. установок и установок для очистки конденсата; загрязн. нефтепродуктами; от обмывки наружных поверхностей нагрева паровых и водогрейных котлов; отработ. растворы после хим. очистки оборудования котельных цехов; воды гидрозолошлакоудаления; коммунально-бытовые и хозяйств. воды и др.

**КОТЛОАГРЕГАТ**, котельный агрегат — конструктивно объедин. в единое целое комплекс устройств для получения под давлением пара или горячей воды за счет теплоты, выделяющейся при сжигании органич. топлива. Главной частью К. являются топка и газоходы, в к-рых размещены пароперегреватель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель, воспринимающие теплоту продуктов сгорания топлива. Элементы котла опираются на его каркас и защищены от потерь теплоты обмуровкой котла, футеровкой



Котлоагрегат

1 — барабан; 2 — полурадикационный пароперегреватель; 3 — топочная камера; 4 — экраны; 5 — горелка; 6 — под; 7 — воздухоподогреватель; 8 — водяной экономайзер; 9 — конвективный пароперегреватель

и изоляцией. К. применяют на ТЭС (энергетич.) для снабжения паром турбин, в промышл. и отопит. котельных для выработки пара и горячей воды на технологич. и отопит. нужды (паровые и водогрейные котлы). Конструкция К. зависит от его назначения, вида и способа сжигания применяемого топлива, единичной паро- и теплопроиз-сти, от давления и темп-ры вырабатываемого пара. В топке К. происходит сгорание топлива и частичное охлаждение продуктов сгорания в результате лучистого теплообмена между нагретыми газами и покрывающими стены топки трубами, по к-рым циркулирует пароводяная смесь или нагреваемая вода. Система этих труб наз. топочным экраном. На выходе из топки газы имеют темп-ру около  $1000^{\circ}C$ . Далее по ходу газов устанавливаются пароперегреватели и конвективные поверхности нагрева, размещают водяной экономайзер и воздухоподогреватель. Газы (в зависимости от вида сжигаемого топлива) охлаждаются до темп-ры  $130-170^{\circ}C$ . После К. газы, пройдя устройства очистки от золы (см. Золоулавливание) и в нек-рых случаях от серы, выбрасываются дымовой трубой в атмосферу. Твердые продукты сгорания топлива удаляются через системы золо- и шлакоудаления. Для поддержания поверхностей нагрева в чистоте в К. предусматривают комплекс периодически включаемых обмывочных и обдувочных аппаратов котлов, дробеочистительной установки и устройств для вибрационной очистки котла.

По характеру движения рабочей среды К. бывают с многократной естеств. или принудит. (искусств.) циркуляцией и прямоточные. В К. с многократной циркуляцией рабочая среда непрерывно движется по замкнутому контуру (состоящему из обогреваемых и необогреваемых труб, соединен. между собой промежуточными камерами — коллекторами и барабанами), частично испаряясь в обогреваемой части контура. Образовавшийся пар отделяется от воды в барабане (см. Сепарация пара), а испаренная часть котловой воды возмещается питательной водой, подаваемой питательным насосом в водяной экономайзер и далее в барабан. Движение рабочей среды по циркуляц. контуру в К. с естеств. циркуляцией происходит вследствие разности плотностей пароводяной смеси в обогреваемой (подъемной) части контура и воды в необогреваемой или слабообогреваемой (опускной) его части. В К. с принудит. циркуляцией рабочая среда перемещается по контуру под действием циркуляционного (питат.) насоса. Непрерывное упаривание котловой воды в К. с многократной естеств. или принудит. циркуляцией приводит к возрастанию концентрации раствор. и взвеш. в ней примесей (солей, оксидов, гидратов оксидов), к-рые могут, отлагаясь



на внутр. поверхности обогреваемых труб, ухудшить условия их охлаждения и стать причиной перегрева металла и аварийной остановки К. из-за разрыва труб. Кроме того, чрезмерное повышение концентрации примесей в котловой воде недопустимо из-за уноса их паром из барабана котла с капельками воды или в виде парового раствора в пароперегреватель, а также в турбину, где примеси, оседая на лопатках, уменьшают ее кпд. Во избежание увеличения концентрации примесей в котловой воде производят непрерывные и периодич. продувки котла. Предельно допустимая концентрация примесей определяется конструкцией и параметрами К., составом питат. воды и тепловыми напряжениями экранных поверхностей нагрева. В прямоточном котле нагрев, испарение воды и перегрев пара осуществляются за один проход среды по тракту. При такой организации процесса генерации пара примеси, содержащиеся в питат. воде, не могут быть выведены из К. продувкой части котловой воды, как это происходит в К. с естеств. или принудит. многократной циркуляцией. В прямоточном котле часть примесей осажается на внутр. поверхности труб, а часть (вместе с паром) поступает в турбину, где отлагается на лопатках. Поэтому к качеству питат. воды прямоточных котлов предъявляют более жесткие требования. Воду, поступающую в К., предварительно обрабатывают в системе водоподготовки. Ее темп-ра должна препятствовать конденсации на поверхностях нагрева паров воды и серной к-ты, образующейся при сжигании сернистых топлив, что приводит к интенсивному загрязнению этих поверхностей золовыми частицами и к коррозии металла. Для поддержания темп-ры перегрева пара на требуемом уровне К. снабжен регулирующими устройствами в виде смесит. и поверхностных теплообменных аппаратов (пароохладители), систем рециркуляции части охлад. дымовых газов в топочную камеру, приспособлениями для изменения угла наклона горелок и т.д. К. обслуживается рядом вспомогат. механизмов и устройств, к-рые могут быть индивид. — при обслуживании только одного К. и групповыми — при обслуживании группы К.

**КОТЛОВАЯ ВОДА** — вода, заполняющая паровой котел. В процессе циркуляции и испарения физ.-хим. свойства К.в. резко отклоняются от свойств питательной воды. В К.в. накапливаются в-ва, выделяющиеся в форме накипи или шлама из раствора накипеобразователей, т.е. кальциевых и магниевых солей, не растворимых при высоких темп-рах. Распад бикарбонатов кальция и магния сопровождается выделением из р-ра свободной углек-ты. Внутрикотловую обработку воды проводят для частичного ее

умягчения, удаления связ. углек-ты и уменьшения соледержания. Применение внутрикотловой обработки допускается для условий, определяемых госстандартами. Для предотвращения опасных концентраций солей, щелочи и взвеш. частиц производят продувку котла; часть К.в. при этом заменяют питат. водой.

**КОЭФФИЦИЕНТ ВОЗДУХООБМЕНА** — одна из хар-к вентилируемого помещения, определяющая отношение разности параметров уходящего и приточного воздуха к разности параметров воздуха в рабочей зоне и приточного воздуха. Напр., темп-рный К.в.:  $K_{вт} = (t_y - t_n) / (t_b - t_n)$ , где  $t_n$ ,  $t_b$  и  $t_y$  — темп-ра воздуха соответственно приточного, рабочей зоны и уходящего. Значение К.в., как и кратность воздухообмена, определяет эффективность выбранной схемы воздухообмена в помещении. Чаще всего его значение выявляют экспериментально, т.к. К.в. — сложная функция от теплонапряженности помещения, его высоты, способа подачи-удаления воздуха, темп-ры притока и др. хар-к. Условие  $K_b = 1$  соответствует самому неэффективному случаю ( $t_y \approx t_b$ ), к-рый наблюдается при перемешивании внутр. воздуха приточными струями. При правильно выбранном и рассчитанном способе подачи приточного воздуха и организации вытяжки из наиболее загрязн. зон помещения  $K_b = 1$ . Поэтому физ. смысл К.в. еще и в том, что он определяет отношение воздухообмена общеобменной вентиляции при хорошем перемешивании воздуха (при  $K_b = 1$ ) к фактич. требуемому воздухообмену в этом же помещении при этих же исходных условиях, но при рационал. организации воздухообмена и воздухоудаления:  $K_b = L_0 / L_{ф}$ , где  $L_{ф}$  — требуемый воздухообмен при выбранной схеме организации воздухоудаления и воздухоудаления;  $L_0$  — то же, при полном перемешивании воздуха в помещении (эталонный). При расчете воздухообмена по разным видам вредных выделений применяют соответствующие К.в. — по полной теплоте:  $K_{в,т} = (T_y - T_n) / (T_b - T_n)$ ; по влаге:  $K_{в,вл} = (d_y - d_n) / (d_b - d_n)$ ; по газообразным примесям:  $K_{в,г} = (C_y - C_n) / (C_b - C_n)$ , здесь  $L$ ,  $d$ ,  $C$  — соответственно энтальпия, влажосодержание и концентрация примесей в воздухе. Индексы "в", "п" и "у" — обозначают параметры воздуха в рабочей (обслуживаемой) зоне помещения, приточного и удаляемого (вытяжного) из помещения. К.в., определен. по разным видам вредных выделений, не равны один др., что объясняется зависимостью К.в. от распределения источников теплоты, влаги и газовых выделений по объему и высоте помещения.

**КОЭФФИЦИЕНТ ВОЗДУХОПРЕНИЦАНИЯ ОГРАЖДЕНИЙ** — уд. величина, определяющая массовый расход воздуха, фильтрующегося через  $1 \text{ м}^2$  поверхности ограждения в течение  $1 \text{ ч}$  при разности давлений с двух сторон, равной  $1 \text{ Па}$ . Размерность К.в.о. —  $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}^0)$ . Показатель степени  $n$  определяется режимом течения воздуха в неплотностях ограждения. Значение К.в.о. для строит. конструкций определяют экспериментально.

**КОЭФФИЦИЕНТ ИЗБЫТКА ВОЗДУХА**  $\alpha_T$  — отношение кол-ва воздуха, введенного в топочный объем, к теоретически необходимому по хим. реакции для сгорания  $1 \text{ кг}$  ( $1 \text{ м}^3$ ) топлива,  $V_b^0$ . Дополнит. кол-во воздуха требуется для обеспечения полного сжигания топлива. Действит. кол-во воздуха, поступающего в топку,  $\text{м}^3/\text{кг}$  ( $\text{м}^3/\text{м}^3$ )  $V_b = \alpha_T V_b^0$ . К.и.в. зависит от вида сжигаемого топлива, его качества, условий и параметров топливприготовления, метода сжигания топлива и конструкции топочного устройства. К.и.в. выбирают из условий достижения макс. кпд котла при допустимых выбросах оксидов азота. При слоевом сжигании угля  $\alpha_T$  равен  $1,3$ — $1,6$ , при камерном —  $1,2$ — $1,25$ ; при сжигании газа и мазута —  $1,05$ — $1,1$ . При сжигании газа и жидкого котельного топлива с низкими К.и.в. ( $\alpha_T = 1,02$ ... $1,05$ ) существенно снижаются образование оксидов азота и вероятность возникновения низкотемп-рной коррозии (см. Коррозия металлов) хвостовых поверхностей нагрева котлов (особенно при сжигании сернистых мазутов).

**КОЭФФИЦИЕНТ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ** — коэфф., показывающ. в долях единицы (или процентах) вероятность выдерживания расчетных условий. Он может быть определен по числу случаев  $K_{об,n}$  или по продолжит.  $K_{об}$ .  $\Delta_2$  в виде:  $K_{об,n} = (N - n) / N$ ;  $K_{об} \Delta_2 = (Z - \Delta_2) / Z$ , где  $N$  и  $Z$  — соответственно общес. число случаев и общая продолжит. принятого к рассмотрению периода (случаев, часов, суток, сезонов, лет);  $n$ ,  $\Delta_2$  — число случаев и продолжит. отклонений условий от расчетных. К.о. совместно действующих факторов, если они независимы один от другого (напр., наружной темп-ры  $t_n$  и интенсивности солнечной радиации  $q$ ), равен  $K_{об}(t_n, q) = K_{об}(t_n) K_{об}(q)$ .

Если эти факторы зависимы, как, напр., зимой  $t_n$  и скорость ветра  $v_n$ , то  $K_{об}(t_n, v_n) = K_{об}(t_n) K_{об}(v_n / t_n)$ , где  $K_{об}(v_n / t_n)$  — условная обеспеченность появления события  $v_n$  при заданном  $t_n$ . В табл. на примере летних условий приведены значения К.о. для помещений с различным уровнем требований к поддер-

жанию стабильности внутр. условий и их связь с градиентами климата по нормам.

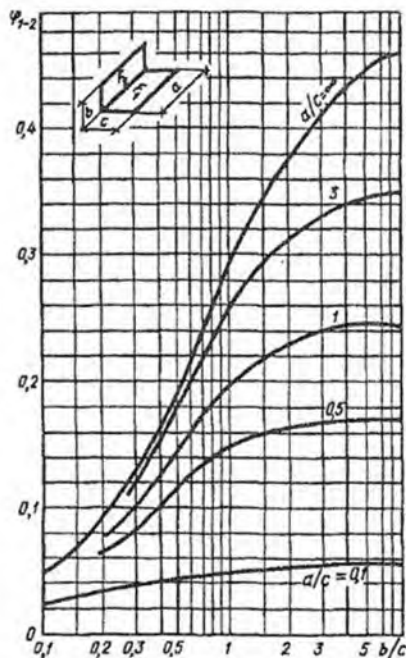
графикам, подобным изображенному на схеме. Для др. случаев расположения

Значения К.о. легом

Уровень требований к помещению	$K_{об,н}$	$\Delta, ч$	$K_{об, \Delta}$	Градации климата (принятые в нормах)
Повышенные	1	0	1	Б
Высокие	0,9	50	0,98	В
Средние	0,7	200	0,92	—
Низкие	0,5	400	0,8	А

К.о. расчетных внутр. условий в помещении может быть принят (из предположения линейности передаточной функции от внутр. среды к наружной) в качестве показателя обеспеченности для выбора параметров и хар-к расчетных условий, защитных свойств ограждений, разрешающих возможностей систем регулирования и управления.

**КОЭФФИЦИЕНТ ОБЛУЧЕННОСТИ** — геометрич. параметр, характеризующий долю лучистого потока, идущую с произвольной поверхности 1 на др. произвольную поверхность 2. Применяется при расчете лучистого теплообмена поверхностей в помещении. Значение К.о. зависит от ориентации поверхностей, их размеров, расстояния между ними. Для характерных вариантов расположения взаимоблучаемых поверхностей К.о. обычно определяют по вспомогат.



Коэффициент облученности с поверхности на поверхность, расположенную в перпендикулярной плоскости

поверхностей К.о. находят с использованием свойства взаимности ( $\varphi_{1-2} F_1 = \varphi_{2-1} F_2$ ), замкнутости ( $\sum \varphi_{1-1} = 1$ ) и распределительности ( $\varphi_{1-2} = \varphi_{1-2'} + \varphi_{1-2''}$ ) геометрических лучистых потоков. Свойство взаимности позволяет определить К.о. с одной поверхности на др. при известном коэфф.  $\varphi_{1-2}$ . Свойство замкнутости дает возможность найти К.о. с одной поверхности на любую др. поверхность, если известны К.о. на остальные поверхности в замкнутом объеме. Свойство распределительности помогает выявить К.о. с одной поверхности на любую часть др. поверхности.

**КОЭФФИЦИЕНТ ОРОШЕНИЯ** — величина, характеризующая эффективность процесса орошения, равная отношению массовых расходов воды и обрабатываемого воздуха в камере орошения. Используется при расчете процессов обработки воздуха для его кондиционирования. С увеличением К.о. эффективность процессов теплообмена возрастает.

**КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ КОТЛА** — хар-ка эффективности котла в отношении преобразования и использования теплоты. Кпд котла, % (брутто) — отношение полезно используемой теплоты  $Q_1$  к располагаемой теплоте  $Q_p^p$ :  $\eta_k^p = (Q_1/Q_p^p) \cdot 100$ .

**КОЭФФИЦИЕНТ РАСХОДА** — гидроаэродинамич. хар-ка открытого отверстия, через к-рое проходит поток воздуха или жидкости. В расчетах, связ. с вентиляц. воздухом, предполагается, что сжимаемостью воздуха можно пренебречь, а скорости истечения воздуха из отверстий достаточно малы. Поэтому К.р. связан с коэфф. местного сопротивления отверстия простой ф-лой  $\mu = \sqrt{1/\xi}$ , где  $\xi$  — коэфф. местного сопротивления отверстия, учитывающий потерю давления на вход и выход из отверстия и сопротивление конструктивного оформления отверстия (наличие створок, клапанов, жалюзи и пр.) Расход воздуха через отверстие,  $m^3/c$ , определяют по ф-ле  $L_{отв} =$

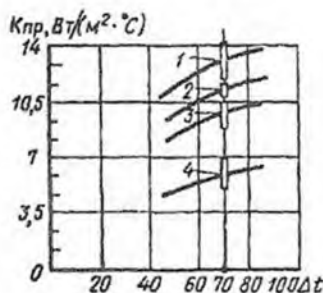
$= \mu f_{отв} \sqrt{2\Delta P/\rho_v}$ , где  $f_{отв}$  — площадь отверстия,  $m^2$ ;  $\Delta P$  — разность давления с двух сторон отверстия, Па;  $\rho_v$  — плотность воздуха, проходящего через отверстие,  $kg/m^3$ .

В общем случае, когда истекаемая из сосуда конечных размеров вязкая жидкость несжимаема, К.р. находят по ф-ле  $\mu_0 = \epsilon/\sqrt{1+\xi_0 - \epsilon^2 n^2} = \varphi \epsilon$ , где  $\xi$  — коэфф. сопротивления отверстия (вход и конструкция отверстия);  $\epsilon$  — коэфф. сжатия струи (отношение миним. сечения струи к сечению отверстия);  $n$  — степень сжатия (отношение сечений отверстия и сосуда);  $\varphi$  — коэфф. скорости истечения.

При истечении реальных газов из отверстий с высокими скоростями, когда необходим учет термодинамич. хар-к, используют К.р., а расход газа рассчитывают с учетом ф-лы Сен-Венана.

**КОЭФФИЦИЕНТ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ АЭРОСМЕСИ** — коэфф., учитывающий увеличение потерь давления в трубопроводе системы пневматического транспорта при движении аэросмеси по сравнению с потерями его при движении чистого воздуха.

**КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА** — плотность теплового потока, Вт/( $m^2 \cdot ^\circ C$ ), на теплоотдающей поверхности прибора, отнесенного к разности темп-ры теплоносителя в системе отопления и окружающего прибор воздуха, раздел. стенкой. К.т.о.п. характеризует интенсивность теплопередачи сквозь твердую стенку отопительного прибора. Для вертикал. отопит. прибора К.т.о.п. определяется в осн. интенсивностью теплообмена, прежде всего конвективного, на внешн. его поверхности. К.т.о.п., вновь разрабатываемого, устанавливается опытным путем, причем вид прибора позволяет заранее судить о возможном его значении. На схеме показаны области значений К.т.о.п. для осн. видов приборов при одних и тех же темп-рных условиях ( $t_{тепл} - t_{в} = 70^\circ C$ ). В пределах каждой области значение К.т.о.п. может изменяться в зависимости от конструктивных особенностей типа отопит. прибора. В эксплуат. условиях К.т.о.п. определяется темп-рным напором, т.е. разностью темп-ры теплоносителя внутри прибора и темп-ры окружающего прибор воздуха. На К.т.о.п. влияют конструкция ограждения и атм. давление, отражающиеся на скорости движения воздуха у внешн. поверхности прибора. При теплоносителе воде К.т.о.п. зависит, кроме того, от расхода ее в приборе, влияющего на интенсивность теплообмена на внутр. его поверхности, а также от мест подвода и отвода воды из прибора (радиатора). На К.т.о.п.



Области значений коэффициента теплопередачи откидельного прибора при разности температур  $70^\circ\text{C}$

1 — гладкотрубных приборов; 2 — радиаторов панельных; 3 — радиаторов секционных; 4 — конвекторов, ребристых труб

(радиатора) влияют также загрязнение внутр. поверхности, наличие воздуха в нем, цвет и состав красителя при внешн. окраске.

**КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПОГЛОЩЕНИЯ ОГРАЖДЕНИЯ** — отношение колебаний теплового потока на поверхности ограждения к колебаниям темп-ры прилегающего к нему воздуха. Часто К.т.о.  $B$  наз. модулем этой векторной величины, равным отношению амплитуд колебаний теплового потока  $A_q$  и темп-ры  $A_t$  воздуха:  $B = A_q/A_t$ .

В практику теплотехнич. расчетов К.т.о. был введен Л.А. Семеновым. Величина  $B$  зависит от условий теплообмена на поверхности и теплотехнич. свойств материалов, располож. в пределах слоя резких колебаний:  $B = 1/[(1/\alpha) + 1/(\alpha_n)]$ , где  $\alpha$  — коэффициент теплообмена на поверхности; т.к.  $\alpha$  — векторная величина, то и  $B$  — вектор. В приближ. расчетах часто пренебрегают сдвигом фаз и в этой ф-ле используют модуль  $\alpha$ . Для получения более точного значения модуля  $B$  в числитель ф-лы вместо 1 подставляют 1,05. Значения  $B$  для разл. ограждений могут заметно изменяться. Если поверхность имеет большую теплоустойчивость и  $\alpha \rightarrow \infty$  (металлич. предметы и т.п.), то  $B$  стремится к своему макс. возможному значению  $\alpha_n$ . Для наружных ограждений с малой теплоустойчивостью (напр., для окна  $S = 0$ ) величина  $B$  приблизительно равна своему миним. значению — коэффициенту теплопередачи.

**КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТИ МАТЕРИАЛА** — хар-ка теплоустойчивости материала, равная отношению амплитуды гармонически изменяющегося теплового потока, проходящего через поверхность полугранич. пространства материала, к амплитуде колебаний темп-ры на этой поверхности. К.т.м.  $S$ ,

$\text{Вт}/(\text{м}^2\text{C})$ , зависит от периода колебаний тепловых воздействий  $T$  и теплофиз. свойств материала (теплопроводности  $\lambda$ , удельной теплоемкости  $C$  и плотности  $\rho$ ):  $S = \sqrt{(2\lambda/T) C \rho}$ .

Чем больше К.т.м.  $S$ , тем более теплоустойчив материал. Один и тот же материал становится теплоустойчивее, когда период колебаний  $T$  уменьшается. С уменьшением периода в  $n$  раз величина  $S$  увеличивается в  $\sqrt{n}$  раз.

**КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОУСВОЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ОГРАЖДЕНИЯ** — хар-ка теплоустойчивости ограждения по отношению к тепловой (температурной) волне, воздействующей на него; векторная величина, равная отношению радиуса-вектора теплового потока  $\theta_q$  к радиусу-вектору темп-ры  $\theta_t$  на поверхности произвольного сечения ограждения. Модуль К.т.п.о.  $u$  есть отношение амплитуд теплового потока и темп-ры на данной поверхности. Его также наз. К.т.п.о. Аргумент  $\varphi$  представляет собой опережение фазы тепловых потоков по отношению к фазе темп-ры на этой плоскости ( $\epsilon_y$ ).

В любом сечении  $m$  слоя однородного материала, от к-рого движется тепловая волна,  $u_m$  может быть выражен рекуррентной ф-лой через  $u_{m-1}$  сечения, к к-рому волна направлена:

$$u_m = S\sqrt{i} \frac{\text{th}RS\sqrt{i} + u_{m-1}/S\sqrt{i}}{1 + (u_{m-1}/S\sqrt{i}) \text{th}RS\sqrt{i}}$$

где  $S$  — коэффициент теплоусвоения материала слоя;  $R$  — термич. сопротивление слоя от сечения  $m-1$  до  $m$ .

На поверхности слоя, граничащей со средой, темп-ра к-рой постоянна и к к-рой направлена темп-рная волна, К.т.п.о. равен коэфф. теплообмена на этой поверхности  $u_1 = \alpha_1$ . В многослойной конструкции на каждом стыке слоев величина  $u_m$  для предыдущего слоя принимается за  $u_{m-1}$  для последующего (нумерация слоев и сечений начинается от границы, к к-рой направлена волна, и заканчивается на границе, от к-рой она движется). При бесконечной толщине слоя  $m$  величина  $\text{th}R_m S_m \sqrt{i}$  превращается в действит. единицу и, следовательно,  $u_m = S_m \sqrt{i}$ . Близкое к единице значение величина  $\text{th}R_m S_m \sqrt{i}$  принимает при  $R_m S_m \geq 3$ . Т.о., пока волна находится на большом удалении от границы слоя, к к-рой она движется, значение  $u_m$  можно считать практически неизменным и равным  $S_m \sqrt{i}$ . Этот участок А.М. Шкловер назвал участком регулярных колебаний, а слой с  $R_m S_m > 3$  — "толстым".

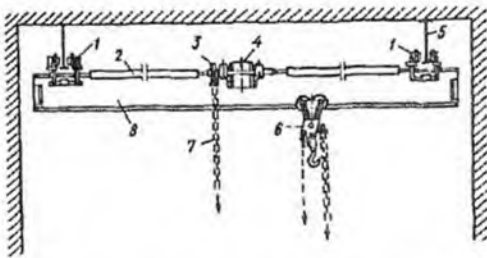
Величина  $S\sqrt{i}$  представляет собой комплексное число, у к-рого модуль равен  $S$ , а аргумент —  $\pi/4$ . Поэтому на участке регулярных колебаний отношение амплитуды

теплового потока к амплитуде темп-ры равно  $S$ , т.е.  $u = S$ , а фаза колебаний тепловых потоков опережает фазу колебаний темп-ры на  $\pi/4$ , т.е. на  $1/8$  периода  $T$ . В пределах слоя, где  $R_m S_m < 0,8$ , модуль  $\text{th}R_m S_m \sqrt{i}$  практически совпадает с величиной  $R_m S_m$ , а аргумент приблизительно равен  $T/8$ . Слой с  $R_m S_m < 0,8$  назван "тонким". В этой области модуль коэфф. теплоусвоения  $u_m$  рассчитывают по приведенной выше ф-ле, в к-рой величина  $\text{th}R_m S_m \sqrt{i}$  заменена на  $R_m S_m$ , а  $S_m \sqrt{i}$  — на  $S_m$ . Неточности, возникающие из-за несовпадения фаз отд. слоев в этом случае, А.М. Шкловер оценил как незначительные. При  $3 > R_m S_m > 0,8$  величина  $\text{th}R_m S_m \sqrt{i}$  отличается от  $R_m S_m$  и от 1. Для упрощенных расчетов введено понятие слоя резких колебаний, для к-рого  $R_m S_m = 1$ .

**КОЭФФИЦИЕНТ УГЛОВОЙ ЛУЧА ПРОЦЕССА** — тепловлажностное отношение, используемое для хар-ки процесса обработки воздуха в аппаратах системы кондиционирования воздуха, равное отношению разности энтальпии к разности влагосодержания воздуха в конце и начале процесса изменения его состояния. В поле  $I-d$  диаграммы его значение изменяется от  $-\infty$  до  $+\infty$ . Для каждого из простых процессов изменения состояния воздуха он имеет пост. значение. Понятие тепловлажностного отношения применяют для хар-ки процесса изменения состояния приточного воздуха, поступающего в помещение. В этом случае К.у.л.п. равен отношению теплоизбытков по полной теплоте к влагоизбыткам в помещении. Тепловлажностное отношение используют для расчета требуемого воздухообмена в помещении или параметров воздуха в его рабочей зоне.

**КОЭФФИЦИЕНТ ЭФФЕКТИВНОСТИ** — условная хар-ка, зависящая от массовой скорости в сечении камеры и коэффициента орошения и используемая для оценки эффективности процесса обработки воздуха в камере орошения. Предложен Е.Е. Карписом в качестве основы метода расчета оросит. форсуночной камеры. Оценивают степень приближения реального процесса обработки воздуха к идеальному. Считается, что при идеальном процессе конечная темп-ра воздуха по мокрому термометру равна конечной темп-ре разбрызгиваемой воды. Различают К.э. для процессов подитропного охлаждения и адиабатного увлажнения.

**КРАН МОСТОВОЙ** — грузоподъемный кран, предназнач. для подъема, опускания и перемещения грузов в продольном и поперечном направлениях. К.м. устанавливают в прямоугольных в плане сооружениях. По типу привода

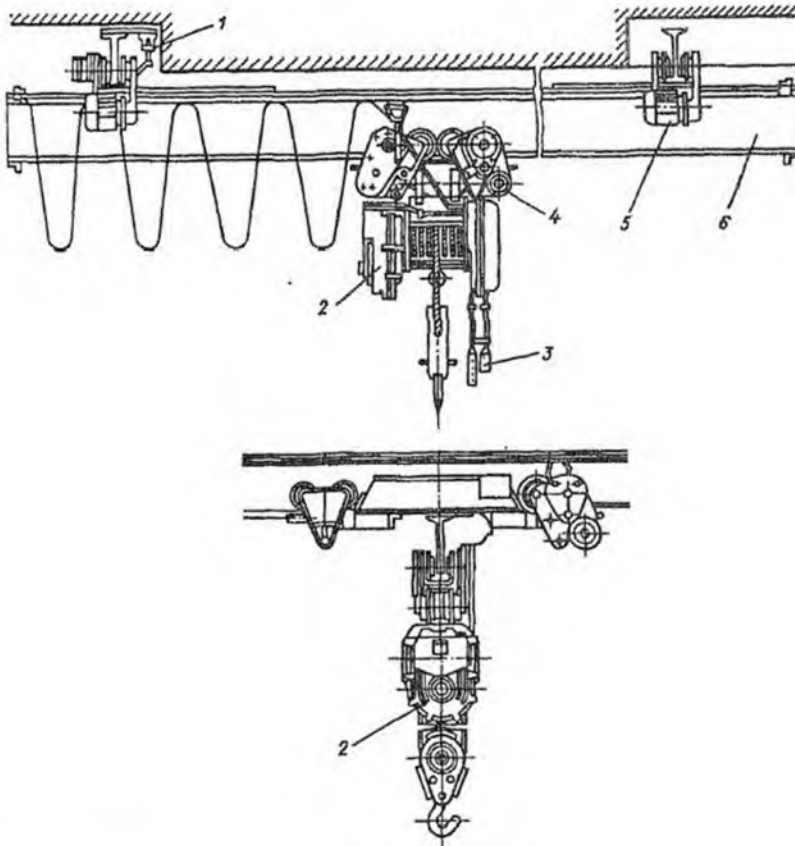


Мостовой кран подвесной однобалочный с ручным приводом

1 — ведущие и ведомые (холостые) каретки; 2 — трансмиссия; 3 — цепное колесо; 4 — механизм перемещения крана; 5 — рельсы из двутавра; 6 — ручная кошка с ручной талью; 7 — цепь; 8 — мост (двутавровая балка)

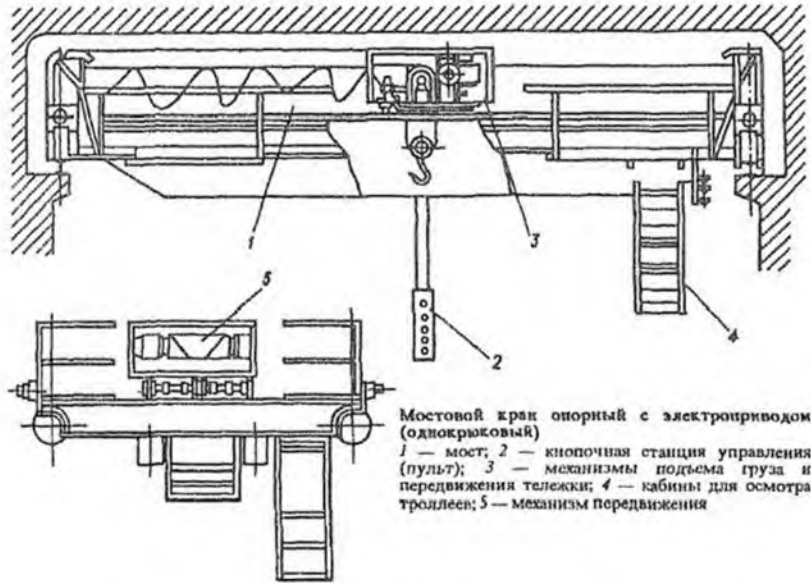
Мостовой кран подвесной, однобалочный с электроприводом

1 — троллеи; 2 — электродвигатель подъема груза; 3 — кнопочная станция (пульт); 4, 5 — электродвигатели передвижения тали и перемещения моста; 6 — мост



К.м. подразделяют на ручные и электрические. Для монтажных и ремонтных работ на небольших сооружениях обычно применяют К.м. с ручным приводом.

К.м. с электрич. приводом используют при наличии тяжелого оборудования (более 5 т), при подъеме на высоту более 6 м или при длине помещения более



Мостовой кран опорный с электроприводом (однокрыльковый)

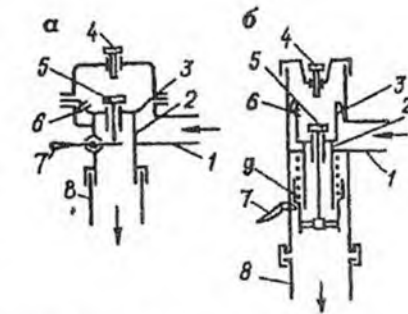
1 — мост; 2 — кнопочная станция управления (пульт); 3 — механизмы подъема груза и передвижения тележки; 4 — кабины для осмотра троллеев; 5 — механизм передвижения

18 м. Для перемещения сыпучих грузов на К.м. могут применяться *грейферы* и *грейферные тележки*. По способу передвижения вдоль помещения К.м. подразделяют на подвесные и опорные. Подвесной К.м. перемещается по двум двутавровым балкам, подвешенным к балкам перекрытия. Для опорных К.м. здание вдоль стен оборудуют спец. путями, опирающимися на консоли железобет. колонны или на кирпичные пилестры.

Каретки К.м. подвесного однобалочного с ручным приводом вместе с мостом перемещаются вдоль рельсов из двутавра. Управление всеми механизмами осуществляется с пола усилиями 1—3 рабочих. К.м. такого типа выпускают грузоподъемностью 0,5; 1,2; 3,2 и 5 т с пролетом (расстояние между осями монорельсов) 3; 4,5; 6; 7,5 и 9 м для подъема груза на высоту 3—12 м. Скорость подъема груза — 0,47—0,25 м/мин, передвижения тали и крана — соответственно 7,3—5,3 и 3,9—3,4 м/мин. К.м. подвесной однобалочный с электроприводом имеет отдельные приводы для передвижения крана и тали, а также подъема груза. Управление этим К.м. осуществляется с пола с помощью кнопочной станции (пульта). Подвесные электрические К.м. изготавливают грузоподъемностью 1,2; 3,2 и 5 т с высотой подъема 6—36 м и пролетом до 18 м. Скорость подъема груза — 8 м/мин, передвижения тали и крана — соответственно 20 и 32 м/мин. Опорные К.м. выпускают большей грузоподъемностью. Такой К.м. с ручным приводом может поднять на высоту до 12 м и переместить груз массой 3,2; 5 и 8 т. К.м. опорный

ручной состоит из несущей пролетной балки с подкосами, увеличивающими ее жесткость в горизонт. плоскости, и двух концевых балок, перпендикулярных несущей, на к-рые она опирается. Концевые балки снабжены тележками; по ним К.м. передвигается по рельсам подкрановых путей. Привод ведущих колес — трансмиссия с тяговым цепным колесом, установленным в середине моста. Механизм передвижения крана приводится в действие бесконечной тяговой цепью. Управление движением тали осуществляется поводковыми цепями с пола. Опорные ручные К.м. выпускают пролетом 4,5—16,5 м. Скорость подъема груза — 0,33—0,15 м/мин, передвижения тали и крана — соответственно 6,9—5,6 и 6,4—5,3 м/мин. Мост опорного К.м. с электроприводом (однокрюкового) составляют несущие балки коробчатого сечения, соединенные двумя поперечными опорными концевыми балками. На верхних колесах несущих балок оборудованы рельсы для передвижения крановой тележки. Механизм передвижения моста этого К.м. состоит из электродвигателя, колочного тормоза и редуктора, установленных в средней части моста, ведущих и ведомых ходовых колес и трансмиссионного вала, передающего вращение от электродвигателя через редукторы на ходовые колеса. Управление осуществляется с пола. К.м. опорные с электроприводом грузоподъемностью 5; 10 и 16 т выпускают с пролетом 7—34,5 м для подъема груза на высоту до 16 м. Скорость подъема груза — 2,4 м/мин, передвижения грузовой тележки и крана — соответственно 9,6—24 и 24—48 м/мин. Пром-сть поставляет также опорные К.м. с электроприводом двухкрюковые грузоподъемностью 16/3,2; 20/5 и 32/5 т, управляемые с пола, а также из кабины, подвешенной к несущему мосту; однокрюковые грузоподъемностью 5; 10; 12,5 и 16 т и двухкрюковые грузоподъемностью 16/3,2; 20/5 и 50/12,5 т. Грейферные электр. К.м. грузоподъемностью 2 т (двухканатные) и 5 т (четыреканатные) имеют в качестве грузозахватного механизма грейфер. Вместимость грейфера К.м. грузоподъемностью 2 т — 0,5 м<sup>3</sup>, пролет — 7,5—22,5 м, высота подъема 4—16 м; грузоподъемностью 5 т — 1,6 и 2,5 м<sup>3</sup>, пролет — 10,5—22,5 и 25,5—34,5 м при высоте подъема 20 м.

**КРАН СМЫВНОЙ** — сан.-технич. прибор, устанавливаемый на унитазе или чаше туалетной и предназн. для смыва поступающих в них выделений человека в канализационную сеть. К.с. состоит из корпуса, подводящего патрубка с запорно-регулирующим краном, смывной трубы, запорного элемента



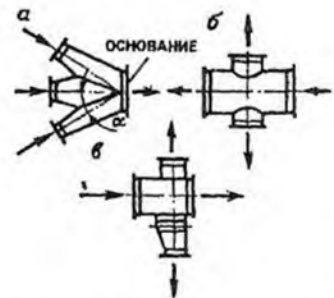
**Кран смывной**  
а — мембранный; б — поршневый; 1, 8 — подводный и выпускной патрубки; 2 — седло; 3 — мембрана (или поршень); 4 — регулировочный винт; 5 — выпускной клапан мембранной (или поршневой) камеры; 6 — калиброванное выпускное отверстие мембраны (или поршня); 7 — рукоятка; 9 — пружина

(поршня или мембраны), пускового клапана с рукояткой (или кнопкой), регулировочного винта. Подводящий патрубок К.с. подсоединяют к холодному водопроводу, а смывную трубу — непосредственно к унитазу или чаше туалетной без промежуточной емкости, как в смывном бачке. Особенности работы туалетных приборов заключаются в том, что их промывка осуществляется расходом воды из подводящего водопровода, к-рый должен быть не менее расхода воды, требуемого на промывку (1,6—1,8 л/с). В связи с этим К.с. по сравнению с бачками смывными должны иметь подводящие трубопроводы значительно больших диаметров, что является недостатком этих приборов. К.с. — приборы полуавтоматич. действия. При однократном и кратковременном (1—2 с) ручном пуске они автоматически подают воду в туалетный прибор с заданным расходом (1,6—1,8 л/с) и объемом (6—8 л), что обеспечивается открытием при пуске выпускного отверстия и автоматич. его закрытием по истечении заданного времени (4—5 с). В отечеств. и зарубежной практике в осн. применяют К.с. с гидравлически управляемым мембранным или поршневым запорным элементом, к-рый в закрытом состоянии прижимается к седлу давлением воды, поступающей из подводящего водопровода в рабочую камеру через втулку с калиброванным отверстием. При нажатии на рукоятку вода из рабочей камеры выливается через открытый клапан, запорный элемент поднимается, открывая отверстие седла, через к-рое вода из водопровода поступает в туалетный прибор. Одновременно она поступает через калиброванное отверстие в рабочую камеру, заполняя ее в определенное заранее заданное время, после чего запорный элемент закрывает выпускное

отверстие, опускаясь на седло. Время заполнения рабочей камеры, а следовательно, время работы К.с., определяется ее вместимостью, к-рая может регулироваться винтом, диаметром калибров. отверстия и давлением воды в подводящем трубопроводе. При изготовлении К.с. применяют латунь с гальванопокрытием, пластмассу, формованные детали из износостойкой резины. Диаметр подводящего трубопровода должен быть не менее 25 мм, а наименьшее давление в трубопроводе не должно превышать 0,1 МПа. К.с. применяют также для промывки писсуаров. При этом расход и объем воды на промывку равны соответственно не менее 0,2 л/с и 0,35 л, а диаметр подводящего трубопровода — не более 15 мм.

**КРАТНОСТЬ ВОЗДУХООБМЕНА** — отношение объемного расхода, м<sup>3</sup>/ч, подаваемого или удаляемого из помещения вытяжного воздуха, к объему вентилируемого помещения. Нормируемую К.в. используют при расчете воздухообмена помещений, в к-рых воздухообмен определяют по укрупн. показателям.

**КРЕСТОВИНА ВЕНТИЛЯЦИОННАЯ** — переходная часть, применяемая при разветвлении воздухопровода на 3 направления: ось одного из них (ствол) совпадает с осью первонач. воздуховода, а 2



**Схемы крестовин**  
а, б — круглая для аспирации и пневматич. транспорта, а также вентиляции; в — прямоугольная

др. отклонены от нее влево и вправо на нек-рый угол. К.в. бывают круглого и прямоугольного сечений. Их собирают из прямых участков воздухопроводов и унифициров. переходов для общеобменной вентиляции и из штанообразных К.в. для систем аспирации и пневматического транспорта. Как и для тройников вентиляционных, К.в. для систем аспирации и пневмотранспорта изготавливают с углом отклонения не более 30° —

при его диаметре основания до 630 мм и не более  $45^\circ$  — при диаметре свыше 650 мм. Это позволит избежать оседания транспортируемого материала, уменьшить аэродинамич. сопротивление К.в. и сократить потери развиваемого вентилятором давления.

**КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ** — процесс образования кристаллов из *паров*, растворов, расплавов, из в-ва в др. кристаллич. или аморфном состоянии, происходящий с выделением *теплоты*. К. начинается при достижении нек-рого предельного условия, напр. переохлаждения жидкости (относительно темп-ры

К.), когда практически мгновенно возникает множество мелких кристалликов — центров К. Кристаллики растут, присоединяя атомы и молекулы из жидкости. Переохлаждение может быть устранено введением в жидкость искусств. центров К.

# Л

**ЛЕБЕДКА** ручная — машина для подъема и опускания щитов, шандор, решеток и сеток на водозаборных сооружениях, а также подъема и перемещения грузов по горизонт. или наклонной плоскости при монтажных работах. Л. ручные напольные грузоподъемностью 1,25—5 т различных типоразмеров конструктивно одинаковы. Подъем и перемещение груза с их помощью осуществляется вращением рукоятки, к-рое передается червячному колесу, наматывающ. трос (канат) на барабан и перемещающ. груз. При этом "собачка" скользит по зубьям храповика. При прекращении вращения рукоятки приводной вал Л. мгновенно затормаживается. Для опускания груза рукоятки вращают в обратном направлении, однако собачка из зацепления с храповым колесом не выпадает. Безопасность работы с Л. обеспечивается автоматически действующим дисковым грузоупорным тормозом. Техническая хар-ка ручных напольных лебедок марки ТЛ приведена ниже:

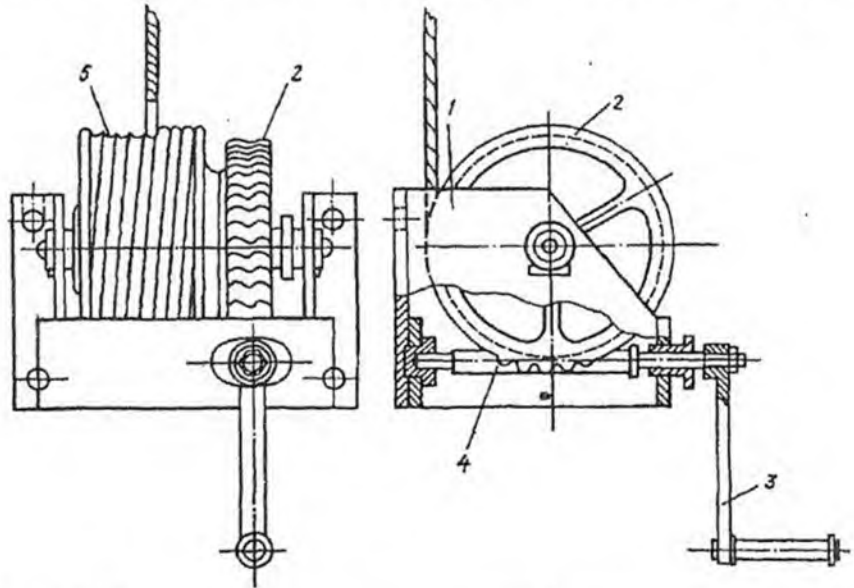
	ТЛ-2А	ТЛ-3А	ТЛ-5А
Грузоподъемность, т	1,25	3,2	5
Диаметр каната, мм	11	16,5	21
Канатомощность, м	50	50	75
Масса, кг	150	230	465

**ЛОКАЛИЗАЦИЯ ХОЛОДНОГО ТОКА ВОЗДУХА** — предотвращение поступления в обслуживаемую или рабочую зону помещения потоков холодного воздуха от ниспадающих с вертикал. наружных ограждений конвективных воздушных струй в холодный период года. Достигается размещением по контуру наружной стены в нижней ее части нагреват. приборов либо подачи нагретого воздуха настилающимися на ограждение приточными струями из плоских насадков, располож. на уровне пола по контуру ограждения.

**ЛУЧ ПРОЦЕССА** — изменение состояния влажного воздуха на диаграмме  $I-d$ , показывающее направление развития процесса. Л.п. начинается в точке нач. процесса и проходит через точку его конца. Направление Л.п. характеризует

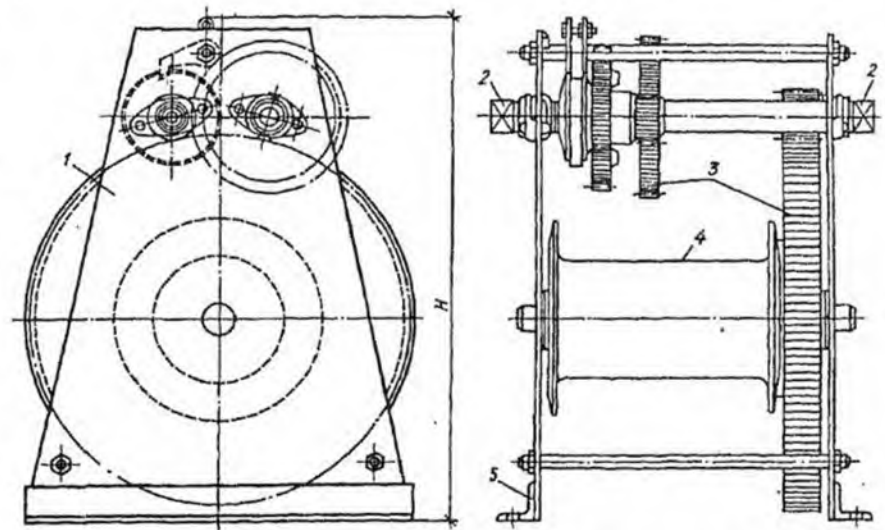
угловой коэфф.  $\epsilon$  (тангенс угла наклона Л.п. в косоугольной системе координат  $I$  и  $d$ ). Для любого процесса угловой коэфф. Л.п., кДж/кг, влаги равен  $\epsilon = \Delta I / (\Delta d \cdot 10^{-3})$ , где  $\Delta I = I_k - I_n$  — разность значений уд. энтальпии в конце и нач. процесса;  $\Delta d$  — разность значений уд. влагосодержания в конце и нач. процесса;  $10^{-3}$  — поправка, учитывающая раз-

мерность. Для вентилируемого (кондиционируемого) помещения угловой коэфф. Л.п., кДж/кг, обычно определяют по ф-ле  $\epsilon_{\text{пом}} = Q_{\text{изб}} / M_{\text{в.л.}}$ , где  $Q_{\text{изб}}$  — избытки полной теплоты в помещении,  $M_{\text{в.л.}}$  — влаговыделение в помещении. Угловой коэфф. Л.п. изменяет свое значение от 0 до  $\pm \infty$ . Напр., для процесса *нагрева воздуха и калорифере* или в по-



Лебедка ЛРЧ-0,5  
1 — сварной корпус; 2 — червячное колесо; 3 — рукоятка на оси червячного колеса; 4 — червяк; 5 — канатный барабан

мещении без влаговыделения  $\epsilon = +\infty$ , для адиабатного процесса —  $\epsilon = 0$ . Поле диаграммы вокруг точки (напр., точки II



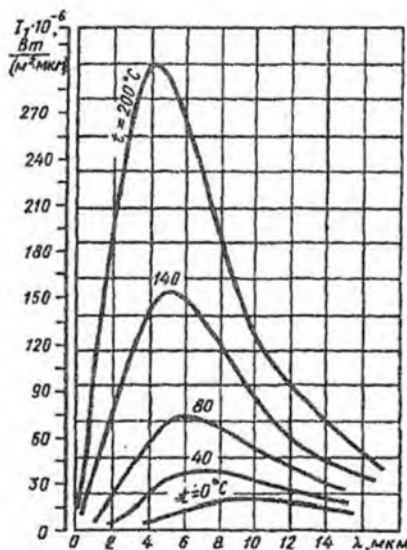
Ручная напольная лебедка грузоподъемностью 1,25—5 т  
1 — рама; 2 — квадратные хвостовики приводного вала для надевания рукояток; 3 — зубчатые передачи; 4 — барабан; 5 — угольники для опора лебедки

на схеме) разбивают на четыре косоугольных квадранта I—IV. Лучи процессов изменения состояния воздуха помещений и вентиляции воздуха при обработ-

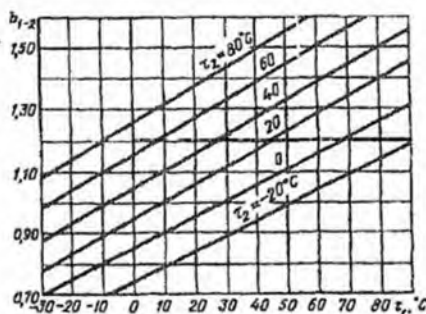
ке располагаются в I и III квадрантах. Лучи процессов при обработке воздуха в оборудовании для кондиционирования воздуха могут располагаться во всех квадрантах.

**ЛУЧИСТОЕ ОТОПЛЕНИЕ** — отопление, при котором благодаря излучению с нагретых излучателей и ограждающих конструкций средняя температура поверхности (радиационная температура помещения) всех ограждений поддерживается на более высоком уровне, чем температура воздуха в помещениях и в его рабочей зоне. Л.о. при неск. пониж. (в среднем на 2°С) темп-ре воздуха (по сравнению с конвективным отоплением) более благоприятно для самочувствия людей в помещениях (напр., при 19 вместо 21°С в гражданских зданиях). Л.о. осуществляется системами местного или центрального панельно-лучистого отопления.

**ЛУЧИСТЫЙ ТЕПЛОБМЕН** — теплообмен между поверхностями (в помещениях), обусловленный их тепловым излучением. Л.т. является важнейшей составляющей теплового режима. Совместно с конвективным и струйным теплообменом он формирует на поверхностях определ. темп-ры, уровень которых предопределяет тепловое состояние помещения. Различие темп-р поверхностей, их ориентации и радиац. свойств приводит к возникновению сложной структуры лучистых потоков, отличающихся по характеру, спектр. составу и интенсивности. Воздух помещения при расчете Л.т. обычно считают лучепрозрачной средой. Незначит. содержание многоатомных газов (водяной пар, углекислоты) при малых толщинах (оптических) слоя воздуха в помещении практически не изменяет этого свойства. Огранич. диапазон значений темп-р взаимнооблучаемых поверхностей в помещениях (не более 150°С) позволяет заменить полихроматич. излучение монохроматич. с одинаковыми длинами волн для всех поверхностей и вместо спектр. излучения перейти к интегральному. Используемые в помещениях материалы обычно обладают высокой поглощат. способностью



Спектральная интенсивность излучения поверхности абсолютно черного тела



Зависимость температурного коэффициента от температуры теплообменивающихся поверхностей

(по отношению к длинноволновому тепловому излучению), что дает возможность во многих случаях не учитывать многократное отражение от поверхно-

стей и оценивать эффективное излучение (собств. совместно с отраж.) только по величине собств. интегрального излучения (см. *Тепловое излучение поверхности*).

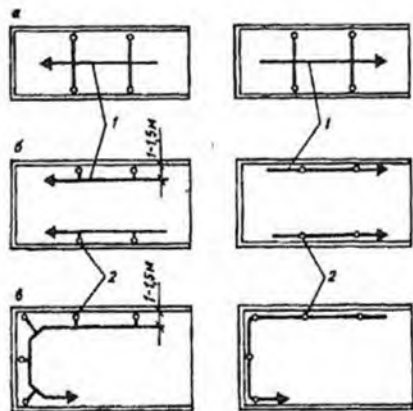
**ЛУЧИСТЫЙ ТЕПЛОБМЕН ПОВЕРХНОСТИ** — баланс теплообмена, обусловленный тепловым излучением взаимнооблучаемых поверхностей. Интенсивность лучистого теплообмена, Вт, между двумя произвольно располож. поверхностями определяется результирующим потоком, равным для каждой поверхности разности уходящего и падающего излучения, Вт:  $Q_{1-2} = \epsilon_{1-2} C_{\text{оп}} 1-2 F_1 b_{1-2} (t_1 - t_2)$ , где  $\epsilon_{1-2}$  — приведен. коэфф. излучения, зависящий от степени черноты взаимнооблучаемых поверхностей, их расположения и соотношения площадей;  $C_{\text{оп}}$  — коэфф. излучения абсолютно черного тела, равный 5,77 Вт/(м²·к⁴);  $\varphi_{1-2}$  — коэффициент облученности с первой поверхности на вторую;  $F_1$  — площадь рассматриваемой поверхности, м²;  $b_{1-2}$  — темп-рный коэфф.;  $t_1, t_2$  — темп-ры взаимнооблучаемых поверхностей, °С. Лучистый теплообмен одной поверхности с др. рассчитывают аналогично с соответствующей заменой индексов. Л.т.п. со всеми остальными поверхностями помещения может быть рассчитан как сумма локальных потоков с отд. поверхностью. Решение упрощается, если воспользоваться понятием радиационной температуры помещения  $t_{r,i}$  (относительно рассматриваемой  $i$ -й поверхности). Расчет выполняют по приведен. ф-ле, где под др. поверхностью следует понимать радиац. окружение темп-рой  $t_{r,i}$ . В практич. расчетах пользуются еще более упрощ. моделью, вводя понятие коэфф. лучистого теплообмена поверхности  $\alpha_{li} = \epsilon_i \varphi_{i-R} C_{\text{оп}} 1-R b_{i-R}$ , Вт/(м²·°С). При обычных условиях в помещении ( $\epsilon_i = 0,85 \dots 0,9$ ;  $\varphi_{i-R} \sim 1$ ;  $b_{i-R} \sim 1$ ) значение  $\alpha_{li} \approx 5$  Вт/(м²·°С) и является весьма устойчивым.

Введение в рассмотрение радиац. темп-ры помещения  $t_r$  существенно упрощает вычисления и позволяет свести расчет сложного Л.т.п. в к удобной для практич. применения ф-ле  $Q_L = \alpha_l (t_{\text{пов}} - t_r) F_{\text{пов}}$ , где  $\alpha_l$  — коэфф. лучистого теплообмена поверхности, Вт/(м²·°С);  $t_{\text{пов}}$ ,  $F_{\text{пов}}$  — темп-ра, °С, и площадь, м², рассматриваемой поверхности.



# М

**МАГИСТРАЛЬ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ** — часть *теплопроводов* системы отопления, соединяющая *тепловой пункт* со стояками и ветвями. М.с.о. на подающей, когда используется для распределения *теплоносителя* с запасом теплоты между стояками и ветвями, и обратной — для возвращения теплоносителя, отдавшего теплоту для отопления, в тепловой центр. Подающая и обратная М.с.о. могут быть проложены с тупиковым (встречным) и попутным (совпадающим по направлению) движением теплоносителя. Расположение М.с.о. может быть верхним (в верхней части здания), средним (в средней части) и нижним (в нижней части). Горизонт. М.с.о. прокладываются с *уклоном теплопровода*: в системе *водяного отопления* — при верхнем ее расположении для сбора воздуха к месту его выпуска в атмосферу, при нижнем — для обеспечения аварийного слива воды в канализационную сеть; в системе *парового отопления* — для самотечного движения *конденсата* (включая конденсат попутный) или аварийного слива конденсата в канализационную сеть.



Магистраль системы отопления

а — размещение в чердачных (слева), подвальных и технических (справа) зданиях шириной до 9 м; б — то же, в зданиях шириной более 9 м при тупиковом движении теплоносителя в трубах; в — то же, в зданиях шириной более 9 м при попутном движении теплоносителя в трубах; 1 — магистраль; 2 — стояки

При прокладке М.с.о. предусматривается компенсация удлинения труб, нагреваемых теплоносителем, путем изгиба их т.о., чтобы напряжение на изгиб не превысило предельно допустимого (для стальных труб  $80 \text{ МПа/см}^2$ ); установки гнутого (напр., П-образного) компенсатора. Для отключения каждой магистрали у *коллектора системы отопления* устанавливают запорную *арматуру на трубопроводах*: чугунные задвижки при  $D_y \geq 50 \text{ мм}$ , вентили при меньшем диаметре труб. Для выпуска воздуха и спуска воды или конденсата из М.с.о. применяются вентили, выполняющие функции воздушных и спускных кранов. М.с.о., проходящая в неотапливаемом или искусственно охлаждаемом помещении, близ открываемых проемов, прокладывается тепловой изоляцией, имеющей кпд не менее 0,75. Толщина слоя изоляции определяется по расчету с тем, чтобы термич. сопротивлению толщины составляли не менее  $0,86 \text{ }^\circ\text{См}^2/\text{Вт}$  для труб  $D_y \leq 25 \text{ мм}$  и  $1,22 \text{ }^\circ\text{См}^2/\text{Вт}$  для труб  $D_y > 25 \text{ мм}$ . При *гидравлическом расчете системы отопления* стремятся к получению меньших потерь давления в магистралях по сравнению с потерями давления в стояках.

**МАЗУТ** — остаток после отгонки от нефти, бензина, лигроина, керосина и фракций дизельного топлива. В зависимости от химич. свойств М. может быть использован как жидкое котельное топливо, для произ-ва битумов и для др. целей (см. *Жидкое котельное топливо*).

**МАЗУТНОЕ ХОЗЯЙСТВО** — комплекс устройств, обеспечивающих приемку, хранение и подачу необходимого кол-ва *мазута* в *котельную* и подготовку его для сжигания в *топках* котлов. Состоит из сооружений, включающих приемно-сливные устройства, мазутохранилища, мазутонасосную станцию, установки для ввода жидких присадок, мазутопроводы в пределах тепловой станции (котельной). *Жидкое котельное топливо* может доставляться по трубопроводам, ж.-д. цистернами и автотранспортом. Мазут может быть осн. *топливом*, резервным (в зимние месяцы), аварийным, позволяющим быстро перевести котлы с одного вида топлива на др., топливом для подсвечивания при растопке. Для разогрева и слива из цистерн могут применяться как сливные эстакады с разогревом мазута "открытым" паром или горячим мазутом, так и закрытые сливные устройства — тепляки. Тип сливного устройства выбирают на основании технико-экономич. расчета. Из цистерн разогретый мазут сливают в междельсовые лотки, выполн. с уклоном 0,007—0,009, и по ним направляют в приемную емкость, перед к-рой должны находиться

грубый фильтр-сетка и гидрозатвор. На дне лотков укладывают паровые трубы. Приемно-сливное устройство рассчитано на прием цистерн грузоподъемностью 50; 60 и 120 т. Фронт разгрузки должен обеспечить слив расчетного суточного расхода мазута. Из приемной емкости мазут насосами погружного типа перекачивают в мазутохранилище. В осн. М.х. перекачивающие насосы устанавливают с резервом, в растопочном их не резервируют.

От нефтеперерабат. завода мазут в М.х. тепловой станции подают по одному трубопроводу; в отд. случаях допускают подачу по двум трубопроводам с пропускной способностью каждого, равной 50% макс. часового расхода топлива при номин. произ-сти котлов. В зависимости от типа М.х. вместимость мазутохранилища для ТЭС принимают: осн. ТЭС на мазуте — 15-суточный расход при доставке по ж.д. и 3-суточный по трубопроводам; резервной ТЭС на газе — 10-суточный расход; аварийной ТЭС на газе — 5-суточный расход. Растопочное М.х. тепловых станций на *твердом топливе* имеет 3 резервуара, вместимость каждого из к-рых зависит от общей паропроиз-сти котлов. Норм. руд мазутохранилищ имеет вместимость,  $\text{м}^3$ : 100; 200; 500; 1000; 2000; 3000; 5000; 10 000 и 20 000. Резервуары должны обладать: пожаробезопасностью, несгораемостью, долговечностью, коррозионной стойкостью против воздействия агрессивных грунтовых вод и хранимого топлива, удобством обслуживания и очистки от отстоя и осадков, возможностью установки внутри резервуара подогревающих устройств. Резервуары мазутохранилища обычно выполняют железобет. или металлич. Последнее применяют в районах Крайнего Севера и в сейсмич. р-нах. В р-нах со среднегодовой темп-рой  $9^\circ\text{C}$  и ниже металлич. резервуары М.х. теплоизолируют. При высоком стоянии грунтовых вод или в сейсмич. р-нах целесообразно применять наземные мазутохранилища. Мазут в резервуарах М.х. разогревают циркуляц. способом по спец. выдел. контуру. Возможно применение местных паровых разогревающих устройств. В контуре циркуляц. разогрева мазута предусматривают по одному резервному насосу и подогревателю. Подача насоса циркуляц. разогрева должна обеспечивать подготовку мазута в резервуарах для бесперебойного снабжения котельной. Темп-ра мазута в приемных емкостях и резервуарах мазутохранилища выше  $90^\circ\text{C}$  не допускается, т.к. при более высокой темп-ре вода в мазуте вскипает (при  $100^\circ\text{C}$ ), образуется водомазутная пена, происходит интенсивное отставание воды, увеличиваются потери от испарения легких фракций. Для мазута марки 40 оптим. рабочая темп-ра хранения  $50\text{--}60^\circ\text{C}$ , марки 100 —  $60\text{--}70^\circ\text{C}$ .

В мазутонасосной станции размеща-

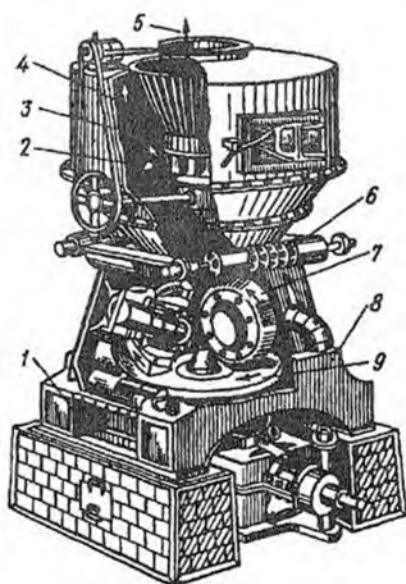
ют оборудование: технологич. (мазутные насосы, фильтры грубой и тонкой очистки, подогреватели, трубопроводы с арматурой, измерит. аппаратуру — счетчики, манометры, термометры и т.п.); энергетич. (двигатели насосов, задвижки, пусковую аппаратуру для двигателей, электрич. устройства и пр.); сан.-тех. (вентиляц. установки, отопит. приборы и т.п.); грузо-подъемное (мостовые краны, монорельсы с тельферами, блоки, лебедки и т.п.). В осн. и растопочном М.х. схема подачи мазута в котельную может быть одно- или двухступенчатой в зависимости от требуемого давления перед форсунками. Число мазутных насосов в каждой ступени осн. М.х. — не менее 4 (в т.ч. по одному резервному и одному ремонтному). Оборудование осн. М.х. должно обеспечивать непрерывную подачу мазута в котельную при работе всех рабочих котлов с номин. давлением. Давление, создаваемое насосами, выбирают от 0,02 до 3,5 МПа исходя из типа применяемых форсунок. В насосной осн. М.х. предусматривают по одному резервному подогревателю и фильтру тонкой очистки. Схема мазутонасосной станции должна допускать возможность работы любого подогревателя и фильтра с любым насосом I и II ступеней. Мазут из осн. М.х. подают к котлам по двум магистралям, рассчит. каждая на 75% номин. пропускной способности с учетом рециркуляции. Из растопочного М.х. мазут поступает в котельную по одному трубопроводу, пропускную способность к-рого выбирают с учетом общего числа и мощности котлоагрегатов и режима их работы. При расчете трубопроводов скорость мазута в них принимают 0,8—1,0 м/с для всасывающих линий и 1—1,5 м/с для нагнетательных. В магистр. мазутопроводах котельной и отводах к каждому котлу должна быть обеспечена циркуляция мазута. Для этого предусматривают трубопровод рециркуляции мазута из котельной в М.х. Прокладка мазутопроводов, как правило, наземная. Мазутопроводы, пролож. на открытом воздухе и в холодных помещениях, должны иметь паровые или др. обогреват. спутники в общей с ними изоляции. Существует непрерывный (путевой) обогрев мазутопроводов по всей их длине. Обогрев наз. наружным, если под мазутопроводом проложены один или неск. трубопроводов небольшого диаметра, по к-рым циркулирует греющий агент (пар, горячая вода и т.п.). При внутр. обогреве греющая среда проходит по трубе меньшего диаметра, проложенной внутри мазутопровода. На вводах магистр. мазутопроводов внутри котельной, а также на отводах к каждому котлу должна устанавливаться запорная арматура с дистанц. электр. и механич. приводами, расположенными в удобных для обслуживания местах. Для аварийных отключений на всасывающих и напорных мазутопрово-

дах устанавливают запорную арматуру на расстоянии 10—50 м от мазутонасосной.

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛООВОГО И ВОЗДУШНОГО РЕЖИМОВ ЗДАНИЯ** — система ур-ний, описывающая состояние и изменение во времени параметров, характеризующих тепловой и воздушный режимы помещений здания (тем-ра воздуха и поверхностей, потоки инфильтрующегося и эксфильтрующегося воздуха). Основу модели составляют ур-ния баланса тепловых потоков на поверхностях, в воздухе объема помещения и ур-ния баланса потоков воздуха в нем. Локальные системы ур-ний для отд. помещений, объедин. в общую систему ур-ний, составляют математич. модель теплового и воздушного режимов здания. Связь между помещениями осуществляется в основном за счет переноса потоков воздуха. Математич. модели, предназнач. для использования в вычислит. управляющем комплексе систем автоматизированного управления, имеют определенную специфику. Осн. требование к математич. модели состоит в обеспечении быстродействия при ее реализации, что может быть достигнуто отпосред. простотой модели. В то же время она должна обладать достаточной точностью, обеспечивающей адекватность ее результатов. Для удовлетворения этих требований возможны традиц. пути, связанные с совершенствованием алгоритма и программы расчета, использованием быстродействующих машин с большим объемом памяти. Наряду с этим в рассматриваемом случае используют др. путь, к-рый состоит в упрощении математич. модели помещения введением в нее ряда хар-к, измеренных в натуральных условиях (коэфф. теплопередачи ограждений, теплообмена, мощности внутр. источников теплоты, геометрич. размеров, хар-к воздухопроницаемости, расхода приточного и вытяжного воздуха и др.). Подстановка измеренных величин в базовую математич. модель помещения позволяет получить частные модели для каждого помещения в упрощ. виде, гарантирующем достаточную точность числ. моделирования.

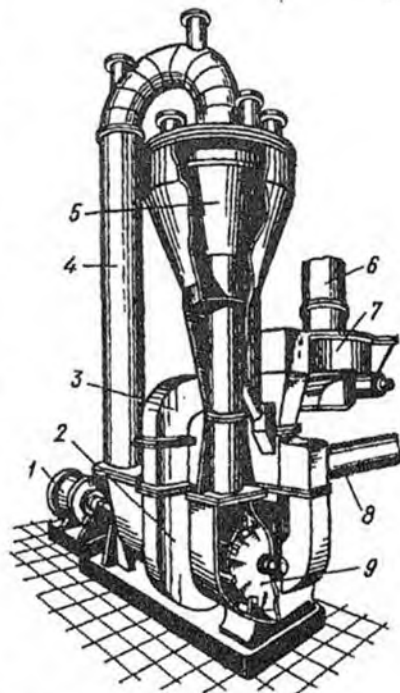
**МАТЕРИАЛОПРОВОД** — трубопровод системы пневматического транспорта, служащий для перемещения смеси воздуха с твердыми частицами.

**МЕЛЬНИЦА** — машина для измельчения разл. материалов. От дробилок М. отличаются более тонким помолом материала (до частиц размером менее 5 мм). В зависимости от формы и вида рабочего органа, скорости его движения М. условно подразделяют на: бараб. (шаровые, стержневые, галечные, самоизмельчения) — тихоходные; роликовые (валковые, коль-



Валковая среднескоростная мельница

1 — вход горячего воздуха; 2 — выход грубых частиц; 3 — подача сырого угля; 4 — движение потока смеси; 5 — выход смеси; 6 — пружина; 7 — валок; 8 — корпус мельницы; 9 — стол



Молотковая мельница

1 — электропривод; 2 — мельничный вентилятор; 3, 4 — выход и отсос пылевоздушной смеси; 5 — сепаратор; 6 и 8 — трубы для подвода сырого угля и горячего воздуха; 7 — питатель сырого угля; 9 — ротор с билами

цевые, фрикционно-шаровые) — среднеходовые; молотковые (шахтные); вибрат с качающимся конусом; струйные, аэродинамич., без дробящих тел. Барабаны М. используются для приготовления каменноугольного пылевидного топлива и др. целей. В них барабан цилиндрич. или цилиндрич. формы, заполн. мелкими телами, вращается вокруг своей геометрич. горизонт. оси. При вращении барабана свободно движущиеся мелющие тела (чугунные и стальные шары, цилиндрики, стальные круглые стержни, кремниевая или рудная галька) измельчают материал ударом, истиранием, раздавливанием. Для получения продукта (напр., угольной пыли) заданной крупности барабанные М. сопрягают с классификаторами (или циклонами, воздушными сепараторами пыли), разделяющими измельч. уголь на мелкий (готовый) и крупный, возвращаемый в ту же М. Принцип действия шаровой М. известен св. 150 лет (см. Барабанно-шаровая мельница). Для сухого измельчения углей и др. материалов применяют среднеходовые М. (со средними скоростями движения рабочих органов). Роль и кола я М. состоит из герметичного корпуса и вращающегося в нем горизонт. мелющего кольца, к к-рому пружинами прижаты два ролика диаметром до 1200 мм. Исходный материал подается на мелющее кольцо и при его вращении раздавливается роликами. М. работает в замкнутом цикле с воздушным классификатором. Крупность исходного материала для роликовых М. чаще всего — до 20 мм, в отдельных случаях — до 50 мм. Для приготовления пылевидного топлива из мягких углей, сланца, торфа применяют м о л о т к о в ы е М. В кожухе вращается ротор о-закрепленными на нем шарнирно или наглухо молотками — билами. Исходный материал подается на ротор и измельчается ударами бил. В М. подается горячий воздух и одновременно с измельчением происходит сушка топлива. Измельч. и подсуш. материал выносятся в шахту, из к-рой мелкие готовые частицы потоком воздуха подаются в *толку*, а крупные поступают на ротор и доизмельчаются. Ш а х т н ы е М. — быстроходные машины, линейная скорость на конце била до 65 м/с. Топливо, подаваемое в них, предварительно дробится на куски мельче 15 мм; продукт — пыль грубого помола. Для измельчения материалов средней твердости до размеров 2—0,06 мм и мельче при малой произ-сти применяют в и б р а ц и о н н ы е М. Барабан М., заполненный шарами на 80% объема, установлен на пружинах. Под действием механич. вибратора барабан совершает частые (до 3000 в 1 мин) круговые колебания малого радиуса (3—5 мм). Материал, загруженный в барабан, измельчается шарами при их частых соударениях в колеблющейся массе.

Для очень тонкого измельчения до размеров 0,001—0,05 мм используют с т р у й н ы е М. Измельчаемый материал подается во встречно располож. на одной оси *эжекторы*, к к-рым подводится сжатый воздух под давлением 0,4—0,8 МПа, перегретый пар или горячие газы — продукты сгорания. Через разгонные трубки материал с огромной скоростью (до 500 м/с) поступает в помольную камеру. Частицы материала, летящие одна навстречу др., соударяются и разрушаются; измельч. материал отсасывается из камеры в классификатор, откуда крупный продукт вновь поступает в эжекторы.

**МЕМБРАННЫЙ ПРИВОД РЕГУЛИРУЮЩЕГО ОРГАНА** — устройство, обеспечивающее перемещение *кранана* и дросселирование проходящего через него потока *газа*. Основой М.п.р.о. служит круглая пластина из эластичного материала (прожированной кожи, маслобензостойкой морозоустойчивой резины, про-

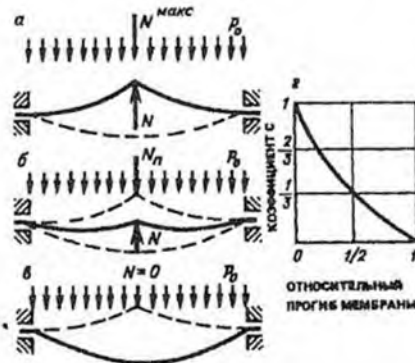


Схема работы мембранного привода регулирующего органа

а, б, в — при прогибах мембраны, равных соответственно нулю, половине максимального и максимальному; с — зависимость коэффициента С от относительного прогиба мембраны

резин. полотна или пластмассы), к-рая по периметру зажимается между фланцами мембранной коробки. Центр. часть мембраны с обеих сторон обжимается круглыми металлич. дисками, диаметры к-рых могут быть различными. В *регуляторах давления газа* используют и пневматич. мембранные приводы с противодействием прогибу мембраны пружинной и грузом. В качестве рабочего в-ва применяют сжатый воздух или газ. Силовым элементом привода служит эластичная мембрана. Под воздействием избыточного давления воздуха или газа она прогибается и перемещает связанный с нею шток. Противодействует прогибу мембраны пружина или груз. Перестановочную силу, развиваемую пневматич. М.п.р.о., определяют по формуле  $N_{пер} = CFP_0$ , где С — коэфф. ак-

тивности мембраны; F — проекция поверхности мембраны на плоскость ее заделки;  $P_0$  — избыточное давление рабочего в-ва. Площадь активной поверхности мембраны равна произведению  $CF$ . Коэфф. активности мембраны С не является пост. величиной, а зависит от ее прогиба.

**МЕСТНАЯ ВЫТЯЖНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ** — система удаления *воздуха* спец. устройствами — *местными отсосами* — от мест образования вредных выделений, препятствующая их распространению по помещению. Расчет М.в.в. сводится к выбору типа местного отсоса и определенного расхода воздуха  $L$ ,  $m^3/ч$ , проходящего через него:  $L = 3600 Fv$ , где F — площадь живого сечения местного отсоса, v — расчетная скорость воздуха в его рабочем сечении, м/с.

М.в.в., удаляющую запыленный воздух с небольшой (до 100 г/м<sup>3</sup>) концентрацией, наз. аспирацией, для к-рой характерны высокие скорости движения воздушно-пылевой смеси по воздуховодам, герметизация в соединениях воздухопроводов, очистка выбрасываемого в атм. воздуха. Перед выбросом в атм. при обосновании воздух подвергают очистке: от пыли — в сухих мокрых пылеуловителях — циклонах, рукавных, сетчатых, зернистых и электрич. фильтрах, *скрубберах*, роторклонах, пенных аппаратах; от паров и газов — в *абсорберах*, *адсорберах*, ионообменных фильтрах и устройствах катализ. дожига. При соответствующих гигиенич. или технологич. требованиях приточный наружный воздух очищают от пыли в воздушных фильтрах (ячейковых, рулонных, панельных, электрич.).

**МЕСТНАЯ ПРИТОЧНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ**, в о з д у ш н о е д у ш и р о в а н и е — подача с помощью спец. воздухо-распределит. *насадков* (душирующих патрубков) *воздуха* на фиксиров. *рабочие места* с целью создания на небольшом участке цеха воздушной среды, отличающейся от микроклимата в осн. помещении. Душирующие патрубки позволяют регулировать воздушные потоки в горизонт. и вертикал. направлениях. Широко применяют душирующие патрубки ППД (патрубок прямооточный душирующий), ПДн (патрубок душирующий с нижним подводом воздуха) и ПДв (то же с верхним подводом воздуха). М.п.в. устраивают при интенсивном облучении работающих (более 350 Вт/м<sup>2</sup>), а также при открытых произв. процессах, сопровождающихся выделением вредных в-в, при невозможности устройства укрытий и местной вытяжной вентиляции или в дополнение к ним.

**МЕСТНАЯ ПЫЛЕБОРОЧНАЯ УСТАНОВКА** — переносное устройство для очистки жилых и обществ. зданий и

производств. помещений с незначит. выделениями пыли, для уборки пыли с определ. участков технологич. оборудования, выпускаемой продукции, деталей и т.д. Необходимость использования М.п.у. появляется также при ремонте высокоточных механизмов, устройств и приборов, электрооборудования, радиоаппаратуры, вычислит. техники. В пром. зданиях для этой цели используют бытовые пылесосы. Наибольшее распространение получили передвижные М.п.у., используемые практически во всех помещениях. Они особенно эффективны там, где пылевыведения носят местный характер. Кроме того, передвижные М.п.у. могут применяться в сочетании с *центральной пылеборочными установками*, что избавляет от необходимости прокладывать трубопровод центральной установки к данному запыл. участку или оборудованию.

**МЕСТНОЕ ОТОПЛЕНИЕ** — обогревание помещения, при к-ром получение (генерирование), перенос и передача *теплоты* происходят в одном и том же помещении. Технич. установка имеет осн. элементы *системы отопления*, конструктивно объедин. в одном агрегате, а теплопереносщая рабочая среда нагревается горячей водой, паром, электрич. током или при сжигании к.-л. топлива. Примерами М.о. являются газовое, печное и электрическое отопление. Так, теплота, генерируемая при сжигании газообразного топлива в газовоздушном *отопительном агрегате*, передается в поверхностном теплообменном аппарате теплоноси-

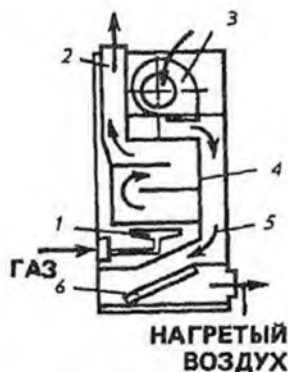


Схема газовоздушного отопительного аппарата  
1 — газовая горелка; 2 — дымоход; 3 — вентилятор;  
4 — теплообменник; 5 — теплопроводы-каналы; 6 —  
воздушный фильтр

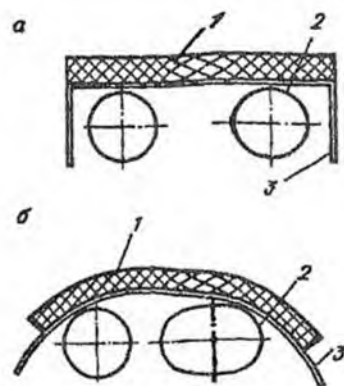
телю — воздуху, нагнетаемому вентилятором. Нагретый воздух выпускается в помещение; охладившиеся продукты сгорания газа отводятся в атмосферу. Достоинство М.о. — установление и регулирование теплового режима в обогреваемом поме-

щении независимо от климатич. условий в др. помещениях здания или сооружения; недостаток — отд. обслуживание каждой установки. См. также: *Местное воздушное отопление, Местное панельно-лучистое отопление.*

**МЕСТНОЕ ВОЗДУШНОЕ ОТОПЛЕНИЕ** — обогревание отд. помещений нагретым воздухом при отсутствии центр. приточной вентиляционной установки или экономич. нецелесообразности ее использования в режиме отопления. Для М.в.о. применяются: *отопительные агрегаты* с механ. побуждением движения воздуха, образующие бесканальную систему воздушного отопления; *отопительно-вентиляционные агрегаты* с частичной рециркуляцией внутр. воздуха и прямоточные также с механ. побуждением движения воздуха; *рециркуляционные воздухонагреватели* с естеств. движением воздуха, образующие канальную систему воздушного отопления.

М.в.о. с отопит. или отопит.-вентиляц. агрегатами применяется в пром. цехах, крупных помещениях обществ. и с.х. зданий, квартирах. Выбор системы и параметров нагретого воздуха предопределяется назначением и режимом работы обслуживаемого помещения (см. *Воздушное отопление*). М.в.о. на базе рециркуляц. воздухонагревателя служит для отопления отд. помещений без пост. рабочих мест. у световых проемов и лестничных клеток многоэтажных зданий. Квартирное воздушное отопление относится к канальным вентиляторным системам. Оно состоит из размещ. в подшивке под потолок коридора малогабаритного отопит.-вентиляц. агрегата и *воздуховодов*: наружного воздуха с приемной решеткой, рециркуляц. и раздачи нагретого воздуха с регулирующей приточной решеткой в каждой жилой комнате. Охладившийся воздух удаляется наружу из вспомогат. помещений квартиры. Нагретый воздух в бесканальных системах М.в.о. подается в среднюю зону по высоте помещения наклонными или горизонт. струями, в квартирных системах — струями, настилающимися на потолок или подаваемыми в нижнюю зону помещения. Преимущества М.в.о. — незначит. металлоемкость и малая стоимость систем, низкие теплоэнергетич. затраты, особенно в рециркуляц. системах, возможность и целесообразность совмещения с *вентиляцией*, простота регулирования при водяном *теплоснабжении*. Недостатки — пониженные гигиенич. и акустич. показатели.

**МЕСТНОЕ ПАНЕЛЬНО-ЛУЧИСТОЕ ОТОПЛЕНИЕ** — обогревание части объема помещения, в осн. *рабочих мест*, путем непосредств. воздействия на работающих теплового излучения от высо-



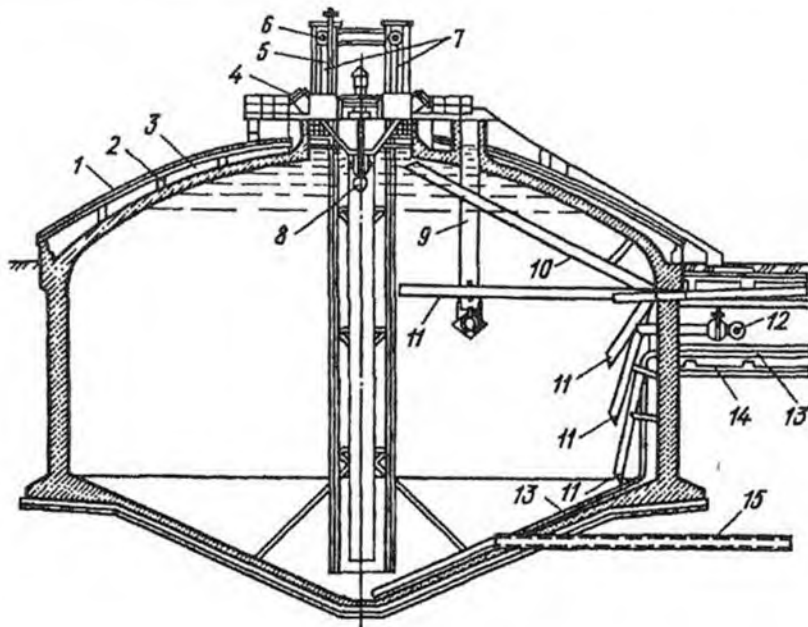
Газовоздушные теплоизлучатели  
а — с плоским экраном, б — с овальным экраном,  
1 — теплоизоляция; 2 — газозувод; 3 — экран

котемп-рных излучателей и подвесных *отопительных панелей*, темп-ра поверхности к-рых при керамич. насадках может достигать 900°С. В качестве *теплоносителя* могут быть *продукты сгорания* газа, а также *электроэнергия*. Источники теплоты, как правило, *находятся* в обогреваемом помещении. В зависимости от используемого теплоносителя применяются газовоздушные теплоизлучатели, беспламенные *горелки инфракрасного излучения* с *керамическими насадками излучателя*, электрич. панели. Излучатели крепятся к фермам перекрытия, к стенам или на стойках в помещении с направлением теплоизлучающей поверхности в сторону рабочих мест. Такие системы имеют миним. протяженность магистралей.

**МЕСТНЫЙ ОТСОС** — вентиляционно-технологич. устройство в виде разл. укрытий для удаления *вредных выделений* от места их образования. М.о. бывают открытого типа, когда *источник вредных выделений* находится на нек-ром расстоянии от вытяжного устройства (зонты, зонты-козырьки, бортовые *отсосы* и т.п.), и закрытого (полные *укрытия*), когда источник вредных выделений *находится* как бы внутри М.о. (вытяжные *шкафы*, витринные отсосы, кожухи-укрытия и т.п.). Различают простые М.о., в к-рых *воздух* и вредные выделения *удаляются* только за счет разряжения, создаваемого в рабочем проеме М.о., и активиров. *поддувом* воздуха М.о., в к-рых для *направления* вредных выделений используется *приточная струя*.

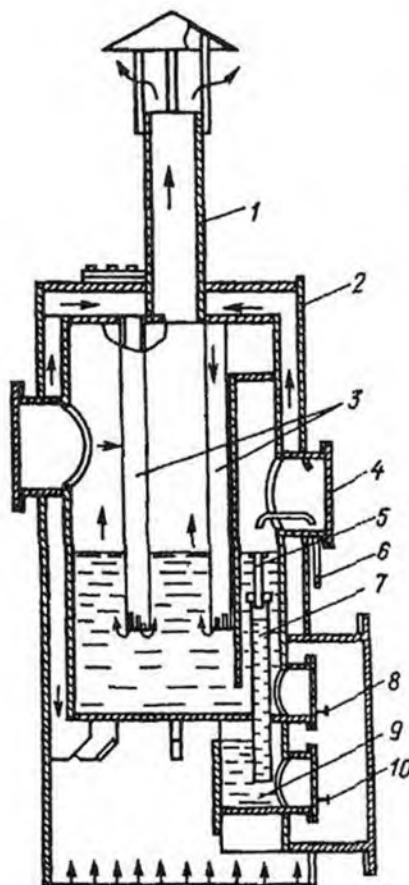
**МЕСТНЫЙ ТЕПЛОВОЙ ПУНКТ** — см. *Абонентский ввод.*

**МЕТАНТЕНК** — сооружение для анаэробной стабилизации концентратов.



Метантенк

1 — мягкая кровля; 2 — кирпич; 3 — шлак; 4 — смотровой люк; 5 — труба для выпуска газа в атмосферу; 6 — газопровод от газового колпака; 7 — газовые колпаки; 8 — пропеллерная мешалка; 9 — переливная труба; 10 — трубопровод для загрузки сырого осадка и активного ила; 11 — трубопроводы для забора осадка с разных горизонтов; 12 — паровой инжектор; 13 — трубопровод для выгрузки осадка из конусной части М.; 14 — термометр сопротивления; 15 — трубопровод для опорожнения М. (в футляре)



органич. субстратов (осадки сточных вод, избыточный активный ил, концентраты производств. стоки и отходы). М. могут быть цилиндрическими, прямоугольными, шаро- и яйцеобразными резервуарами. В отечеств. практике используют М., представляющие собой железобетонный, реже металлич., резервуар с конусным днищем и конич. или сферич. перекрытием. В верхней части перекрытия расположена горловина. Уровень бродящей массы находится выше основания горловины, благодаря чему достигается повыш. интенсивность газовыделения на единицу площади поверхности сбраживаемого осадка, препятствующая коркообразованию. Теплоизоляция цилиндрич. части М. осуществляется либо его заглублением в землю на 1/3—1/2 высоты и обваловкой, либо возведением кирпичной стенки на расстоянии 0,5—0,8 м от стенки М. Газо- и теплоизоляцию перекрытия М. выполняют из неск. слоев утеплителя, покрытого цементн.

Устройство для автоматич. выпуска газа из аэротенка

1 — свеча; 2 — кожух газового колпака; 3 — барботажные трубки; 4 — смотровой люк; 5 — переливная воронка; 6 — подача воды в предохранит. клапан; 7 — переливная трубка; 8 — выпуск воды из предохранит. клапана; 9 — переливной карман; 10 — выпуск воды из переливного кармана

тной стяжкой, слоя шлака, еще одной цементной стяжки и мягкой кровли (рубероид, фольгоизол).

Осадок загружают в верхнюю зону М. и выгружают из конусной части. Выходные отверстия трубопроводов загрузки и выгрузки должны быть макс. удалены один от др., чтобы исключить проскок свежего осадка в трубопровод выгрузки. Благодаря постоянному удалению сброженного осадка из нижней части предотвращается отложение песка в М. Загрузку осуществляют насосом непосредственно в М. или через загрузочные бункеры. В последнем случае М. компонуют в группы по два-четыре с камерой управления в центре. В камере расположены загрузочные и выгрузочные бункеры, трубопроводы, задвижки, насосы и др. оборудование. Загрузку и выгрузку осадка производят одновременно по прямоточной схеме при разнице отметок в загрузочном и выгрузочном бункерах около 2,5 м. В загрузочных бункерах установлены незатопленные водосливы с острой кромкой и шитовые затворы, позволяющие регулировать распределение осадка между М. и выключать любой из них из эксплуатации.

Для поддержания однородности бродящей массы предусмотрена система перемешивания. Гидравлич. перемешивание (насосами, гидроэлеваторами) применяют для М. небольших объемов. В М. объемом более 2000 м<sup>3</sup> используют пропеллерные мешалки, устанавливаемые в центр. трубе. Разработано неск. вариантов перемешивания бродящей массы с помощью образующегося в М. газа. Используют систему газолифта, введение газа через диффузоры или вертикал. трубки с интенсивностью 0,8 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч). Газ для перемешивания, забранный из газгольдера или из-под купола М., вводят в центре у основания М. Для поддержания темп-ры бродящей массы, соответствующей выбранному режиму сбраживания, предназначена система подогрева. Подогрев осуществляют острым паром или горячей водой; разработаны системы с рекуперацией теплоты сброженного осадка. Пар низкого давления (0,07 МПа) подают во всасывающую линию насоса. Чаще всего используют пар с давлением 0,2—0,5 МПа, для подачи к-рого М. оборудуют пароструйным инжектором, забирающим в качестве рабочей жидкости осадок из М. и подающим смесь его с паром обратно в М. Гидравлич. и тепловая циркуляция осадка в М., происходящая в результате работы инжектора, способствует перемешиванию бродящей массы. Для подогрева осадка горячей водой используют трубчатые или спиральные теплообменные аппараты. Технич. хар-ки последних в 2—3 раза лучше технич. хар-к трубчатых теплообменников. В М. предусмотрена система сбора и отвода газа, к-рая включает газовые кол-

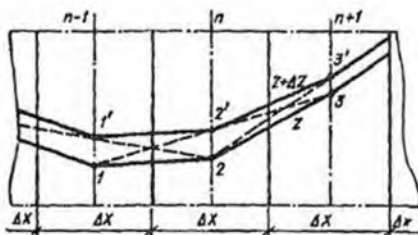
паки, установл. на горловине М., газовую сеть из стальных труб с противокорроз. покрытием, газовый киоск и газгольдер. Выделяющийся в процессе брожения газ создается под куполом М. давление около 1,7—2,5 кПа. Вследствие неравномерности выделения газа в период брожения давление может повышаться. Для предохранения купола М. от воздействия избыточного давления газа в одном из отводящих газовых колпаков смонтировано устройство для автоматич. выпуска газа в атмосферу. Газ из М. поступает под кожух газового колпака и при повышении давления более 4,3 кПа вытесняет воду из барботажных трубок, проходит через слой воды и через свечу выбрасывается в атмосферу. Вытесненная избыточным давлением газа вода через переливную воронку и трубку поступает в переливной карман, откуда сбрасывается в М. При нормализации давления затвор препятствует выходу газа в атмосферу. Давление, при котором срабатывает автоматич. устройство, определяется высотой расположения подливной переливной воронки. От газовых колпаков газ по газопроводу отводится потребителю, предварительно он проходит через газовый киоск, в к-ром установлена аппаратура для осушки и замера газа. Потребителями газа, как правило, являются котельные установки. Для сбора газа и поддержания постоянства давления в газовой сети на ее тупиковой линии устанавливаются мокрый газгольдер. Емкость его рассчитывают на 3—4-часовой приток газа. М. оборудуют также системой перелива на аварийный случай повышения расчетного уровня брожащей массы. Перелившийся осадок сбрасывается в канализацион. колодец. В М. больших размеров по высоте располагают неск. дополнит. трубопроводов, используемых для забора осадка с разных уровней при необходимости дополнит. перемешивания и промывки трубопроводов в случае их засорения. М. опорожняют из донной части через спец. трубопровод насосом, работающим под заливом. М. может быть оборудован системой для разбивания корки, напр., вращающимся спринклерным устройством, присоедин. к насосу для рециркуляции осадка, или вращающейся трубой с отверстиями, через к-рые потоки осадка направляются на слой корки под острым углом к вертикали.

В двухступенчатых схемах анаэробной стабилизации субстратов М. второй ступени предназначен для уплотнения сброженного осадка и отделения иловой воды, в этом случае его строят в виде открытого квадрата. или прямоугольн. резервуара без подогрева. Впуск осадка в М. второй ступени рассредоточен, уплотнен. осадок из приямка удаляется под гидростатич. давлением, выпуск иловой воды производится с неск. уровней. Открытые М. допускается проектировать в районах

со среднегодовой темп-рой не ниже 6°С. На второй ступени стабилизации не исключено применение закрытых М., позволяющих собрать и использовать образующийся газ. В частности, в США существует двухступенчатая схема, в к-рой М. второй ступени выполнен в виде закрытого обогреваемого резервуара с "плавающим" перекрытием, выполняющим роль газгольдера для М. обеих ступеней. Разработано несколько конструкций М. с разделением объема сооружения на зону брожения и зону уплотнения. Совмещение двух процессов в одном сооружении позволяет существенно снизить капит. затраты.

М. и газгольдеры — сооружения взрывоопасные, поэтому между М. и др. сооружениями очистной станции разрыв должен быть не менее 20 м; между газгольдером и др. сооружениями — 40 м. Обязательно устройство молниезащиты. Освещение камеры управления М., электродвигатели, электрозадвижки, пускатели, контрольно-измерит. аппаратура с электроприводом должны быть во взрывобезопасном исполнении.

**МЕТОД КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ** в теплопередаче — приближ. метод расчета темп-рного поля, основанный на переходе от поля с непрерывными параметрами к цепи (сетке) с сосредоточ. параметрами. В основе М.к.р. лежит *теплопроводности уравнение* в конечных разностях. При этом принимается, что тепловая емкость каждого элементарного слоя толщиной  $\Delta x$  сосредоточена в его центре ( $C = c\rho \Delta x$ ), а проводимость теплоты между центрами элементарных слоев выражается сопротивлением теплопроводности  $R = \Delta x / \lambda$ , где  $c\rho$  и  $\lambda$  — объемная теплоемкость и теплопроводность материала. Расчет ведется ступенями и заключается в отыскании темп-ры элементарных слоев в конце расчетных интервалов времени  $\Delta z$ . Связь между  $\Delta x$  и  $\Delta z$  выражается числом Фурье  $Fo \Delta = \Delta z / CR$ . Толщина  $\Delta x$  обычно принимается по условиям разбивки конструкции на целое число элементарных слоев, а расчетный интервал времени  $\Delta z$  вычисляется

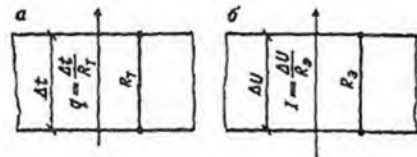


Графическая интерпретация метода конечных разностей (явная схема,  $Fo \Delta = 1/2$ )  
 $i, 2, 3$  и  $i', 2', 3'$  — значения температур в центрах элементарных слоев в расчетные моменты

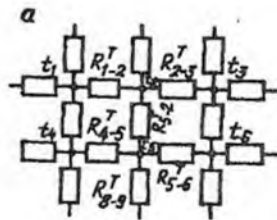
в зависимости от принятого значения  $Fo \Delta$ . Влияние *граничных условий* учитывают, вводя дополнит. (условные) элементарные слои или полуслои в зависимости от вида воздействующих факторов и особенности конструкции. Наиболее простое решение при явной схеме расчета и пространственно-временной сетке, соответствующей  $Fo \Delta = 1/2$ . В этом случае темп-ра в центре произвольного элементарного слоя в конце расчетного интервала времени  $\Delta z$  равна средней темп-ре в центрах соседних слоев в нач. расчетного интервала времени. Наибольшая точность расчета по явной схеме при  $Fo \Delta = 1/6$ . Однако расчетный интервал времени  $\Delta z$  при этом уменьшается, и расчет получается громоздким. Для ускорения расчетов разработаны более совершен. способы разбивки пространственно-временной сетки (невязная схема, смешанная и др.), позволяющие обеспечить нужную точность при меньших затратах расчетного времени.

**МЕТОД ЭЛЕКТРОТЕПЛОВОЙ АНАЛОГИИ** — метод расчета темп-рных полей, основанный на воспроизведении теплового процесса электрическим. Возможность воспроизведения вытекает из аналогии закономерностей тепло- и электропереноса. Соответствие между характеристиками этих процессов показано в табл.

Темп-рное поле изучаемой конструкции воспроизводится на геометрически подобных аналогах из электропроводной бумаги, фольги, электролита и др. материалов. Пересчет измеренных электрич. хар-к в тепловые производится с помощью выбранных масштабов темп-ры  $m_t = \Delta t / \Delta u$  и сопротивлений  $m_R = R_t / R_e$ . Тепловой поток  $q = m_t q_e$  в любом сечении выявляется по измеренным или расчетным значениям силы тока  $I$ , при этом масштаб тепловых потоков  $m_q = m_t / m_R$ . Воспроизведение темп-рных полей со сложными включениями, с граничными условиями III рода и др. осложняющими факторами удобнее проводить на электрич. цепях. Сосредоточ. электрич. сопротивления, соединяющие узлы цепи, воспроизводят сосредоточ. тепловые сопротивления, соединяющие узлы тепловой сетки (электротепловой аналог метода сеток). Для расчета сложных случаев *теплопередачи* используют спец. электромоделю с сетками заводского



Процессы теплопроводности (а) и электропроводности (б)



Сетка термических сопротивлений (а) и соответствующая ей цепь электрических сопротивлений (б)

Соответствие характеристик тепло- и электропроводности

Теплопроводность			Электропроводность		
обозначение	характеристика	единица измерения	обозначение	характеристика	единица измерения
$t$	Темп-ра	К	$U$	Электрич. потенциал	В или единица потенциала
$Q$	Кол-во теплоты	кДж	$G$	Кол-во электричества	Кл
$q$	Тепловой поток	Вт	$I$	Поток электричества, сила тока	Кл/с или А
$R_T$	Термич. сопротивление	$^{\circ}\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$	$R_{\Sigma}$	Электрич. сопротивление	Ом

изготовления — электроинтеграторы ЭИ-12, УСМ и др.

**МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ В ЗДАНИЯХ** — методы, цель к-рых в стабилизации или целенаправл. изменении во времени параметров микроклимата: темп-ры и влажности воздуха, его подвижности и газового состава (концентрации вредных в-в). Обеспечение этих параметров осуществляется системами отопления — охлаждения, системами кондиционирования воздуха и вентиляции. Управление темп-рой воздуха в холодное время года возможно изменением тепловой системы отопления. В свою очередь, изменение тепловой мощности достигается изменением темп-ры или расхода теплоносителя в отопительном приборе. В нек-рых конвекторах имеется дополнит. возможность изменения конвективного потока воздуха, проходящего через прибор. Помимо системы отопления, управление темп-рой воздуха возможно изменением темп-ры или расхода (подачи) приточного воздуха систем вентиляции или кондиционирования воздуха. Предпочтительно для минимизации затрат энергии согласованное действие систем отопления и вентиляции (кондиционирования воздуха). В теплое время года управление темп-рой воздуха осуществляется изменением темп-ры и расхода приточного воздуха систем воздушного охлаждения (кондиционирования воздуха). Возможности приточной системы вентиляции по поддержанию темп-ры воздуха ограничены лишь изменением его расхода. Для управления темп-рой воздуха мо-

гут использоваться приборные системы, управляющее воздействие в к-рых основано на изменении темп-ры или расхода теплоносителя (холодная вода или хладагент при непосредств. охлаждении). Приборные системы охлаждения в сочетании с системами воздушного охлаждения (кондиционирования) могут оказаться экономически и энергетически целесообразными. Одним из эффективных с экономич. точки зрения является управление темп-рой воздуха в теплое время года с использованием ночного проветривания помещения. Возможности применения его расширятся за счет аккумуляции "ночного холода" ограждениями зданий. Для охлаждения приточного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования могут использоваться аккумуляц. свойства грунта при прокладке в нем вентиляц. каналов. Тепловая емкость подземных каналов увеличивается за счет устройства в них спец. каменных кладок и др. аккумуляющих насадок. Влажность воздуха в помещении обеспечивается изменением влагосодержания или расхода приточного воздуха систем вентиляции и кондиционирования. Управление влажностью внутр. воздуха возможно непосредственно подачей в помещении водяного пара. Для этой же цели используется подача водяного тумана, вырабатываемого в спец. устройствах. Концентрация вредных газов (паров, аэрозоль) в помещении регулируется изменением расхода приточного воздуха. При использовании рециркуляц. систем изменение концентрации вредных в-в в помещении достигается изменением соотношения наружного и внутр. воздуха.

Эффективным с энергетич. и в большинстве случаев с экономич. точки зрения является управление параметрами микроклимата за счет периодич. выключения систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Использование этого метода управления основано на тепловой емкости помещения, влагоемкости и газовой емкости воздуха в объеме помещения. Прерывистая работа систем целесообразна в помещениях с переменным режимом тепло-, влаго- и газовых выделений в том случае, если допускаются значит. колебания параметров микроклимата. Реализация этого эффективного способа управления требует, как правило, совместного согласов. действия комплекса систем отопления-охлаждения и вентиляции.

### МЕХАНИЗМЫ ВЛАГОПЕРЕНОСА

СА — физ. явления, обуславливающие перемещение влаги в материалах и конструкциях. Исследования механизмов влагопереноса в капиллярно-пористых телах в нашей стране были выполнены школами А.В. Лыкова и Б.В. Дерягина. Влага в материалах может перемещаться в виде пара и жидкости. При рассмотрении механизмов влагопереноса удобно пользоваться идеальными моделями цилиндрич. капилляров. Важнейшими механизмами влагопереноса являются следующие.

**Перенос влаги в виде пара.** Молярный перенос пара в макрокапиллярах происходит под действием градиента общего давления, когда вместе с влажным воздухом перемещается водяной пар.

Диффузия пара в макрокапиллярах ( $r > 10^{-7}$  м) происходит под действием градиента парциального давления при условии, что длина свободного пробега молекул водяного пара  $\lambda$  значительно меньше характерного поперечного размера капилляра  $d$ , т.е.  $K_n = \lambda/d \leq 1$ .

Диффузия пара в мезокапиллярах ( $r > 10^{-7}$  м), или эффузия, происходит под действием парциального давления пара при условии  $K_n \geq 1$ .

Изотермическое скольжение молекул пара вдоль стенок капилляра может заметно влиять на диффузию пара, когда  $\lambda \approx d$ , но  $K_n < 1$ .

Неизотермическое скольжение пара вдоль стенок капилляра происходит в тонком капилляре, соединяющем два конечных объема, разница темп-р между которыми  $\Delta T$ . Вследствие этого эффекта пар перемещается вдоль стенок капилляра в более нагретую область.

При термодиффузии пара в макрокапиллярах он диффундирует из области с более высокой темп-рой в область с меньшей. Причина этого явления — большее парциальное давление пара, находящегося в равновесии с поверхностями менисков воды в области с более высокой темп-рой.

Перенос влаги в виде жидкости. Фильтрация жидкой влаги происходит при наличии градиента общего давления. При этом движение жидкости подчиняется закону Дарси. Капиллярное поднятие воды имеет место при соприкосновении материала с поверхностью воды.

Движение воды под действием градиента капиллярного давления (потенциала),  $k$ -рым является величина  $\Psi = \sigma u$ , где  $u$  — кривизна поверхности мениска;  $m^{-1}$ ;  $\sigma$  — поверхностное натяжение воды, Н/м.

Капиллярный осмос заключается в течении раствора в порах или капиллярах под действием градиента концентрации.

Термокапиллярное течение можно рассматривать как разновидность движения воды под действием градиента капиллярного давления. Поверхностное натяжение воды увеличивается с понижением темп-ры. Поэтому капиллярное давление будет выше в той части капилляра, где ниже темп-ра (при равной кривизне менисков).

Термоосмотическое течение заключается в течении жидкости в порах под действием градиента темп-ры, вследствие к-рого появляется градиент термич. напряжения в граничных слоях жидкости.

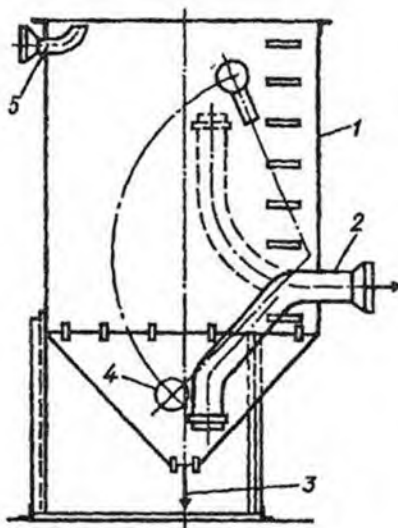
Перенос влаги в виде пленок происходит под действием градиента расклинивающего давления. Понятие "расклинивающее давление" введено Б.В. Дерягиным. Расклинивающее давление характеризует поле поверхностных сил в системе твердая поверхность — тонкая прослойка жидкости. Оно присуще смазывающим пленкам толщиной более  $0,8 - 1$  нм. Отд. компоненты расклинивающего давления связаны с соответствующими поверхностными силами, среди к-рых можно выделить: молекулярные силы, определяемые наличием дипольных моментов; электростатич. силы, обусловленные адсорбцией из раствора ионов одного знака и наличием разности электр. потенциалов между поверхностью и слоями жидкости; структурные силы, вызванные тем, что в слоях жидкости, граничащих с твердой поверхностью, происходят структурные изменения жидкости, в результате чего появляется сеть направл. водородных связей. Результирующий эффект этих составляющих поверхностных сил в зависимости от толщины пленки выражается изотермой расклинивающего давления  $P(h)$ .

Термокапиллярное течение пленок возникает, если вдоль поверхности пленки существует градиент темп-ры.

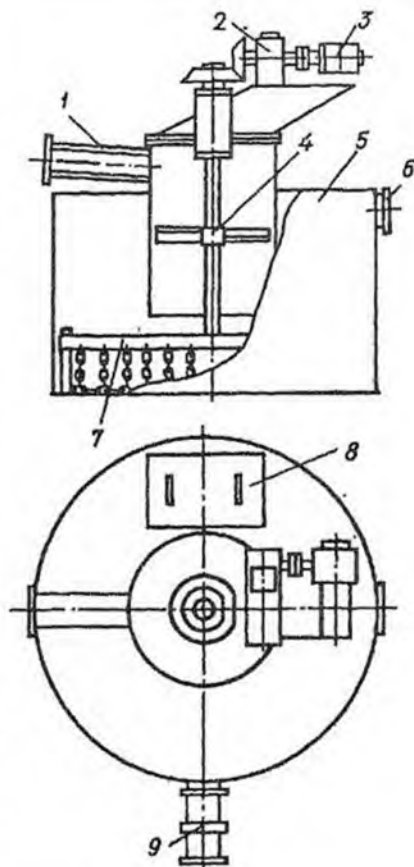
Течение незамерзающих пленок воды происходит за счет движения их по поверхности и между льдом и твердой поверхностью. Незамерзающие прослойки образуются как граничная фаза, структура

к-рой изменена, вследствие чего их свойства существенно отличаются от объемных свойств воды. Вязкость воды в прослойках превышает вязкость объемной воды в десятки раз. Незамерзающие прослойки воды могут перемещаться под действием градиентов темп-ры и давления. Существ. вклад может вносить термокристаллизация течения пленок, к-рое наблюдается в капилляре между менисками льда, имеющими разную темп-ру. Кроме рассмотренных механизмов существуют и др., однако они или имеют меньшее значение для влагопереноса, или могут реже наблюдаться, чем описанные.

**МЕШАЛКА** — аппарат, обеспечивающий смешивание одного компонента (растворимого или нерастворимого) с др., а также поддержание нерастворившихся частиц в растворителе во взвешенном состоянии. В *известковом хозяйстве* применяют М. разл. типов: гидравлическую, перемешивание с помощью к-рой обеспечивается за счет рециркуляции жидкости во всем сечении резервуара (вместимость резервуаров заводского изготовления —  $1 - 14 m^3$ ); механич. лопастную (мутилку), обеспечивающую перемешивание в резервуаре за счет турбулентности жидкости, создаваемой движением лопастей, скребков, цепей и рамок, вращаемых электроприводом через систему редукторов с соответствующей (расчетной) частотой вращения (вместимость мутилок до  $40 m^3$ ). М. могут выполнять роль как резервуаров-хранилищ известковых суспензий, так и расходных баков с растворами необходимой концентрации.



Мешалка гидравлическая циркуляционная  
1 — корпус; 2 и 4 — патрубки отвода и подвода известкового молока; 3 — патрубком опорожнения; 5 — перелив



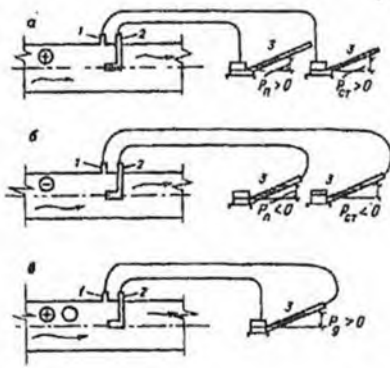
Мешалка механическая

1 — подача известкового молока; 2 — резервуар; 3 — электропривод; 4 — лопастная мешалка; 5 — корпус; 6 — выпуск; 7 — перемешиватель; 8 — лоток; 9 — затвор

**МИКРОКЛИМАТ ПОМЕЩЕНИЯ** — сочетание метеорологич. факторов (темп-ры, подвижности, относит. влажности воздуха) и темп-ры внутр. поверхностей помещения.

**МИКРОМАНОМЕТР** — жидкостный манометр, применяемый для точного измерения малого давления в жидкостях и газах. М. выполняют в виде накл. калибров. трубки с малым поперечным сечением, присоедин. к сосуду — резервуару, имеющему вместимость, значит. превышающую вместимость трубки. Соотношение вместимостей сосуда и трубки подбирают так, чтобы изменение уровня жидкости в трубке практически не сказывалось на изменении уровня жидкости в сосуде. Благодаря этому уровень жидкости показывает измеряемое давление. Увеличением наклона трубки к горизонту достигается повышение точности замера. М. выпускается с пост. и изменяющимся углом наклона трубки. Избыточное (по сравнению





Схемы измерения давления в воздуховодах а — полного и статич. в нагнетат. воздуховоде; б — то же, во всасывающем воздуховоде; в — динамического в нагнетат. или во всасывающем воздуховоде; 1 — штуцер для измерения статич. давления; 2 — трубка Пито для измерения полного давления; 3 — микроманометры

с давлением окружающего воздуха) давление воздуха, Па, при измерении М. вычисляют по ф-ле  $P = 9,81 h \bar{\gamma} K_m \sin \alpha$ , где  $h$  — показания М. (число делений по шкале, мм);  $\bar{\gamma}$  — относит. уд. вес рабочей жидкости (отношение уд. весов рабочей жидкости и воды);  $K_m$  — тарировочный коэфф.;  $\alpha$  — угол наклона трубки М. к горизонту, град. В вентиляционных системах М. шлангами соединяют с датчиками давления (Пито трубой, штуцером, припаянным к стенке воздуховода, и пр.). При правильном присоединении шлангов рабочая жидкость (обычно подкраш. спирт  $\bar{\gamma} = 0,8$ ) выдавливается из сосуда в трубку.

**МИКРОФИЛЬТР** — устройство для предварит. очистки поверхностных вод от планктона, грубодисперсных примесей минер., растит. и животного происхождения с размерами частиц 1—150 мкм, а также очистки и доочистки сточных вод. М. представляет собой горизонтально расположенный барабан, размещаемый в прямоугольной камере и на 0,85 диаметра погруженный в воду. По его образующей на подложке крепится стальная, бронзовая или капроновая сетка галунного или квадратного плетения с проходными отверстиями размером 20—60 мкм. Частота вращения барабана М. 0,05—0,2 об/с, скорость фильтрования 10—50 м/ч. Предпочтит. направление фильтрования — изнутри наружу, что облегчает промывку сетки и удаление задержанных примесей. В зависимости от колебаний расхода обрабатываемой воды и свойств ее примесей регулируют частоту вращения барабана и число рядов промывных форсунок.

Обрабатываемая вода поступает

внутри вращающегося барабана М. из бокового канала через перфориров. часть соосно расположенного полого вала, фильтруется через сетку, проникает в камеру и далее через окна отводится в канал фильтра. При засорении сетки и достижении макс. перепада уровней воды автоматически включается устройство, промывающее полосу сетки на верхней образующей барабана. Промывная вода собирается воронками по глухой части полого вала отводится в водосток. Потери напора на микросетке принимают до 0,3 м вод. ст., а общие потери напора на установке — 0,5—0,7 м. Расход воды на промывку М. составляет до 1,5% кол-ва фильтра. Промывная вода подается под давлением 0,15—0,25 МПа. При обработке поверхностных вод М. размещают в начале технологич. схемы доведения реагентов. М. позволяет извлекать из воды до 75% диатомовых и до 95% сине-зеленых водорослей, задерживать до 98% зоопланктона и снижать содержание взвешенных в-в до 60—80%. После каждого фильтроцикла поверхность сетки очищают от отложений взвеш. в-в. Однако при этом часть отложений должна оставаться в качестве фильтрующ. материала, т.к. чистая сетка не обеспечивает надлежащего извлечения из воды взвеш. в-в. Степень очистки определяется размерами ячеек. Следует иметь в виду, что планктон и яйца нек-рых низших ракообразных могут проходить через фильтров. сетку и повторно развиваться в последующих сооружениях и резервуарах, особенно если повысится темп-ра. М. выпускают двух видов: МФМ (микрофильтры модернизированные в-в) и МФБ (микрофильтры с дополнит. оборудованием бактерицидными лампами). Первые используют для предварит. обработки природных вод, вторые — сточных вод с содержанием взвеш. в-в до 40 мг/л (эффект очистки составляет 50—60% при снижении БПК<sub>полн</sub> на 25—30%).

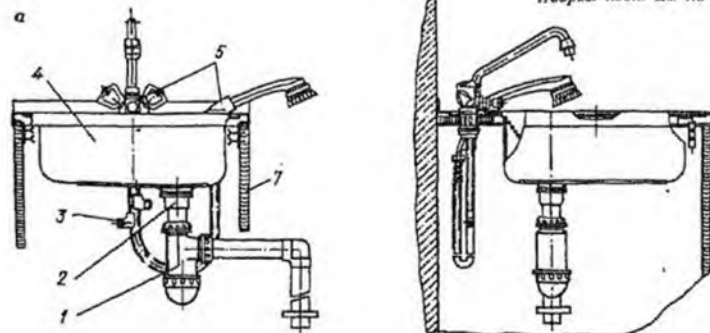
**МНОГОЗОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА** — система на базе центральной установки кондиционирования воздуха, предназнач. для обслуживания ряда помещений с различным тепловлажностным режимом. Включает в состав водо-

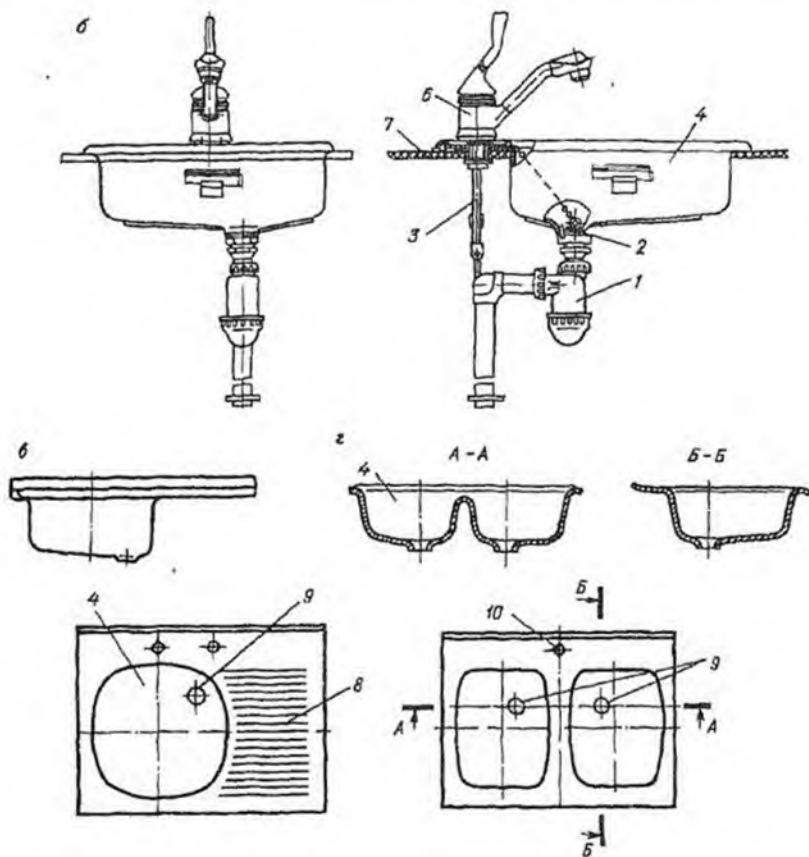
нагреватель первого подогрева и камеру орошения или воздухоохладитель и камеру орошения. Водонагреватель второго подогрева вынесен за пределы установки и монтируется отдельно для каждой зоны. Воздухонагреватели зональные регулируют применительно к тепловому режиму обслуживаемой ими зоны. Системы могут быть прямоточными и рециркуляционными.

**МОЙКА КУХОННАЯ** — сан.-технич. прибор, устанавливаемый в кухнях жилых и обществ. зданий и предназнач. для мытья посуды и пищевых продуктов, заполнения различного рода емкостей для приготовления пищи и др. хоз.-бытовых целей. М.к. в общем случае состоит из чаши, сливной полки, водоразборного смесителя, сифона, выпуска с пробкой, перелива и деталей крепления. М.к. устанавливают на кухонном шкафу или на кронштейнах, прикрепляемых к стене. Смеситель присоединяют к холодному и горячему водопроводу, а сифон с выпуском и переливом — к канализационной сети.

Различают М.к. накладные, устанавливаемые вместо крышки кухонного шкафа, и встраиваемые — монтируемые в крышку шкафа. Изготавливают М.к. с одной или двумя чашами, со сливной полкой или без нее. Размеры М.к., мм, колеблются в пределах: длина 450—1400, ширина 450—600, высота чаши 160—180 и высота от пола до борта чаши 850. Часто М.к. комплектуют вставляемыми в чашу мойки пластмассовой разделочной доской и корзиной для обработки продуктов. Применяют М.к., штампованные из нержавеющей или эмалированной стали, формованные или литые из пластмассы, керамики, полимрбетона, литые чугунные эмалированные. Смеситель, устанавливаемый на борту М.к. или на стене над ее чашей, имеет удли. излив с аэратором. Выпускают смесители с моечной щеткой на гибком шланге и переключателем потока с излива на щетку, а также с выдвижным изливом на гибком шланге с насадком, переключающимся на компактную аэрируемую струю или душируемую

Подрис. подп. см. на стр. 12





#### Мойка кухонная

*a* — стальная эмалированная или из нержавеющей стали с одной чашей накладная; *b* — то же, встраиваемая; *в* — то же, накладная со сливной полкой; *г* — чугунная эмалированная с двумя чашами накладная; *1* — сифон; *2* — выпуск с пробкой и цепочкой; *3* — подводные патрубки смесителя; *4* — чаша; *5* — смеситель двухрукояточный со щеткой на гибком шланге; *6* — смеситель с одной рукояткой; *7* — кухонный шкаф; *8* — сливная полка; *9* — отверстие для установки выпуска и сифона; *10* — отверстие для установки смесителя

струю. Смеситель, кроме того, может иметь штуцер для присоединения стир. машин. Сифон и перелив для М.к. обычно изготавливают из пластмассы с одним (для одночашечных) или двумя (для двухчашечных) выпусками, воронки к-рых, а также крышки перелива, часто выполняют из нержавеющей стали или латуни с гальванопокрытием. Сифоны имеют штуцер для подсоединения стир. машины и выпуск с управляемой с помощью рукоятки пробкой. Рукоятка размещается на борту чаши, корпусе смесителя или перелива. Операции с продуктами выполняют на вставной разделочной доске, сливной полке или вставной корзине, пользуясь при этом проточной струей воды из излива, мочечной щетки на гибком шланге или водой из заполненной чаши при закрытой пробке выпуска. При пользовании стир. маши-

ной ее подающий шланг присоединяют к штуцеру смесителя, а выпускной — к штуцеру сифона.

#### МОКРЫЕ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ —

устройства, в к-рых улавливание пыли происходит в результате контакта запыл. газового потока с жидкостью, к-рая захватывает взвеш. частицы пыли и уносит их из пылеуловителя в виде шлама. Поверхности контакта: капли, пленка, газовая струя, пузырьки и пленка, капли и пленка. Улавливание частиц пыли на названных поверхностях контакта происходит за счет действия практически всех эффектов осаждения (см. Улавливание частиц воздуха или газов). Достоинство М.п.: простота, небольшая стоимость, высокая эффективность, возможность использования при высоких темп-ре и влажности газа, а также в случае опасности самовозгорания и взрыва газов или пыли; возможность одноврем. очистки газов от пыли, извлечения вредных газообразных примесей и охлаждения газов. Недостатки: улавливаемая пыль выделяется в виде шлама, в результате чего требуется очистка сточных вод и удорожается система газоочистки; в случае очистки агрессивных газов происходит коррозия пылеуловителей и коммуникаций.

В качестве жидкости в М.п. используют воду. При одновременных улавливания пыли и очистке газов от вредных газообразных составляющих в качестве жидкости применяют абсорбенты. Жидкость в М.п. подводится механич. и пневматич. форсунками.

Классификация М.п. основана на способе их действия и включает след. осн. группы *скрубберов*: полые, насадочные; тарельчатые (пенные пылеулавливатели); с подвижной насадкой; ударно-инерц. действия (ротохлоны); центробежные, механич. (динамич.), скоростные (скрубберы Вентури).

**МОНТАЖ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ** — установка, размещение и закрепление согласно проекту вентиляц. оборудования и сети *воздуховодов*. В состав вентиляц. оборудования входят: вентиляторы, электродвигатели, *калориферы*, *фильтры*, *камеры орошения*, *воздухоохладители* и т.д.

Приготовление и обработка *воздуха* осуществляются *кондиционерами*, очистка выбрасываемого в атм. воздуха в вытяжных *вентиляционных системах* — *циклонами*, *скрубберами* и др. устройствами. Для перемещения и распределения воздуха по отд. помещениям применяют *воздуховоды*. По форме они бывают круглого и прямоугольного сечения, по конструкции — *прямошовные*, *спирально-замковые*, *спирально-сварные*, *индустриальные* с угловым заделочным фальцем, изготовляемые из панелей и др. строит. конструкций. Фасонные части предназначены для соединения участков вентиляц. сети разл. диаметров или сечений (*переход*, *конфузор*, *диффузор*) и для изменения направления движения воздуха в вентиляц. сети (*отвод*, *полуотвод*, *утка*, *тройник вентиляционный*, *крестовина вентиляционная* и т.д.). Все типовые детали вентиляц. систем (*воздухораспределители*, *дефлекторы* и др.) имеют стандартные фланцы для присоединения их к воздуховодам. Наиболее распространенными в системах вентиляции фасонными частями являются отводы, тройники и крестовины. Отвод круглого сечения состоит обычно из пяти или менее звеньев (внутр. части отвода) и двух стаканов (крайние части отвода). Каждый отвод имеет свой диаметр *D*, радиус кривизны *R*, определ. число звеньев под углом поворота  $\alpha$ . Диаметр отвода равен диаметру воздуховода, к к-рому он присоединяется. Радиус кривизны *R* принимают для систем вентиляции равным  $1,5D$ , для систем аспирации —  $2D$ . Угол  $\alpha = 90^\circ$  или менее.

По форме тройники круглого и прямоугольного сечения бывают нормализованными и штангообразными. У первых одна часть (ствол) является продолжени-

ем линии воздуховода и ось ствола перпендикулярна основанию тройника, другая (ответвление) отклонена от ствола под углом 90°. У штангообразных тройников обе части отклонены от оси воздуховода.

Кроме металлич. в вентиляции применяют воздуховоды (и фасонные части) из винилпласта, стеклопластика, полиэтилена, стеклоткани, кирпича, бетона, шлакоколебаstra, шлакобетона и др. материалов. Воздуховоды круглого и прямоугольного сечений из винилпласта изготовляют только на сварке из листов толщиной 3—9 мм и длиной не более 2,5 м. Отд. участки воздуховода из винилпласта соединяют также на фланцах, выполненных из винилпластового уголка. При использовании винилпластовых воздуховодов все металлич. детали (оси болты) следует выполнять из нержавеющей стали, т.к. обычная сталь быстро разъедается коррозионными средами.

Перед началом монтажа производят проверку качества и комплектации необходимых для них изделий. М.в.с. на крупных объектах, как правило, начинают с монтажа воздуховодов и установки приточных камер и др. крупногабаритного оборудования. До начала сан.-технич. работ производят приемку объекта под монтаж: проверяют правильность геометрич. размеров строит. конструкций, привязку к ним фундаментов под установку оборудования (расстояние от стен, перегородок и т.д.), наличие отверстий в фундаментах для анкерных болтов, правильность установки закладных деталей для крепления вентиляц. решеток, герметич. дверей и др. Крупногабаритное оборудование обычно поступает в разобранном виде, поэтому его проверяют, устранив обнаруж. повреждения и комплектуют. Особое внимание уделяют установке вентиляторов больших размеров. После осмотра и устранения недостатков раму вентилятора устанавливают на выверенный фундамент, на временные подставки (деревянные бруски). Затем устанавливают виброизоляторы под раму, число и место установки к-рых определяют проектором. На выровненное виброоснование ставят вентилятор и регулируют пружинные виброизоляторы с помощью деревянных брусков. До пуска вентилятора необходимо убедиться в свободном вращении его турбины. Проверяют соосность шкивов вентилятора и электродвигателя, а также канавок под клиновые ремни. У правильно собранного вентилятора зазор между задней стенкой кожуха и турбиной должен составлять не более 4% диаметра турбины, а между турбиной и диффузором — не более 1%. При правильно отбалансированном вентиляторе турбина должна, не раскачиваясь из стороны в сторону, останавливаться сразу в любом положении. Перед установкой ка-

лориферов проверяют их соответствие проекту, а затем производят гидравлич. испытания (опрессовку).

Монтаж центральных кондиционеров большой прои-сти, скрубберов и циклонов — операция трудоемкая, т.к. они имеют значит. массу. Для их транспортировки следует подготовить подъездные пути, освободить место для разгрузки, оставить спец. монтажные проемы в строит. ограждениях здания.

Воздуховоды на строит. объекте собирают непосредственно на полу или перекрытии в крупные блоки — воздуховоды длиной 25—30 м, составл. из их прямых участков и фасонных частей. Длина блока определяется условиями монтажа и наличием грузоподъемных механизмов. После этого устанавливают последовательность монтажа блоков. На строит. конструкциях намечают и привязывают места установки креплений, если до этого не были поставлены соответствующие закладные детали в строит. конструкциях. Уточняют способы и места размещения средств монтажа (лебедок, талей, блоков, полиспастов и др.), подготавливают к работе инвентарные леса, подмости, вышки в зависимости от отметки монтируемого воздуховода. Затем собранный блок или узел воздуховода строят инвентарными или полуавтоматич.

динуют с ранее подвешенным участком воздуховода. Монтаж воздуховодов аспирац. систем и пневмотранспорта принципиально не отличается от монтажа воздуховодов общего назначения, но при этом обязат. условием является их повыш. герметичность. Воздуховоды, в к-рых образуется конденсат, необходимо прокладывать с уклоном 0,01—0,015 в сторону дренирующего устройства.

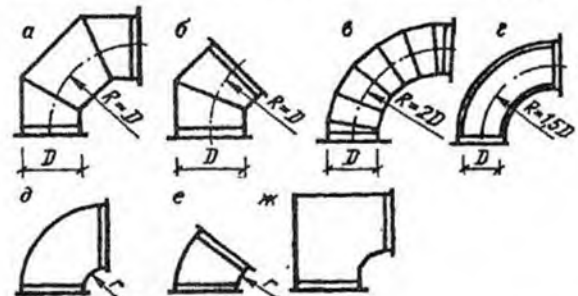
Монтаж воздуховодов следует начинать со стороны вентилятора. К нему воздуховод крепят с помощью гибкой вставки из брезента или спец. ткани.

Монтаж деталей вентиляц. систем (воздухораспределителей, зонтов и др.) производят после завершения монтажа сети воздуховодов. Воздухораспределит. устройства крепят к патрубкам воздуховодов имеющимися у них присоединит. фланцами. Воздухораспределители, кроме своего осн. назначения — подавать воздух, выполняют декоративные функции, поэтому при монтаже их следует располагать по одной линии или в шахматном порядке. Они не должны иметь перекосов, вмятин.

Вентиляц. воздухозаборные отверстия иногда достигают значит. размеров и могут состоять из скомонов. на жестком каркасе большого числа типовых жалюзийных решеток небольшого размера. Для

Схемы отводов

а — вентиляционный круглого сечения 90°; б — то же, для вентиляции; в — прямоугольный для аспирации и пневмотранспорта круглого сечения; г — штанпованный круглого сечения; д — прямоугольного сечения 90°; е — то же, угол поворота меньше 90°; ж — то же, панельный



тич. стропами (положение центра тяжести блока уточняют пробным провешиванием) и на концах привязывают оттяжки. Блок воздуховодов поднимают на проектную отметку, подвешивают к ранее установленным креплениям и соединяют фланцами с предварительно смонтированным блоком или участком воздуховода. В процессе монтажа блоки воздуховодов поддерживают на весу лебедками и тросами до окончательной подвески или укладки на кронштейны.

Монтаж вертикал. воздуховодов производят разл. методами: с помощью лебедок, автокранов, наращиванием и выдавливанием. Перед началом монтажа устанавливают лебедку с отводным блоком, наверху располагают консоль (тоже с блоком). Собранный из отд. частей плеть воздуховода с растяжками поднимают лебедкой. С помощью оттяжки его закрепляют в проектном положении и сое-

единяют с ранее подвешенным участком воздуховода. Монтаж воздуховодов аспирац. систем и пневмотранспорта принципиально не отличается от монтажа воздуховодов общего назначения, но при этом обязат. условием является их повыш. герметичность. Воздуховоды, в к-рых образуется конденсат, необходимо прокладывать с уклоном 0,01—0,015 в сторону дренирующего устройства.

Монтаж деталей вентиляц. систем (воздухораспределителей, зонтов и др.) производят после завершения монтажа сети воздуховодов. Воздухораспределит. устройства крепят к патрубкам воздуховодов имеющимися у них присоединит. фланцами. Воздухораспределители, кроме своего осн. назначения — подавать воздух, выполняют декоративные функции, поэтому при монтаже их следует располагать по одной линии или в шахматном порядке. Они не должны иметь перекосов, вмятин.

**МУЛЬТИЦИКЛОН** — то же, что *Батарейный циклон.*

**МУСОРОСЖИГАТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД** — предприятие для сжигания мусора (твердых бытовых и пром. отходов) в котлах или в спец. печах. Мусоросжигание проводится при тем-ре 900—1000°С, при к-рой разрушаются практически все органич. соединения. Мусоросжигат. котлы или печи располагают на расстоянии не менее 300 м от жилых

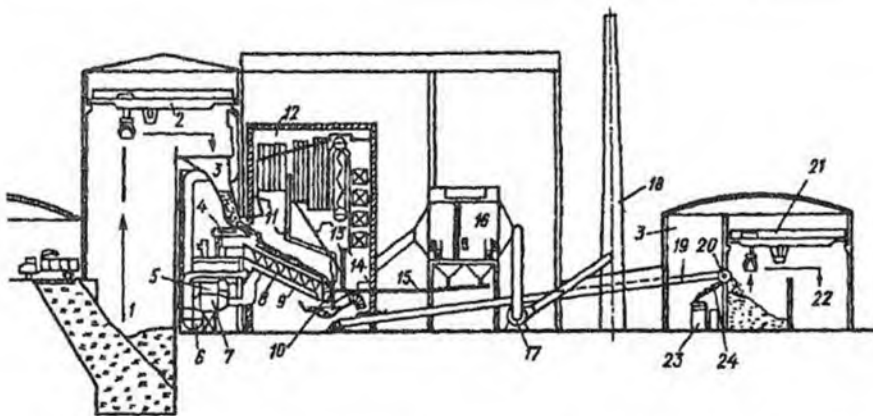


Схема технологического процесса сжигания мусора

1 — бункер для приема мусора; 2 — мостовой кран; 3 — загрузочный бункер топки; 4 — питатель; 5 — паровой воздухоподогреватель; 6 — вентилятор первичного воздуха; 7 — водяной воздухоподогреватель; 8 — соляные бункеры; 9 — колосниковая решетка; 10 — гасительная ванна со скребком для удаления шлака; 11 — сопла вторичного дутья; 12 — котел; 13 — обводной шибер; 14 — бункер для летучей золы; 15 — скребковый конвейер; 16 — электрофильтр; 17 — дымосос; 18 — дымовая труба; 19 — шлаковый конвейер; 20 — электромагнитный шкив; 21 — мостовой кран; 22 — отделение удаления шлака; 23 — молотковая дробилка; 24 — ленточный конвейер для шлака

кварталов. Главным преимуществом М.з. — получение теплоты, которая в дальнейшем может быть использована. М.з. работают без выделения пыли при максимальной механизации всех рабочих процессов. Конструктивные узлы М.з. обладают герметичностью, не допускающей утечки вредных или ядовитых продуктов сгорания. В остатках, образующихся после сжигания мусора, содержится большое количество легкорастворимых соединений. К их складированию предъявляют такие же строгие требования, как и к организованным свалкам. По опыту многих стран капитальные вложения на М.з. в зависимости от технологии и мощности достигают 50—250 долл. на 1 т сырого мусора, обрабатываемого в год. Эксплуатационные расходы равны 5—20 долл. на 1 т сырого мусора, не считая расходов на капитальный ремонт.

Ежегодно в городах накапливается около 40 млн т твердых бытовых отходов

(ТБО). При их сжигании на М.з. горючие компоненты окисляются, образуются диоксид углерода  $CO_2$ , пары воды и разл. газообразные примеси, в т.ч. токсичные. Несгоревшие компоненты выносятся из топки уходящими газами в виде твердых примесей золы-уноса и сажи, составляющих в среднем 3—6% сухой массы сжигаемых отходов. Уходящие дымовые газы, как правило, перед выбросом в атмосферу очищают с помощью газоочистит. устройств. Большинство ТБО представляет собой материал с удельной теплотой сгорания 3350—10 500 кДж/кг. Теплота сгорания достигает максимума зимой и минимума летом. При максимальной влажности ТБО наблюдается минимальная теплота сгорания.

Для сжигания мусора разработаны различные конструкции М.з. Независимо от конструкции их топка должна обеспечивать: перемешивание частей мусора для усреднения состава и выравнивания горения; перемещение составляющих мусора и его отд. порций для обеспечения процесса воспламенения и доступа воздуха в слой; поддержание достаточно высоких температур, гарантирующих воспламенение и устойчивое горение мусора; дожигание газообразных и твердых продуктов неполного сгорания мусора. М.з. состоит из топочного устройства, котла-утилизатора, механизмов шлакоудаления, воздухоподогревателя, системы очистки дымовых газов. Топочное устройство включает приспособление для загрузки, колосниковую решетку, систему шлакоу-

даления и другие вспомогат. узлы. Приспособление для загрузки предназначено для механизиров. подачи отходов в топку и включает в себя: загрузочную воронку, течку, неподвижный стол и подвижный механич. толкатель (питатель). Более полное выгорание составляющих ТБО обеспечивается подачей вторичного дутьевого воздуха на боковых стенках топки или на входе в камеру. Т.к. температур газов, поступающих на сухое обеспыливание, должна быть не выше 300—350 $^{\circ}C$ , то с целью снижения температуры уходящих газов перед их поступлением на очистку устанавливается котел-утилизатор. Аккумулированная в нем теплота уходящих газов может быть использована для получения пара или горячей воды. Система шлакоудаления предназначена для механизиров. удаления шлака и охлаждения выходящих из топки остатков. Охлаждающим устройством служит шлаковая ванна, заполненная водой из расчета 3,5—6 м $^3$  на 1 т шлака. Очистка дымовых газов от твердых примесей осуществляется электростатич. фильтрами.

Кроме твердых бытовых отходов возможно сжигание осадка сточных вод, которое является наиболее глубоким способом обработки осадка, при этом все содержащиеся в нем в-ва окисляются до полностью инертных конечных продуктов, не имеющих запаха. Осадок сточных вод сжигают при температуре 900—1000 $^{\circ}C$ . Тепловая энергия при сжигании расходуется на испарение воды из осадка, подогрев инертных в-в до 900—1000 $^{\circ}C$ , полное окисление органич. и окисляемых неорганич. сухих в-в осадка, подогрев подаваемого воздуха до 900—1000 $^{\circ}C$  и возмещение потерь тепла. Большая часть энергии покрывается тепловой сгорания самого осадка, а недостающая часть — теплотой сгорания топлива (нефть, газ и др.). Количество потребляемого топлива зависит от вида и состава осадка, степени его обезвоживания. Теплота сгорания осадков понижается с увеличением их зольности и составляет 18—12 МДж/кг сухих в-в. При сжигании сырых остатков городских сточных вод влажностью 60% и ниже не требуется дополнитель. топлива, однако при этом возрастают затраты на обезвоживание осадка до требуемой влажности.

# Н

**НАГРЕВ ВОЗДУХА** — простейший процесс изменения состояния влажного воздуха, протекающий с повышением темп-ры и уд. энтальпии при пост.уд. влагосодержании воздуха. Н.в. осуществляется в калориферах. В вентиляционных системах Н.в. происходит за счет перехода аэромеханич. энергии воздуха в тепловую энергию. При этом величина подогрева пропорциональна перепаду давления, развиваемому вентилятором:  $\Delta t = a \Delta P_v$ , где  $a = 0,001$ . В помещениях без влаговыведений или с незначит. влаговыведениями, но при теплоизбытках также происходит Н.в. Луч процесса Н.в. на диаграмме влажного воздуха идет вертикально вверх. Угловой коэффициент луча процесса равен  $+\infty$ .

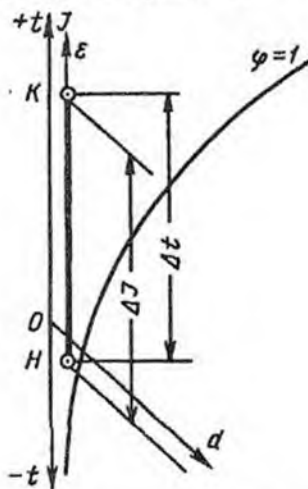


Схема процесса нагрева воздуха на диаграмме  $t-d$

точка  $H$  — начало процесса (параметры воздуха перед нагревателем); точка  $K$  — конец процесса (выход из нагревателя);  $\Delta t$  — перепад температуры;  $\Delta P$  — перепад уд. энтальпии;  $\varepsilon$  — угловой коэффициент луча процесса, равный  $+\infty$ .

**НАДЕЖНОСТЬ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ** — свойство их обеспечивать подачу газа заданных параметров всем присое-

дин. потребителям в течение расчетного времени при условии проведения необходимого обслуживания и ремонтов. Характерная черта распределит. систем газоснабжения — длительность действия, т.к. они существуют в городах до тех пор, пока не появится новый энергоноситель, способный заменить газ. Поэтому долговечность не характеризует надежность свойства системы, она характеризует лишь надежность элементов, из к-рых состоит система. Др. отличит. особенность распределит. систем — их социальный характер. Они обслуживают не только пром. объекты, в т.ч. производящие потребительские товары, но и обеспечивают норм. жизнедеятельность людей. Социальный характер системы, в частности, в том, что при отказах подачи газа потребителям возникает не только экономич., но и моральный ущерб. Учесть его последствия не удается, поэтому социальное значение отказов должно быть заложено в критерии, оценивающем надежность распределит. системы газоснабжения. При этом следует исходить из того, что отказ системы алет непоправимые последствия. При оценке надежности отказы газоснабжения считаются недопустимыми, но фактически они происходят. В последнем случае система переходит на аварийный гидравлич. режим, подача газа потребителям сокращается, им подается лимитиров. расход. Такой подход возможен ввиду того, что отказы относятся к случайным и редким событиям, а ремонты достаточно кратковременны. След. особенностью распределит. систем является огранич. возможность резервирования. Газовые сети имеют ничтожно малую аккумулирующую способность, поэтому связь между подачей газа в сеть и его потреблением — жесткая. Следовательно, емкость газовой сети не может служить резервом для повышения надежности системы. Рассредоточенность потребителей газа у распределит. систем существенно ограничивает использование аварийных источников газа. Осн. средствами резервирования служат кольцевание сетей и дублирование отд. ее участков.

Для повышения надежности используют 2 пути. Первый — повышение надежности и качества элементов, из к-рых состоит система, но когда возможности повышения качества элементов исчерпаны, идут по второму пути — пути резервирования, к-рый позволяет построить систему с надежностью выше надежности элементов, из к-рых она состоит. Состояние системы в любой момент определяется состоянием ее элементов. Если все элементы исправны, система исправна в целом. При определ. совокупности отказавших элементов система приходит в состояние отказа в целом. Сложная технич. система характерна тем, что наряду с указ. крайними состояниями она может находиться в промежуточных состояниях, обла-

дать частичной работоспособностью. Переход системы из одного состояния в др. связан с отказами или восстановлениями ее элементов. Этот процесс описывается вектором случайных состояний системы. Каждое состояние системы оценивается хар-кой качества функционирования, к-рая определяется технологич. задачами системы. Осн. задача распределит. системы газоснабжения — обеспечить подачу потребителям расчетного расхода газа. Его и принимают за хар-ку качества функц. ионирования. Каждому состоянию системы ставят в соответствие долю расчетного расхода газа, к-рую может подать система неотключ. от сети потребителям. Этот расход газа дает численную оценку степени выполнения задачи системой. Математич. ожидание (среднее значение) относит. расчетных расходов газа, соответствующих всем возможным состояниям системы с учетом их вероятностей, является осн. показателем надежности распределит. системы газоснабжения —  $R_{ст}$ . Расчетная зависимость для показателя надежности след.:

$$R_{ст}(t) = 1 - \sum_{j=1}^{j=N} (\Delta Q_j / Q_0) (\omega_j / \sum \omega_j) (1 - e^{-\sum \omega_j t})$$

где  $t$  — расчетное время;  $j$  — эквивалентный элемент, т.е. сумма элементов, отказ любого из к-рых приводит к отключению от сети одних и тех же потребителей (эти элементы соединены последовательно с позиций надежности);  $N$  — общее число эквивалентных элементов;  $\Delta Q_j$  — недоподача расчетного расхода газа при отказе  $j$ -го элемента;  $\omega_j$  — параметр потока отказов элемента  $j$ , т.е. среднее число отказов в единицу времени. При заданных материалах и конструкциях, способах производства монтажных работ параметр потока отказов элементов принимает определ. значения. Следовательно, увеличить показатель надежности можно двумя путями: резервированием, в результате чего отказы элементов, имеющих резерв, не приведут к отказам системы ( $\Delta Q = 0$ ), и секционированием (увеличением  $N$ ), вследствие чего уменьшится значение отказов (уменьшается  $\Delta Q_j / Q_0$ ).

Надежность элементов характеризуется параметром потока отказов. После отказа элемент выключают из системы, ремонтируют (заменяют) и вновь включают в работу. Последовательность отказов элементов во времени и составляет поток отказов, к-рый определяют экспериментально или из статистич. данных повреждений, фиксируемых службами эксплуатации. Осн. видами повреждений распределит. газопроводов являются механич., корроз. и разрывы сварных швов. В расчетах учитывают только повреждения, требующие немедл. отключения участка, т.е. приводящие к внезапным отказам. Это обусловлено тем, что если ре-

монт поврежд. элемента возможно отложить, то его можно провести в удобное время при спаде нагрузки и ущерб будет или весьма малый или совсем отсутствовать. В расчетах можно использовать след. значения параметров потоков отказов: для газопроводов  $\omega_r = 2,5 \cdot 10^{-3}$  1/(км·год), для чугунных задвижек  $\omega_3 = 1,7 \cdot 10^{-1}$ , для стальных задвижек  $0,3 \cdot 10^{-3}$ , для кранов  $0,2 \cdot 10^{-3}$  1/год.

Резервирование газовых сетей кольцеванием или дублированием отд. участков, т.е. структурное резервирование, учитывает вероятностный показатель надежности  $R_{ср}$ . При отключении отказавшего элемента возникает нерасчетный (аварийный режим, при к-ром близко располож. к источнику питания потребители могут оказаться в конце пути газа. Для подачи им требуемых кол-в газа необходим транспортный резерв, к-рый выражается в увелич. по сравнению с расчетными значениями диаметра газопроводов. Их определяют в результате расчета потоко-распределения в газовой сети при наиболее неблагоприятных отказовых ситуациях (напр., при отказе головного участка кольцевой сети). Расчеты аварийных режимов производятся при лимитиров. (сокращ.) подаче газа потребителям, т.е.  $Q_l = K_l Q_p$ ,  $K_l$  — коэфф. лимитиров. газоснабжения, является вторым детерминиров. показателем надежности. Он определяет глубину отказа для резервиров. системы.

Сократить подачу газа потребителям при сохранении норм. режима давления в сети, что необходимо для работы неотключ. потребителей, возможно, если сеть управляемая. Сети высокого (среднего) давления — управляемые, к ним присоединены крупные узловые потребители, режимом подачи газа к-рых управляет диспетчерская служба. Величину лимитиров. газоснабжения ( $K_l$ ) устанавливают из анализа потребителей исходя из условий наименьшего ущерба при возникновении аварийных ситуаций. Надежность газоснабжения отд. потребителей, отключаемых от газовой сети при возникновении аварийной ситуации, оценивается двумя показателями: вероятностным и детерминиров. Эти показатели уточняют структуру и структурный резерв распределит. газовой сети высокого (среднего) давления. Показатель  $q_{отк}$  отражает вероятность события — отключение потребителя от газовой сети в течение года:

$$q_{отк} = 1 - e^{-\Sigma \omega_i}, \text{ где } \Sigma \omega_i \text{ — сумма парамет-$$

ров потока отказов элементов на пути газа от закольцов. участка до потребителя, отказы к-рых приводят его к отключению. Показатель  $q_{отк}$  нормируют. Его нормативное значение ограничивает длину ответвления к потребителю и насыщенность его оборудованием. Наносимый потреби-

телям ущерб при их аварийном отключении обуславливается длительностью восстановления. ремонта или замены элемента. Время восстановления  $t_v$  является вторым детерминированным показателем надежности для отключаемых от газовой сети потребителей. Это время нормируется и накладывает предел. условия на необходимую производств. оснащенность и технич. уровень аварийно-восстановит. службы. Надежность газоснабжения не отключаемых от газовой сети потребителей при аварийных ситуациях и переводимых на лимитиров. газоснабжение оценивается частотой таких событий и длительностью лимитиров. газоснабжения. Частота оценивается вероятностью попадания потребителя в лимитиров. ре-

жим:  $q_l = 1 - e^{-\Sigma \omega_i}$ , где  $\Sigma \omega_i$  — сумма параметров потока отказов всех элементов кольцевой части сети, к-рые взаимно резервируют одна др. Норматив  $q_l$  определяет размеры частей кольцевой сети, к-рые переводят на лимитиров. газоснабжение при аварийных отказах. Вторым детерминиров. показателем устанавливает норматив времени лимитиров. газоснабжения. Он зависит от времени ремонта и по смыслу совпадает с аналогичным показателем для отключаемых от сети потребителей при авариях.

Распределит. газовые сети проектируют в виде иерархич. уровней: сетей высокого (среднего) давления и сетей низкого давления. Первые выполняют кольцевыми, резервиров. с тупиковыми ответвлениями к потребителям. Необходимый резерв как структурный, так и транспортный определяют расчетом. Надежность сети также рассчитывают с помощью излож. выше показателей. Вторые на надежность не рассчитывают, но в схему сети и структуру диаметров закладывают принципы, обеспечивающие надежность ее функционирования. Схему сети низкого давления проектируют с кольцеванием осн. газопроводов. Питают сеть от нескольких газорегуляторных пунктов (ГРП) и газорегуляторных установок (ГРУ), к-рые по низкой ступени давления объединяют газопроводами, выполняющими функции резервных связей.

Система нормативов надежности включает 2 группы нормируемых показателей. В первую входят показатели надежности всей газовой сети в целом:  $R_{ср}(t)$  и  $K_l$ . Во вторую включают показатели надежности узлов присоединения потребителей: для отключаемых узлов  $q_{отк}$ ,  $t_v$  и неотключаемых. Норматив осн. показателя надежности  $R_{ср}(t)$  рассчитывают исходя из норматива допускаемой отключае-

$$\text{мой мощности: } \Delta Q_{ср} = \sum_{j=1}^{j=N} \Delta Q_j(\omega_j / \Sigma \omega_j).$$

Исходя из анализа работы и ремонта дей-

ствующих систем газоснабжения можно принять след. нормативное значение:  $\Delta Q_{ср}^{норм} = 6000 \dots 10000 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Учтя плотность газовой сети городов с разл. населенностью  $N$  и приняв  $t$  равным 10 годам, получили нормативы для  $R_{ср}(10)$ :

$N$ , тыс. чел.	$< 100$	$100-500$	$500-1000$	$> 1000$
$R_{ср}^{норм}$	$0,95$	$0,97$	$0,98$	$0,98$

Нормирование второго детерминиров. показателя надежности  $K_l$  осуществляется для каждого города отдельно исходя из конкретного анализа его потребителей. Для оценки надежности газоснабжения узловых потребителей можно использовать след. нормативные значения  $q_{отк}^{норм} = 0,01$ ;  $q_l^{норм} = 0,02$ ;  $t_v^{норм} = 7 \text{ ч}$ .

**НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ** — их способность производить, транспортировать и распределять среди потребителей в необходимых кол-вах теплоноситель с соблюдением заданных параметров при норм. условиях эксплуатации. Понятие Н.с.т. базируется на вероятностной оценке работы системы, что в свою очередь связано с вероятностной оценкой продолжит. работы ее элементов, к-рая определяется законом распределения времени этой работы. Главный критерий Н.с.т. — безотказная работа элемента (системы) в течение расчетного времени. Система теплоснабжения относится к сооружениям, обслуживающим человека, ее отказ влечет недопустимые для него изменения окружающей среды. Методика оценки Н.с.т. учитывает социальные последствия перерывов в подаче теплоты. При выходе из строя система теплоснабжения переходит из работоспособного состояния в отказовое и считается, что она не выполнила задачу, поэтому в течение отопит. периода она рассматривается как неремонтируемая.

Н.с.т. совершенствуют повышением качества элементов, из к-рых она состоит, или резервированием. Первый путь реализуют при проектировании, изготовлении и приемке элементов и узлов в эксплуатацию. Когда технич. возможности повышения качества элементов исчерпаны или когда дальнейшее повышение качества экономически не выгодно, переходят к резервированию. Оно необходимо и в том случае, когда Н.с.т. должна быть выше надежности ее элементов. Для оценки надежности пользуются понятиями отказа элемента и отказа системы. Под первым понимают внезапный отказ, когда элемент необходимо немедленно выключить из работы. Отказ системы — такая аварийная ситуация, при к-рой прекращается подача теплоты хотя бы одному потребителю. У нерезервиров. системы отказ любого ее элемента приводит к отказу всей системы; у резервиров. такое явление может и не

произойти. Система теплоснабжения — сложное технич. сооружение, поэтому ее надежность оценивается показателем качества функционирования. Если все элементы системы исправны, то исправна и она в целом. При отказе части элементов система частично работоспособна, при отказе всех элементов — полностью не работоспособна. Переход из одного состояния в др. обуславливается отказами или восстановлением элементов системы и описывается вектором состояний,  $k$ -ый изменяется случайным образом. С каждым состоянием системы сопоставляют расчетный макс. часовой расход теплоты через нее, дающий числ. оценку степени выполнения задачи и являющийся хар-кой качества ее функционирования. Математич. ожидание этой хар-ки есть показатель качества функционирования. Относит. значение его по сравнению с идеальной системой теплоснабжения служит показателем ее надежности:

$$R_{ст}(t) = 1 - \sum_{j=1}^{j=N} \Delta (Q_j/Q_0) (\omega_j/\Sigma\omega_j) (1-e^{-\Sigma\omega_j t})$$

где  $R_{ст}(t)$  — вероятностный показатель надежности;  $\omega_j$  — параметр потока отказов  $j$ -го элемента;  $N$  — число элементов;  $\Delta Q_j$  — расчетная тепловая мощность,  $k$ -ую отключают от сети при отказе;  $Q_0$  — тепловая мощность системы теплоснабжения;  $t$  — длительность отопит. периода.

Вероятностный показатель надежности  $R_{ст}(t)$  отражает степень выполнения системой задачи теплоснабжения в течение отопит. периода и дает интегральную оценку надежности *тепловой сети* в целом на данный момент. Он определяется без расчета потокораспределения. Вероятностный показатель надежности обуславливает структуру тепловой сети, разделяет ее на резервиров. и нерезервиров. части, среднее значение отключаемой мощности в аварийных ситуациях, разделение резервиров. части сети секционированными задвижками на отд. элементы ( $N$ ), мощность (диаметр) тупикового ответвления от кольцевой (резервированной) части сети. С определением структуры тепловой сети определяется и величина структурного резерва.

Для оценки надежности теплоснабжения отд. потребителей, отключаемых от тепловой сети, при аварийных ситуациях используют два дополнит. показателя, уточняющ их схему системы. Первый показатель — вероятностный

$\zeta_{отк} = 1 - e^{-\Sigma\omega_j t_{отк}}$ . Он определяет вероятность отключения потребителя от тепловой сети, отражает совпадение двух событий: отказа элемента тепловой сети и попадание этого отказа в период низких наружных темп-р, равный с нек-рым за-

пасом  $\zeta_{отк}$  нормируется, поэтому  $\Sigma\omega_j$  определена как сумма параметров потоков отказов всех элементов тупикового ответвления, определяющая в итоге его длину. Второй показатель — миним. темп-ра воздуха внутри помещения  $t_{вн}$ ,  $k$ -рая установится к концу ремонта отказавшего элемента. Величина  $t_{вн}^{мин}$  устанавливает макс. диаметр тупикового ответвления. Введением этого показателя устанавливается предельно возможное снижение качества системы при отказе теплоснабжения потребителя. В нем отражается учет социального значения теплоснабжения: отказом считается отключение потребителя от тепловой сети, но и при этом нормируется макс. снижение темп-ры внутри здания.

Для оценки надежности систем теплоснабжения в целом, кроме показателя  $R_{ст}(t)$ , используется второй — детерминиров. показатель  $K_L$ ,  $k$ -ый характеризует транспортный резерв — резерв диаметров закольцов. магистралей для обеспечения необходимой пропускной способности сети при аварийных ситуациях. Возможность проектирования системы тепловых сетей с нерезервиров. частью, а также допустимость лимитиров. теплоснабжения при отказах ее элементов обеспечиваются теплоаккумулирующей способностью зданий,  $k$ -рая в конечном счете и разграничивает систему на два иерархич. уровня. Детерминиров. показатель  $K_L$  определяет степень снижения темп-ры воздуха внутри помещения при переводе его на лимитиров. теплоснабжение в конце аварийной ситуации. Следовательно,  $K_L$  определяет тепловой режим не отключенных от тепловой сети зданий при отказе элемента *централизованной системы теплоснабжения* на период ремонта отказавшего элемента и связывает воедино три разнородных хар-ки системы: допустимое снижение темп-ры внутри здания (социальная хар-ка), теплоаккумулирующую способность здания (конструктивная хар-ка здания) и время восстановления (ремонта) отказавшего элемента, определяемое в осн. характером отказа, размерами и конструкцией элемента, мощностью аварийно-восстановит. службы. Соответственно значению  $K_L$  сокращается расход теплоносителя, циркулирующего в кольцевых сетях верхнего иерархич. уровня при аварийных ситуациях. Каждому значению  $K_L$  соответствует коэфф. лимитиров. расхода теплоносителя  $K_w$ . Для обеспечения лимитиров. теплоснабжения при аварийных ситуациях гидравлич. режим тепловой сети управляют.

Как допустимость снижения темп-ры внутри помещения, так и степень ее снижения определяются социальными и экономич. факторами и выражаются в числ. значениях  $K_L$  и  $K_w$ , по  $k$ -рым рассчитыва-

ется транспортный резерв. Для оценки ущерба потребителей, переводимых на лимитиров. теплоснабжение, используют дополнит. показатель надежности,  $k$ -ый устанавливает допустимую частоту попадания потребителя в режим лимитиров. теплоснабжения. Он отражает вероятность совпадения двух событий: отказа элемента кольцевой сети и попадание этого отказа в зону наружных темп-р ниже той,  $k$ -рая соответствует потребности абонента в теплоте, равной лимитированной. Если эта темп-ра  $t_{л}$ , то длительность периода  $t_{л}$ , год, соответствующего лимитиров. теплоснабжению, будет равна длительности стояния наружных темп-р  $t_{н} t_{л}$ . Этот показатель в итоге определяет зону кольцевой сети, в  $k$ -рой взаимно резервируются потребители.

При расчете вероятности попадания потребителя в лимитиров. теплоснабжение величина  $t_{л}$  является расчетным временем. Эту вероятность определяют по

ф-ле  $q_L = 1 - e^{-\Sigma\omega_j t_{л}}$ , где  $\Sigma\omega_j$  — сумма параметров отказов всех элементов,  $k$ -рые переводят закольцов. сеть на лимитиров. теплоснабжение.

Надежность теплоснабжения обеспечивается надежной работой всех иерархич. уровней системы: источниками теплоты, магистр. тепловыми сетями, кварт. сетями, включая *тепловые пункты* потребителей. Надежность первого иерархич. уровня (источников теплоты) — задача самостоятельная,  $k$ -рая решается при проектировании и стр-ве ТЭЦ и отопит. котельных (тепловых станций). На каждой станции, состоящей из неск. агрегатов (котлов, турбин, водоподогревателей), традиционно применяют резервирование, поэтому обеспечение надежности их возможно при огранич. капиталовложениях. Резервирование второго иерархич. уровня (магистр. тепловых сетей) для обеспечения неотключ. потребителей норм. теплоснабжением увеличивает их стоимость в 1,5—2 раза. Повышение надежности тепловых сетей, наиболее дорогой и уязвимой части системы, достигается правильным выбором ее схемы, резервированием и автоматич. управлением как эксплуат., так и аварийными гидравлич. и тепловыми режимами.

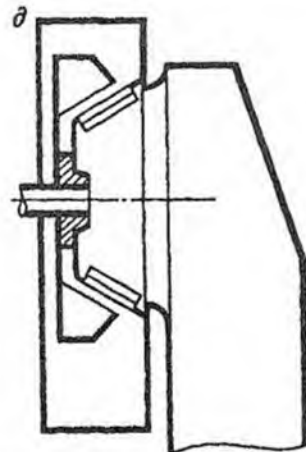
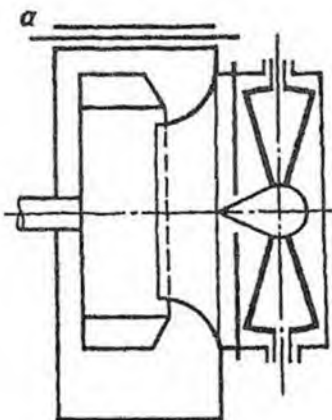
Тепловые сети делятся на два иерархич. уровня: верхний — магистр. резервированные теплопроводы, нижний — кварт. сети. В основе принципа разделения лежит величина математич. ожидания отключаемой мощности тепловых пунктов при авариях. Ее определяют исходя из допустимого времени восстановления работ и значений параметра потока отказов  $\omega_j$  эквивалентиров. зон, отключаемых при авариях секционированными задвижками. Эквивалентиров. зона состоит из элементов,  $k$ -рые по надежности соединены последовательно, т.е. т.о., что отказ

любого из них влечет отключение от тепловой сети одних и тех же потребителей. Величину математич. ожидания отключаемой мощности определяют из условий аварийно-восстановит. ремонта наиболее трудно восстанавливаемого или заменяемого элемента резервиров. части сети и социального значения снижения качества теплоснабжения. Эта величина определяет тепловую нагрузку и диаметр тупиковых ответвлений и в итоге значение показателя надежности  $R_{ст}(t)$ . Нормированием  $R_{ст}(t)$  численно определяют надежность тепловых сетей и разделение их на два иерархич. уровня.

При аварийной ситуации кольцевую часть тепловой сети переключают на нерасчетный гидравлич. режим, при к-ром путь теплоносителя и нагрузки на отд. участках возрастают. При таком переключении для пропускa расчетного расхода теплоносителя всем неотключ. потребителям необходимо существенно увеличить диаметры участков тепловой сети, что влечет за собой значит. металл- и капиталозатраты. Обычно в таком случае потребителям подают меньшее кол-во теплоты  $K_{л}Q^P$ , вводя коэфф. лимитиров. теплоснабжения  $K_{л}$ . На этот понижающий коэфф. и рассчитаны гидравлич. режимы при аварийных ситуациях, для к-рых определяют транспортный резерв (резерв в диаметрах) кольцевой части тепловой сети. Т.о., показатели надежности  $R_{ст}(t)$  и  $K_{л}$  определяют структуру, структурный и транспортный резервы тепловой сети — средства повышения их надежности. Надежность тепловой сети можно повысить не изменяя степень кольцевания, а уменьшая отключаемую тепловую мощность  $\Delta Q$  разделением сети на большее число отключаемых зон  $N$ , увеличением числа секций, делением резервиров. части сети на большее число локальных тупиковых сетей, присоединяемых к кольцевым и несущим меньшие тепловые нагрузки. Показатели Н.с.т. нормируют, а надежность сетей рассчитывают, удовлетворяя нормам.

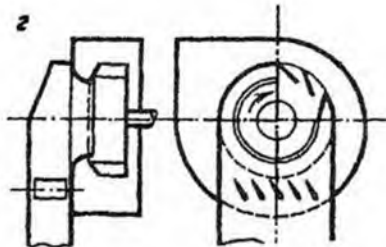
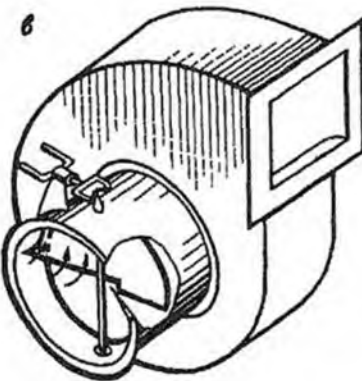
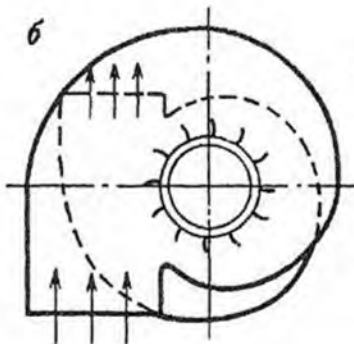
**НАПРАВЛЯЮЩИЙ АППАРАТ** — устройство для регулирования подачи и полного давления центробежного вентилятора (см. *Регулирование вентилятора*), устанавливаемое на входе в вентилятор и закручивающее поток воздуха.

Осевой направляющий аппарат (схема *a*) представляет собой набор радиально расположен. во входном патрубке нагнетателя (или в самостоят. патрубке) лопаток, к-рые можно одновременно и синхронно поворачивать на любой угол вокруг радиальных осей. Обычно число лопаток равно 8 или 12. Лопатки вырезают из плоского металлич. листа одинаковой толщины. Для больших вентиляторов их выполняют крыловидными или чечевицеобразными. Раз-



Направляющие аппараты

*a* — осевой; *б* — радиальный; *в* — осевой упрощенный, *г* — радиальный упрощенный; *д* — встроены



меры и контур лопаток позволяют полностью закрыть проходное сечение, что обеспечивает отключение вентилятора при остановке. Диаметр лопаток на 10—20% превышает диаметр входного отверстия вентилятора, диаметр втулки составляет 20% диаметра лопаток аппарата. Как и др. направляющие аппараты, осевые дают хорошие результаты до глубины регулирования, равной примерно 0,75. При меньшей глубине регулирования большей экономичностью характеризуются вентиляторы с лопатками, загнутыми назад, а при большей — вентиляторы с лопатками, загнутыми вперед. При очень глубоком Р.в. использование направляющих аппаратов неэкономично, а само регулирование приближается к дроссельному. В нек-рых случаях удается неск. форсировать работу вентилятора (поворотом направляющих лопаток в обратную сторону. Однако достигаемое этим увеличение подачи воздуха настолько мало, что не может рассматриваться как сколько-нибудь существ. ее резерв. В радиальном направляющем ап-

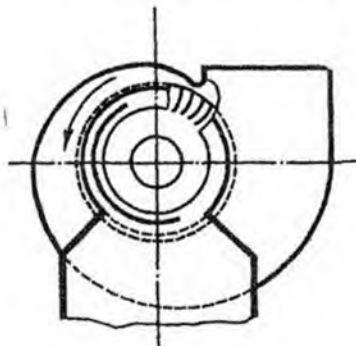


Схема цилиндрического направляющего аппарата



парате направляющие лопатки установлены вне входного патрубка, и поток подводится к ним не в осевом, а в радиальном направлении по спиральной входной коробке (схема б). При этом создаются одинаковые условия течения по ширине лопаток, благодаря чему все струи покидают аппарат с одинаковыми значениями окружной скорости.

Упрощ. осевой направляющий аппарат имеет две лопатки, установл. во входном патрубке. Отсутствие втулки упрощает и (удешевляет) конструкцию аппарата (схема в), однако при этом ухудшается регулировочная хар-ка. Экономия электроэнергии по сравнению с дросселированием весьма значительна. Упрощ. радиальный направляющий аппарат состоит из 3—5 лопаток, смонтиров. во входной коробке так, что их оси поворота параллельны оси рабочего колеса (схема г). Лопатки располагаются в непосредств. близости от входного патрубка, иначе на участке между этими элементами поток будет частично раскручиваться и эффективность регулирования снизится. Этот аппарат имеет преимущество перед осевым при работе на газах, содержащих абразивные частицы или агрессивных, т.к. его лопатки изнашиваются меньше, поскольку находятся в зоне меньших скоростей, и смена изнош. лопаток требует немного времени. Встроенный направляющий аппарат представляет собой систему коротких плоских лопаток, установл. внутри рабочего колеса параллельно входным кромкам его лопаток в непосредств. близости от них (схема д). Необходимые элементы конструкции — два кольца (со стороны заднего и переднего дисков), распорные болты, связывающие эти кольца, и система управления лопатками, располож. со стороны входа на рабочее колесо. Этот аппарат получил применение в тягодутьевых установках электростанций. Широкому использованию его мешают серьезные эксплуатац. недостатки, заключающиеся в сложности привода и в том, что поломка даже одной лопатки может привести к аварии. В цилиндрич. направляющем аппарате рабочим элементом служит соосный с рабочим колесом открытый полуцилиндр, к-рый при режимах, не требующих закручивания потока воздуха перед рабочим колесом, находится в нерабочем положении — он как бы спрятан в торцевой части коробки. Для уменьшения подачи воздуха полуцилиндр поворачивают вокруг оси в направлении колеса на угол, тем больший, чем меньшая требуется подача. При этом полуцилиндр вдвигается внутрь входной коробки.

**НАСАДОК** — короткий отрезок трубки, присоединяемый к отверстию, через к-рое истекает жидкость или воздух. Н. предназначен для придания истекающей струе заданного направления, скоро-

сти и степени турбулентности. Часто в Н. происходит преобразование энергии струи (переход потенц. энергии в кинетич.). Форма Н., применяемых в технике, весьма разнообразна — цилиндрич., конич. сужающаяся и расширяющаяся и др. Вентиляц. Н. — простейшие *воздухораспределители*. Обычно вентиляц. Н. снабжают неподвижными или регулируемыми направляющими лопатками.

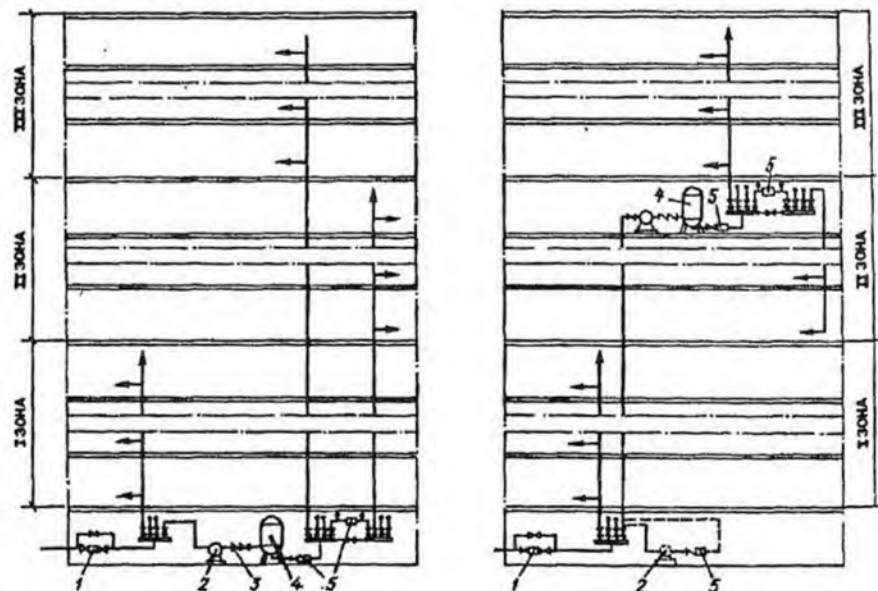
**НАСОСНАЯ ПОВЫШАЮЩАЯ УСТАНОВКА** — установка, предназнач. для повышения напора в *системах водоснабжения* зданий. Н.п.у., как правило, автоматизированы и в общем случае состоят из группы насосных агрегатов (рабочих и резервных), напорно-регулирующих емкостей (иногда без них), запорно-регулирующей арматуры, пусковой и управляющей аппаратуры. В осн. применяют высоконапорные центробежные многоступенчатые насосные агрегаты (1—3 рабочих и 1—2 резервных). Их устанавливают на вводе *водопровода* в здание или его часть (зону), при этом обязат. предусматривают меры по гашению шума и вибраций при работе насосов (эластичные вставки на трубопроводах и фундаментах). Напорно-регулирующие емкости служат для обеспечения оптим. режима работы насосных агрегатов и автоматизации Н.п.у. Применяют напорно-регулирующие емкости двух типов: отк-тые (безнапорные) баки, устанавливаемые в верхних точках системы водоснабжения здания, и водо-воздуш-ные (напорные) баки, к-рые устанавливают в любой точке системы водоснабжения, чаще всего вместе с насосными агрегатами. Наибольшее распространение получили водо-воздушные баки благодаря значит.

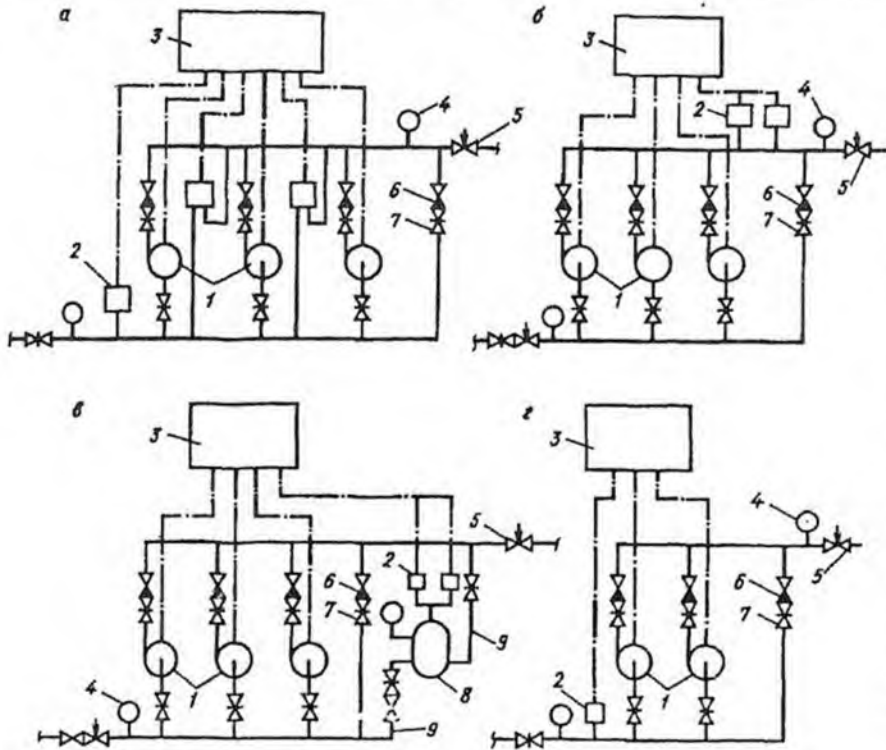
меньшей емкости, гигиеничности, компактности, возможности размещения в любой точке системы и простоте автоматизации. Водо-воздушные баки бывают однокамерные, где вода и сжатый воздух находятся в одной емкости и непосредственно контактируют между собой, и двухкамерные, где вода и сжатый воздух разделены эластичной подвижной мембраной или диафрагмой. В однокамерных баках из-за растворения и выноса *воздуха* водой запас воздуха в процессе работы установки необходимо периодически пополнять с помощью спец. автоматич. устройств (*компрессоров*, струйных регуляторов запаса воздуха и др.); в двухкамерных — запас воздуха не требует пополнения. Напорно-регулирующие баки изготовляют из стали с защитно-декоративным покрытием (цинковым, лакокрасочным, полимерным). Открытые баки оборудуют входным и выходным патрубками, указателем и датчиком уровня воды, переливной трубой; водо-воздушные — входным и выходным патрубками, датчиками давления, манометром, указателем уровня, штуцером для заполнения и пополнения сжатым воздухом, предохранит. клапаном.

Электрическая или электронная пусковая и управляющая аппаратура обеспечивает поочередной пуск и остановку насосных агрегатов в зависимости от давления в определ. точках системы водоснабжения и в водо-воздушном баке, а также от уровня воды в открытом баке, кроме того, она защищает электродвигатели насосов от перегрузок, токов короткого замыкания

Схемы автоматизированных систем водоснабжения зданий

1 — водомер; 2 — насосный агрегат; 3 — обратные клапаны; 4 — водо-воздушный бак; 5 — регуляторы давления





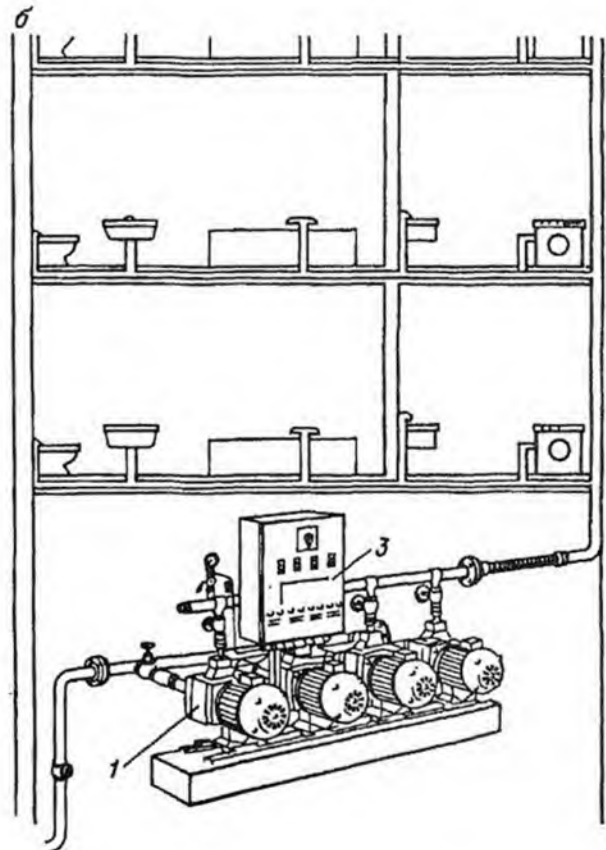
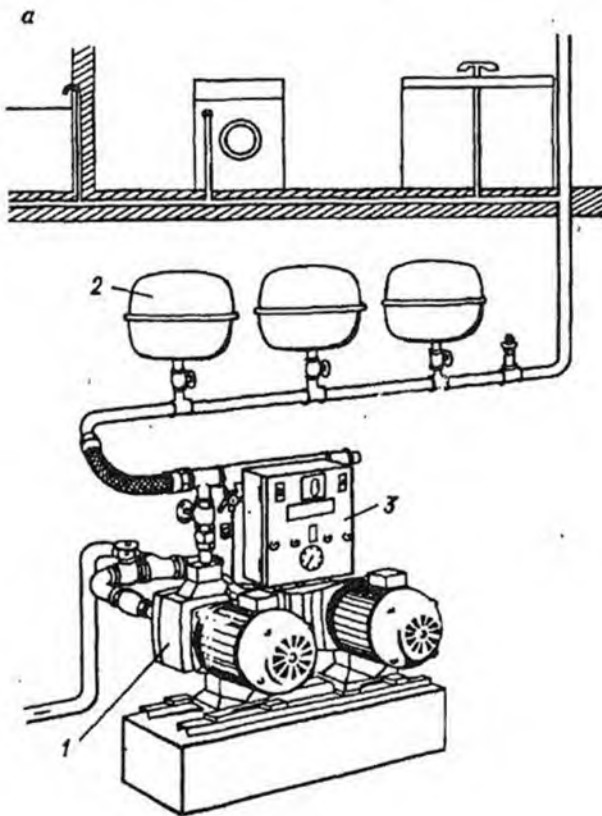
Схемы без регулирующей емкости

а — с дифференциальным реле давления; б — с реле давления недифференциального типа; в — с уравнительным резервуаром и циркуляционной трубкой; г — с реле давления, устанавливаемым на вводе перед насосами; 1 — насосные агрегаты; 2 — реле давления; 3 — шкаф управления; 4 — манометр; 5 — регулятор давления; 6 — обратный клапан; 7 — задвижка; 8 — резервуар; 9 — циркуляционный трубопровод

и др. аварийных ситуаций. Запорно-регулирующая арматура (задвижки, обратные клапаны, регуляторы давления) служат для отключения Н.п.у. от системы водоснабжения при авариях или ремонте, а также для регулирования напорно-расходной хар-ки Н.п.у. применительно к условиям ее работы в системе водоснабжения. Часовую среднюю произ-сть Н.п.у. выбирают равной макс. часовому водопотреблению здания, а создаваемое ею среднее давление — равным разности между требуемым давлением в верхней-сть системы водоснабжения и миним. давлением на водопроводном вводе здания. Автоматич. работа Н.п.у. заключается в следую-

Насосная повышающая установка

а — с двухкамерными водовоздушными баками; б — без регулирующей емкости; 1 — насосный агрегат; 2 — двухкамерный (мембранный) водовоздушный бак; 3 — шкаф управления



шем. При начале и последующем увеличении водопотребления давление в системе водоснабжения здания уменьшается ниже требуемого, уровни воды в открытом или водовоздушном баках снижаются, и при достижении ими предел. значений с помощью датчиков уровня или давления последоват. включаются в работу рабочие насосные агрегаты Н.п.у. При уменьшении или прекращении водопотребления насосные агрегаты последоват. выключаются. Если один из рабочих агрегатов по той или иной причине не срабатывает, включается резервный насосный агрегат. Аналогично работает автоматич. Н.п.у. без регулирующей емкости. При этом датчики давления устанавливаются на подводящих или отводящих патрубках насосов, неск. расширяя диапазон их регулирования на включение и выключение, а в целях стабилизации давления в системе водоснабжения в Н.п.у. предусматривают регуляторы давления. Автоматич. Н.п.у. серийно изготавливают в виде стандартных компактных блоков с широким диапазоном подачи и давления. Их монтаж сводится лишь к закреплению на заранее подготовл. фундаменте, присоединению к трубопроводам и электросети.

**НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ** — комплекс сооружений и машин для подачи природных и сточных вод в трубопроводы. Обычно состоит из насосных агрегатов (насос и двигатель), приемного устройства (водозабор, резервуара), всасывающих труб, напорных трубопроводов и комплектующего оборудования. Различают Н.с. водопроводные, канализационные, мелиоративные и дренажные. Применяемые насосы могут быть динамич. и объемными. К первым относятся лопастные и насосы трения и инерции. К лопастным насосам, в свою очередь, относятся центробежные, осевые и диагональные; к насосам трения и инерции — дисковые, вихревые, червячные, а также гидроструйные (*эжекторы*, эрлифты, гидравлич. тараны).

Лопастные насосы могут работать паралл., подавая жидкость в общий трубопровод, и последоват., когда один насос подает жидкость во всасывающий патрубок второго. Наиболее распространены на водопроводных Н.с. центробежные консольные насосы типов К и КМ, центробежные насосы с двусторонним подводом воды типа Д, вертикал. центробежные типа В, а также осевые типов О, ОП, ОПВ и ОМПВ. На канализацион. Н.с. применяют центробежные насосы для сточных жидкостей типа СД, СДС и вертикал. типа СДВ, на малых канализацион. Н.с. — вертикал. марки СДП, погружные марки ЦМК и типа ГНОМ. Вихревые насосы развивают значит. напоры и обладают самовсасывающей способностью. Их выпускают с подачей воды 1—50 м<sup>3</sup>/ч при напорах 25—100 м. Существуют

также центробежно-вихревые насосы типа ЦВК, сочетающие преимущества вихревых и центробежных насосов. Гидроструйные насосы относятся к группе насосов-аппаратов, не имеющих движущихся частей. В насосах этого типа перекачиваемая вода (или смесь воды с газом или твердыми включениями) нагнетается в трубопровод внешним потоком (струей) рабочей воды. Их используют для удаления осадка из *песколовков*, подъема воды из неглубоких *скважин*, для откачивания воздуха из центробежных насосов перед их пуском и т.п.

На Н.с. кроме насосов и двигателей к ним имеются трубопроводное, механич. и вспомогат. оборудование, контрольно-измерит. приборы, электротехнич. противопожарные и сан.-технич. устройства. Трубопроводное оборудование включает затворы, задвижки, шандоры для водоприемных устройств, обратные клапаны, спец. фасонные части трубопроводов. На большинстве Н.с. затворы, задвижки и шандоры применяют с электроприводом. Механич. оборудование включает подъемно-транспортные механизмы (ручные *тали*, электротельферы, подвесные кранбалки с ручным или электрич. приводом, *краны мостовые*), механизмы для дробления твердых включений в жидкости (на канализацион. Н.с.), а также сороудерживающие устройства (*решетки*, неподвижные и вращающиеся сетки на водопроводных Н.с.). К вспомогат. оборудованию относятся: система залива центробежных насосов (*вакуум-насосы*, гидроструйные насосы и т.п.), дренажные насосы, система осушения Н.с. во время ремонта, система технич. водоснабжения (на канализацион. Н.с.). Электротехнич. устройства включают электродвигатели, распределительные щиты и трансформаторные подстанции, в состав к-рых входят трансформаторы, масляные выключатели электрич. цепей напряжением более 380 В, ячейки комплектного распределит. устройства. Контрольно-измерит. приборы предназначены для измерения: давления в напорных трубопроводах и напорных патрубках каждого насоса, расходов и объемов подаваемой воды или сточных вод, уровней в водоприемниках, резервуарах и дренажных приемках, темп-ры подшипников (у крупных насосов). Для измерения давления и вакуума используют манометры и вакуумметры, подачи воды — расходомеры, а объема поданной жидкости — счетчики жидкости. Для трубопроводов  $D_y$  150 мм применяют расходомеры переменного перепада с диафрагмами, соплами или трубками Вентури, ультразвуковые и электромагнитные расходомеры. Наиболее совершенны для трубопроводов  $D_y$  400 мм ультразвуковые расходомеры. Уровни жидкости в резервуарах и др. устройствах измеряют с помощью поплавко-

вых, буйковых и емкостных уровнемеров, а также дифманометров-уровнемеров. Для измерения уровней сточных вод применяют бесконтактные ультразвуковые уровнемеры, напр. ЭХО-5.

Водопроводные Н.с. могут быть I и II подъемов, повысительные (Н.с. подкачки) и циркуляционные. Н.с. I подъема предназначены для подачи воды из источника водоснабжения на очистные сооружения или непосредственно в трубопроводную сеть, резервуары или водонапорную башню. В малых системах водоснабжения Н.с. II подъема отсутствуют. Н.с. I подъема устраивают совмещенными с водозаборными сооружениями руслового или берегового типа либо раздельными. Н.с. I подъема обычно сооружают заглубленными. Подземную часть здания Н.с. возводят из железобетона (с гидроизоляцией). В плане здания имеют круглые или прямоугольные очертания. Круглые обычно возводят опускным способом. Размеры здания Н.с. I подъема определяют с учетом возможного увеличения подачи воды. Требования к бесперебойности работы Н.с. зависят от ее назначения. Наиболее высокие требования предъявляют к Н.с. I подъема, обслуживающим произв-во (не допускаются перерыв в подаче воды), а также хозяйственно-питьевые водопроводы больших городов; менее жесткие — к Н.с. I подъема, подающим добавочную воду в циркуляц. (оборотные) системы водоснабжения. Н.с. I подъема, заглубленные более 4—5 м, оборудуют вертикал. насосами с электродвигателями, располож. на уровне земли. Как правило, на Н.с. I подъема устраивают отд. всасывающие линии для каждого насоса. Для удаления воды, попадающей в здание Н.с. в результате утечек из трубопроводов и инфильтрации грунтовых вод, устанавливают дренажные насосы, обеспечивающие подачу 10—20 л/ч воды. Н.с. II подъема предназначены для подачи очищенной воды из резервуаров очистных сооружений в водопроводную сеть. Иногда их встраивают в здание очистных сооружений или (при благоприятном рельефе) совмещают с Н.с. I подъема. Н.с. II подъема устраивают незаглублен. или полузаглублен. на 2—3 м ниже поверхности земли. Необходимое заглубление определяется допустимой высотой всасывания насосов. В полузаглублен. Н.с. упрощаются коммуникации трубопроводов и улучшаются условия всасывания для насосов. Н.с. II подъема оборудуют горизонт. насосами, подачу и напор к-рых принимают по результатам расчета системы водоснабжения. В Н.с. первой категории надежности устанавливают два резервных насоса, а в Н.с. второй категории, как правило, — один.

Циркуляционные Н.с. служат для подачи воды в системах оборотного водоснабжения. В таких Н.с. иногда уста-

навливают две группы насосов: для подачи отработавшей (нагретой) воды на охладит. сооружения и для подачи охлажденной воды потребителям. Обычно достаточно одной группы насосов, к-рые подают воду потребителям; при этом под остаточным напором вода поступает на охладит. сооружения. Число насосов на циркуляц. Н.с. определяют из условия обеспечения бесперебойности снабжения потребителей охлаждающей водой с учетом возможности регулирования подачи воды в зависимости от сезонных колебаний темп-ры и влажности атмосферного воздуха. Циркуляц. насосы часто устанавливают под заливом, в силу чего здания циркуляц. Н.с. бывают заглубленными или полузаглубленными.

**Повысительные Н.с.** предназначены для повышения напора в сети отд. р-нов города или на участках р-ных водопроводов. Эти Н.с. забирают воду из водопроводов, распределят. магистралей или промежуточных резервуаров. По компоновке и конструктивному решению зданий они аналогичны Н.с. II подъема.

**Канализационные Н.с.** служат для перекачки городских, бытовых или производств. сточных вод, а также атмосферных вод. В системах канализации используют Н.с. для перекачки илов и осадка на очистных сооружениях. В зависимости от функций, к-рые выполняют Н.с. в системе канализации, их подразделяют на гл. и р-ные. Гл. служат для перекачки сточных вод всего города, нас. пункта или пром. предприятия на очистные сооружения или в магистр. коллектор; р-ные — сточных вод из отд. р-нов в располож. выше коллектор др. бассейна сточных вод. Различают Н.с. с отдельным расположением приемного резервуара и совмещенные, когда резервуар расположен в здании Н.с. По расположению оборудования относительно уровня земли различают канализационные Н.с. наземные, полузаглубленные, заглубленные и шахтного типа. Чаще всего используют заглубленные. Резервуары канализационные Н.с. имеют ограниченную емкость во избежание загнивания осадка сточных вод. Вместимость резервуара должна быть не менее 5-минутной подачи одного из насосов этой станции. В силу этого канализационные Н.с. работают периодически. Допускаемая частота включения в 1 ч: 3 — при ручном управлении насосом и 5—6 — при автоматическом. Резервуары Н.с. отгораживают от ост. помещений водонепроницаемой перегородкой (стенкой), оборудуют решетками (ручными или механизированными), дробилками, корытами, тележками, контейнерами и др. приспособлениями для удаления крупных отбросов. Решетки с ручной очисткой устанавливают при кол-ве задержанных отбросов менее  $0,1 \text{ м}^3/\text{сут}$ . При большем кол-ве отбросов применяют решетки с механич. граблями. Для измелчения задержанных на решет-

ках отбросов применяют спец. машины — дробилки и комбиниров. решетки-дробилки. Канализационные Н.с. устраивают с ручным, полуавтоматич. или автоматич. управлением. Малые р-ные Н.с., как правило, устраивают с автоматич. управлением по уровню жидкости в приемном резервуаре.

**НАЧАЛЬНОЕ УСЛОВИЕ** — условие, описывающее темп-рное распределение в теле в процессах *теплопередачи нестационарной* в любой момент времени, предшествующий расчетному. Дальнейший отсчет времени ведется от этого нач. момента. В одномерных задачах достаточно знать нач. распределение темп-ры по одной координате: в плоских телах — по толщине, в цилиндрич. и шаровых — по радиусу. Наиболее распространены случаи равномерного, линейного, параболич. и косинусоид. нач. распределения.

**НЕЗАМЕРЗАЮЩАЯ ВЛАГА В МАТЕРИАЛАХ** — часть влаги, в жидком состоянии, содержащейся в материале при отрицат. темп-ре. Н.в.м. следует отличать от переохлажд. воды. Если для первой это устойчивое состояние, то для второй — неустойчивое. Чем меньше объем занимает вода, тем до более низкой темп-ры ее можно переохладить, после чего она все-таки замерзнет. Для эксперимент. определения кол-ва Н.в.м. чаще всего используют методы, основ. на измерении: объема поровой влаги (дилатометрич. метод); теплоты плавления льда во влажном пористом материале (калориметрич. метод); электрофизич. свойств влажного материала при его замораживании (кондуктометрич. и диэлькометрич. метод). Исследования показали, что при понижении темп-ры ниже  $0^\circ\text{C}$  замораживание поровой влаги начинается не при  $0^\circ\text{C}$ , а при более низкой темп-ре (до  $-3^\circ\text{C}$ ). Осн. кол-во влаги замерзает в интервале от темп-ры нач. замораживания до  $-6$ — $-10^\circ\text{C}$ . При дальнейшем понижении темп-ры замораживание влаги почти не происходит и кол-во Н.в.м. уменьшается очень слабо при темп-рах эксплуатации строит. конструкций. При нагревании замороз. образцов наблюдается гистерезис льдистости, т.е. кол-во Н.в.м. при оттаивании меньше, чем ее кол-во при замораживании при одной и той же темп-ре. Предложено неск. теоретич. положений, объясняющих причины Н.в.м. Наиболее часто упоминаются следующие.

Наличие в поровой влаге растворенных солей. Известно, что темп-ра образования льда в растворе ниже, чем в чистой воде. Чем выше концентрация раствора, тем ниже эта темп-ра.

Наличие пленки воды на поверхности льда. Теорию этого явления разработал Н. Флэтчер, к-рый предложил ф-лу для расчета толщины пленки  $d$ , м:  $d = 2,8 \cdot 10^4 \lg(40/\Delta T - 0,4)$ ,

где  $\Delta T$  — понижение темп-ры от  $0^\circ\text{C}$ . Пленка воды стабильна при  $\Delta T < 13^\circ\text{C}$  и существует до  $\Delta T = 30^\circ\text{C}$ , при дальнейшем понижении темп-ры пленка исчезает.

Повышение давления в порах материала, заполненных водой, при образовании в них льда. Этот эффект основан на расширении воды при ее замерзании. Известно уравнение Клайперона — Клаузиуса, связывающее темп-ру плавления (замерзания) с давлением в объеме:  $dP/dT = \lambda / T(1/\rho_v - \rho_l)$ , где  $P$  — давление, Па;  $T$  — темп-ра, К;  $\lambda$  — уд. теплота плавления льда, Дж/кг;  $\rho_v, \rho_l$  — плотность соответственно воды и льда, кг/м<sup>3</sup>. Поскольку  $\rho_v = 10^3 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_l = 0,92 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , то  $dT/dP \approx -1/10^7 \text{ КПа}$ , или  $-1^\circ\text{C}/100 \text{ атм}$ , т.е. при повышении давления на 100 атм темп-ра плавления понижается на  $1^\circ\text{C}$ . Если в строит. материалах это явление и отмечается, то только до темп-ры  $-22^\circ\text{C}$  и давления  $22 \cdot 10^8 \text{ Па}$  (22 000 атм), т.к. в этом диапазоне изменения темп-ры и давления вода переходит при замерзании в лед I с указ. плотностью. Др. модификации льда имеют большую плотность, чем вода, и указ. эффекта не будет.

Взаимодействие воды с поверхностью лор материала и вызванное этим искажение ее структуры. При этом образуется пленка замерзающей воды на поверхности пор или ее прослойка между льдом и поверхностью пор. Толщина таких прослоек зависит от темп-ры и гидрофильности материала и может составлять от неск. нм до десятых долей нм. Свойства воды в прослойках значительно отличаются от ее свойств в объеме, напр., ее вязкость может быть выше в 100 раз. В реальных строит. материалах, по-видимому, совместно действуют все указ. причины замораживания воды, однако особо существ. являются первая и последняя.

**НЕИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ ПРИТОЧНАЯ СТРУЯ** — воздушная струя при неравенстве темп-р приточного и окружающего воздуха. Характерная особенность ее — искривление первонач. траектории движения струи за счет действия гравитацион. сил. Н.п.с. — это воздушные струи систем *воздушно-отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха* при больших перепадах темп-р. Степень неизотермичности оценивают по значению критерия Архимеда  $Ar = (gd_0/v_0^2) \cdot (t_b - t_0/T_0)$ , где  $g$  — ускорение свободного падения;  $v_0$  — нач. скорость струи;  $d_0$  — диаметр (характерный размер выпускного отверстия);  $t_b - t_0$  — избыточная темп-ра воздуха в нач. сечении;  $T_0$  — абсолютная темп-ра окружающего воздуха.

Если  $|Ar| < 0,05$ , то это *слабонейзотермическая приточная струя*; если  $|Ar| >$

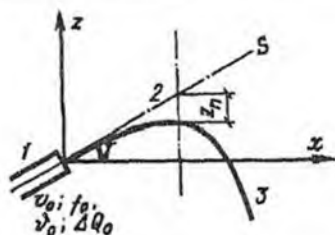


Схема оси струи, направленной под углом к горизонту  
 $v_0, f_0, v_0, \Delta Q_0$  — хар-ки нач. сечения струи (скорость воздуха, площадь сечения, избыточная температура воздуха и избыточное теплосодержание воздуха);  $\gamma$  — угол наклона к горизонту,  $\varphi$  — отклонение траектории; 1 — приточный насадок; 2 — первонач. направление струи; 3 — положение отклонившейся оси струи

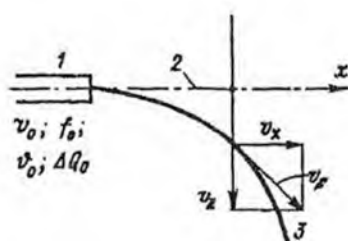


Схема оси струи  
 $v_x$  — горизонт. составляющая скорости;  $v_z$  — вертикал. составляющая скорости;  $v_s$  — вектор скорости

$> 0,05$  — сильнонеизотермич. Для таких струй необходимо проводить расчет отклонения траектории. Для струи, направл. под углом  $\gamma$  к горизонту, координату  $z$  можно вычислить по ф-ле  $z = x \tan \gamma + z_n$ , где  $z_n$  — функция нач. параметров струи, коэфф. затухания скорости и темп-ры, зависящих от типа приточного насадка. Неизотермичность влияет и на скоростное поле струи. При отклонении оси воздушной струи, выпущ. из горизонт. насадка, холодная струя тонет в окружающем воздухе. По мере удаления воздуха от насадка увеличивается вертикал. составляющие скорости. Горизонт. составляющая ее, равная скорости в изотермич. струе, лишь часть результирующего вектора скорости и меньше его. Отношение фактич. скорости, равной вектору, к скорости в аналогичной точке изотермич. струи наз. коэфф., учитывающим неизотермичность струи. Этот коэфф. используют для расчета скорости на оси Н.п.с. Для холодной струи, направл. вниз, и нагретой, направл. вверх,  $K_n \geq 1$ ; для нагретой, направл. вниз, и холодной — направл. вверх,  $K_n \leq 1$ . Расчет распределения темп-ры в Н.п.с. аналогичен его расчету для слабоизотермич. приточных струй. Н.п.с., настилающиеся на горизонт. поверхности помещения, требуют спец. проверки на отрыв по-

тока от поверхности. Этот процесс зависит от локального критерия Архимеда, в котором определяющим размером принято расстояние  $x$ . Н.п.с. преопределяют подачу их компактными сосредоточ. потоками. Верные или закрученные Н.п.с. приводят к расслоению воздуха в помещении.

**НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ И ОЧИСТКА ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД** — снижение в них концентрации свободных ионов  $H^+$  или  $OH^-$  и удаление ионов меди, никеля, кадмия, цинка и др. тяжелых ме-

ответствующие нач. и окончанию осаждения гидроксидов тяжелых металлов в водных растворах, приведены в табл.

В пром. сточных водах, представляющих собой растворы мн. компонентов, величина рН в нач. и в конце осаждения гидроксидов значительно сдвинута в сторону больших значений. Нейтрализация кислых сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, протекает в 2 стадии: на первой нейтрализуется свободная к-та, на второй образуются гидроксиды металлов, выпадающие в осадок.

Металлы с амфотерными свойствами

Значения рН осаждения гидроксидов металлов

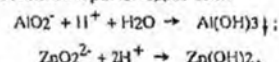
Вид катиона	Значения осаждения, м/л	
	начала при исходной концентрации осаждаемого иона 0,01 М	полного
Железо ( $Fe^{2+}$ )	6,5	9,7
Железо ( $Fe^{3+}$ )	2,3	4,1
Цинк ( $Zn^{2+}$ )	6,4	8,0
Хром ( $Cr^{3+}$ )	4,9	6,8
Никель, ( $Ni^{2+}$ )	7,7	9,5
Алюминий ( $Al^{3+}$ )	4,0	5,2
Кадмий ( $Cd^{2+}$ )	8,2	9,7
Свинец ( $Pb^{2+}$ )	7,8	9,3

Примечание. Значения рН полного осаждения соответствует остаточной концентрации иона металла  $10^{-3}$  М/л.

таллов. Сброс пром. сточных вод в системы канализации и в водоемы допустим при рН = 6,5—8,5. Когда рН ниже или выше этих пределов, т.е. соответствует кислой или щелочной реакции, сточные воды подлежат нейтрализации. Высокая концентрация в сточных водах  $H^+$ -ионов обусловлена наличием в них свободных минер. (серная, соляная, азотная, фосфорная и др.) и в значительной меньшей степени — органич. к-т. Высокие концентрации  $OH^-$ -ионов объясняются избытком свободных щелочей (гидроксиды натрия, калия и щелочно-земельных металлов). Их нейтрализация достигается добавлением к сточным водам минер. к-т — серной, соляной и др. Кислые сточные воды, образующиеся при хим. обработке металлов и сплавов на металлургич., машиностроит. и металлообрабатывающих предприятиях, содержат также ионы железа и тяжелых металлов в концентрациях, часто намного превышающих концентрации свободных к-т.

При нейтрализации кислых сточных вод для снижения концентрации  $H^+$ -ионов и образования гидроксидов тяжелых металлов, выпадающих во время процесса в осадок, используют едкие щелочи. В ряде случаев на осаждение ионов этих металлов щелочных реагентов расходуется значительно больше, чем на нейтрализацию свободных к-т. Значения рН, соот-

ветствующие (цинк, алюминий и др.) содержатся в щелочных сточных водах в виде анионов. Процесс нейтрализации таких вод растворами к-т и образование осадков гидроксидов металлов происходит так:



Для нейтрализации кислых сточных вод применяют оксид кальция (негашеная известь), гидроксид кальция (гашеная известь), едкий натр, карбонат кальция (известняк — мел), карбонат магния (магnezит), карбонат натрия (кальциниров. сода), карбонат магния-кальция (доломит). В нашей стране чаще всего применяют известь, к-рую добавляют в сточную воду в виде известкового молока. При нейтрализации ею пром. сточных вод, содержащих свободную серную к-ту и ее соли, образуется сульфат кальция, частично выпадающий в осадок. Присутствующий в известковом молоке *шлам* способствует коагуляции частиц гидроксидов металлов и др. нерастворимых примесей. Растворимость осадка зависит от его структуры, определяемой в свою очередь условиями проведения нейтрализации. При взаимодействии растворимых в воде солей металлов с известью и едким натром образуются осадки, представляющие собой гл. обр. осн. соли металлов. Структура образовавшегося осадка со временем изменяется (происхо-

дит его старение), вследствие чего иногда значительно снижается его растворимость. Нек-рые гидроксиды металлов (цинка, свинца, меди, хрома, алюминия и др.) растворяются в избытке едкой щелочи с образованием комплексных анионов. Величина рН, соответствующая нач. растворению гидроксида металла, различна для разных металлов.

Кроме известкового молока для очистки пром. сточных вод иногда применяют растворы едкого натра и соды. Едкий натр нейтрализует избыточную кислотность и приводит к осаждению гидроксидов тяжелых металлов. Однако дозирование его требует строгого контроля величины рН обрабатываемого стока, чтобы не создано условий для растворения амфотерных гидроксидов. При действии соды на сточные воды, содержащие соли цинка, меди, свинца и кадмия, вследствие гидролитич. разложения норм. (средних) карбонатов образуются осн. карбонаты. Состав осн. карбонатов зависит от условий реакции (температура, концентрации, величины рН растворов и др.). При рН = 7—9,5 образуются осн. карбонат цинка состава  $2ZnCO_3 \cdot 3Zn(OH)_2$  и только начиная с рН = 10 неск. возрастает доля гидроксида цинка. В растворах, содержащих трехвалентные ионы железа и хрома, а также алюминия, гидролитич. разложение карбонатов происходит легче, чем цинка. Осн. карбонат железа  $FeOHCO_3$  уже при 18—20°C превращается в  $Fe(OH)_3$ . Так же быстро происходит гидролиз осн. карбонатов хрома и алюминия. Поэтому при нейтрализации содой сточных вод практически сразу получается осадок гидроксидов этих металлов. При действии соды на раствор солей двухвалентного железа образуется карбонат железа  $FeCO_3$ , к-рый постепенно переходит в гидроксид железа  $Fe(OH)_2$ . Осн. карбонаты ряда металлов растворяются в воде труднее, чем их гидроксиды. Осн. карбонаты большинства металлов начинают осаждаться при более низких значениях рН, чем их гидроксиды.

Обработка щелочными реагентами пром. сточных вод обеспечивает многократное снижение в них концентрации ионов тяжелых металлов. Это позволяет сбрасывать очищ. воду в системы канализации нас. пунктов при наличии в них сооружений механич. и биологич. очистки и последующем спуске воды в водные объекты хоз.-питьевого и культурно-бытового водопользования. Однако при отсутствии таких сооружений или при спуске очищ. воды после них в рыбохозяйств. водоемы требуется ее доочистка, т.к. использование только щелочных реагентов требует дополнит. доочистки, поскольку они не дают необходимого эффекта (см. Очистка сточных вод гальванических производств).

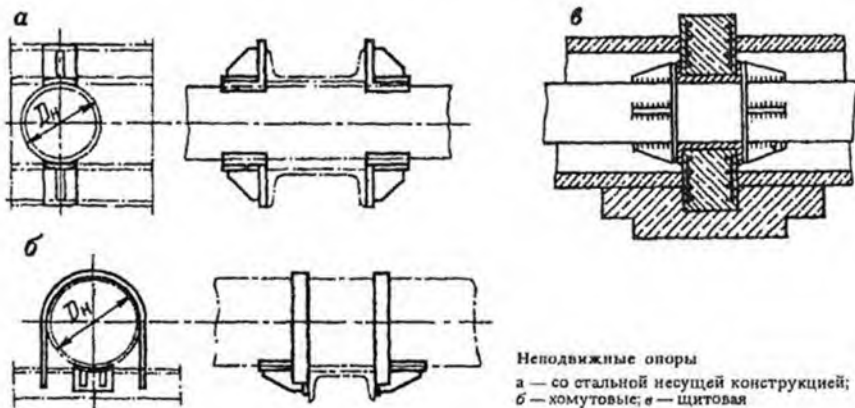
Осаждение труднорастворимых сое-

динений иногда протекает длительно и в нек-рых случаях не полностью из-за образования коллоидных растворов. Для обеспечения лучшей коагуляции осаждаемых гидроксидов тяжелых металлов целесообразно добавлять в сточные воды небольшой избыток щелочного реагента, лучший из к-рых извест. Ускорению процесса осветления пром. сточных вод способствуют синтетич. флоклянты. В нашей стране наибольшее применение имеет полиакриламид — продукт полимеризации акриламида. В щелочной среде он гидролизует, при этом степень гидролиза зависит от щелочности среды, но возрастает до определенной величины. Гидролиз. полиакриламид более эффективен по флокулирующему действию, чем негидролиз. или гидролиз. в незначит. степени. При флокуляции высокодисперсных суспензий и коллоидных растворов образуются агрегаты из частиц лиофильного золя и молекул флоклянтов. Свойства агрегатов зависят от соотношения входящих в их состав компонентов. Добавление полиакриламида до 0,1% содержания твердой фазы (1—10 мг/л) увеличивает скорость выпадения осадков гидроксидов хрома, цинка и др. металлов в 2—3 раза, что позволяет значительно сократить размеры отстойных сооружений и соответственно капит. затраты на их стр-во. При этом общий объем осаждаемых осадков не уменьшается. При нейтрализации пром. сточных вод образуется значит. кол-во осадков гидроксидов тяжелых металлов, для отделения к-рых используют отстойники горизонтальные и отстойники вертикальные. Миним. время отстаивания — обычно 2 ч. Осадок из отстойников после предварит. уплотнения в спец. сооружениях — осадкоуплотнителях (время уплотнения до 24 ч) подвергают механич. обезвоживанию в вакуум-фильтрах, фильтр-прессах и центрифугах. Последние в нек-рых случаях используют вместо отстойников для осветления пром. сточных вод непосредственно после их нейтрализации.

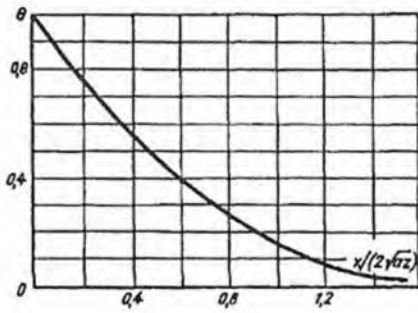
**НЕПОДВИЖНЫЕ ОПОРЫ** — устройства из стали или железобетона, закрепляющие теплопровод в определ. точках по трассе и разделяющие его на независимые по температурным деформациям участки. Длина последних определяется компенсирующей способностью компенсаторов теплопроводов, устанавливаемых между двумя близкими опорами для восприятия температурных удлинений. Усилия, возникающие в них при перемещении трубопровода, сопротивление трению подвижных опор теплопровода, а также усилия от внутр. давления теплоносителя передаются на Н.о. Т.о. каждая Н.о. воспринимает и локализует усилия, возникающие на близких участках. Н.о. устанавливаются перед тепловым оборудованием и арматурой трубопроводов для предотвращения воздействия на них температурных перемещений труб.

Стальная Н.о. состоит из балки — обычно 2 швеллера, к-рые закрепляют в строят. конструкциях камеры. Между швеллерами прокладывают трубопровод. К трубе приваривают стальные листы, усиленные косынками, упирающимися в швеллеры с двух сторон, и фиксирующие положение трубы. Для труб, улож. на балках и кронштейнах, применяют Н.о. в виде стальных комут, прижимающих трубу к балке и обеспечивающих ее неподвижное положение. Для фиксирования положения трубы в каналах используют железобет. щитовые Н.о., состоящие из железобет. плиты, к-рая заземляется в канале или при бесканальной прокладке устанавливается на бетонном фундаменте. В щите имеются отверстия, через к-рые проходят трубопроводы. С двух сторон щитовой Н.о. к трубе приваривают фланцы, усиленные косынками, через к-рые передаются усилия от трубопровода на опору. В щитовых Н.о., установл. в каналах, делают отверстия для пропуска воды и воздуха.

**НЕПРЕРЫВНЫЙ НАГРЕВ (ОХЛАЖДЕНИЕ) ТЕЛ** — процесс теплопередачи нестационарной, сопровождаю-



Неподвижные опоры  
а — со стальной несущей конструкцией;  
б — комутовые; в — щитовая



Безразмерное температурное поле в полуограниченном массиве

щийся непрерывным изменением температурного поля в пространстве и во времени. Непрерывные неустановившиеся процессы наблюдаются, напр., в массиве грунта с теплопроводом глубокого заложения, при ступенчатом изменении теплового возмущения на его дневной поверхности и т.п.

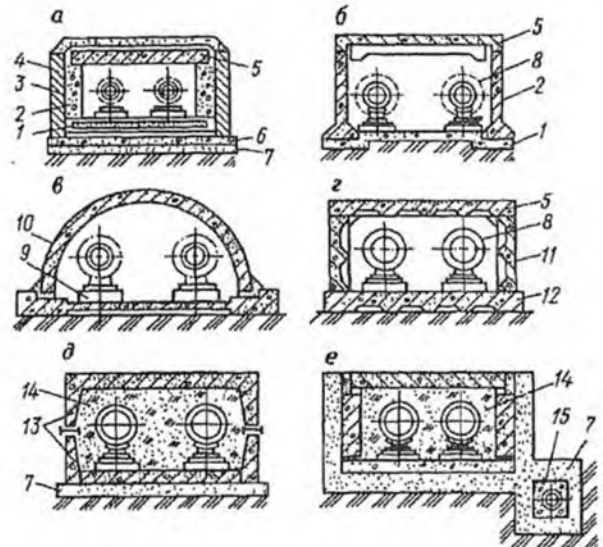
На схеме даны значения безразмерной темп-ры  $\theta = (t - t_0) / (t_n - t_0)$  на глубине  $x$  полуогранич. массива в момент времени  $z$ , когда нач. темп-ра  $t_0$  одинакова во всех точках массива и на поверхности поддерживается темп-ра  $t_n \neq t_0$ . На глубине  $x > \delta_a = 3,7\sqrt{\alpha z}$  темп-ра практически не меняется ( $\theta \rightarrow 0$ ) (здесь  $\alpha$  — коэфф. темп-ропроводности,  $m^2/c$ ). Расстояние  $\delta_a$  определяет толщину расширяющегося теплового пограничного слоя. Макс. скорость продвижения фронта охлаждения (нагрева)  $d\delta_a/dz$  наблюдается в начале процесса, постепенно замедляясь с уменьшением продольного темп-рного градиента.

Математическая модель полуогранич. или неогранич. пространства с более простым математич. описанием может быть использована для изучения нач. стадии переходных процессов в телах огранич. размеров, если  $l/\delta_a > 1$ , где  $l$  — характерный размер тела, м (см. *Иррегулярный режим*).

**НЕПРОХОДНЫЕ КАНАЛЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ** — подземные каналы, предназнач. для прокладки теплопроводов, не требующих пост. надзора. Н.к.т.с. наиболее распространены при стр-ве *тепловых сетей*. Применяют в любых грунтовых условиях, в т.ч. с устройством в зоне высоких грунтовых вод попутного дренажа. Насчитывается большое кол-во разнообразных по форме (прямоугольные, полукруглые, цилиндрич., цилиндрич.) и материалу (кирпичные, бетонные, железобетонные) конструкций, каждая из к-рых имеет определ. преимущества и недостатки. Конструкции теплопроводов в Н.к.т.с. разделяют на две группы: с воздушным зазором между поверхностью тепловой изо-

**Непроходные каналы тепловых сетей**

а — сборный с оклеечной гидроизоляцией; б — сборный из железобетонных плит; в — сводчатый с опорной рамой; г — сборный из вибропрокатных плит; д — из лотковых элементов; е — сборный с дренажом; 1 — железобетонное основание; 2 — стеновой блок; 3 — гидроизоляция; 4 — кирпичная стена; 5 — блок перекрытия; 6, 7 — бетонная и песчаная подготовки; 8 — навесная теплоизоляция; 9 — подушка; 10 — железобетонный свод; 11 — рамы из вибропрокатных плит; 12 — плита днища; 13 — железобетонный лоток; 14 — засыпная теплоизоляция; 15 — дренажная труба



ляции и стенками канала и без воздушного зазора. Применение последних возможно в условиях, когда тепловая деформация трубопровода происходит только в осевом направлении. На участках с боковым перемещением трубопровода при тепловой деформации следует применять Н.к.т.с. с воздушным зазором. Теплопроводы без воздушного зазора не нашли широкого применения из-за интенсивной наружной коррозии стальных трубопроводов, постоянно-находящихся под воздействием высокой влажности неподсыхающей тепловой изоляции воздуха. Влага конденсируется на холодном потолке непроходного канала, а затем испаряется. В связи с этим конденсируемую воду следует отводить в сторону от тепловой изоляции. Сводчатая форма перекрытия канала удобна для организ. стока влаги на дно канала. Этому способствует и наклон в одну сторону плоского перекрытия.

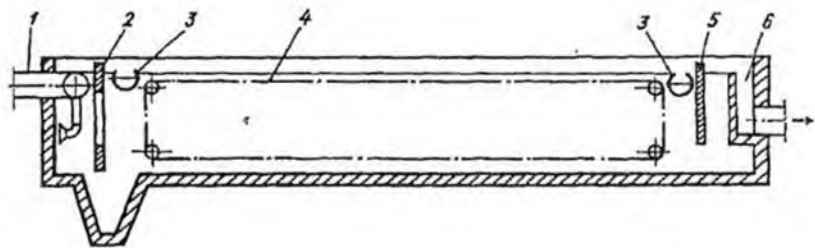
В Н.к.т.с. с воздушным зазором тепловая изоляция в меньшей степени подвержена увлажнению, поэтому и коррозия трубопроводов в них значительно меньше. Габариты Н.к.т.с. определяются: диаметрами прокладываемых теплопроводов, расстоянием между осями труб и зазором между поверхностью тепловой изоляции трубопроводов и внутр. поверхностью каналов.

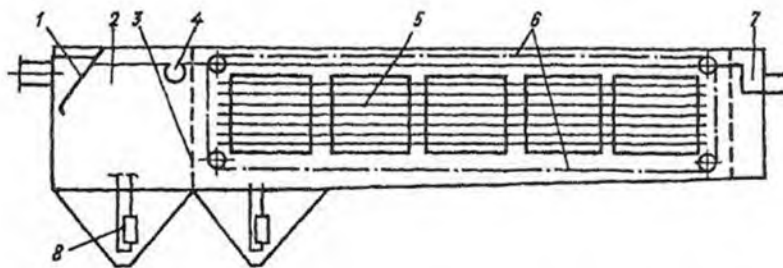
Н.к.т.с. изготавливают по типовым проектам. Их типы и размеры маркируют цифрами и буквами. Цифры перед буквами определяют кол-во ячеек канала, после букв — его внутр. размеры в см. Напр., маркировка канала 2КЛ 9060 означает двухъячейковый Н.к.т.с. из лотковых элементов, перекрываемых плитами, ширина каждой ячейки 90, высота 60 см. Подвижные опоры трубопроводов в Н.к.т.с. опираются на железобет. подушки с закладными металлич. пластинами. Для стока воды вдоль Н.к.т.с. между подушками соседних трубопроводов оставляют расстояние не менее 0,1 м. Высоту подушек принимают в зависимости от диаметра трубопровода по нормам проектирования.

**НЕФТЕЛОВУШКА** — одна из разновидностей *отстойника* для удаления из воды жиров, нефтепродуктов и др. жидкостей с относит. плотностью, меньшей плотности воды. Наиболее распростран. конструкция Н., применяемая на пром. предприятиях для очистки масляной и нефтесодержащих сточных вод, имеет

**Нефтеловушка**

1 — изоляционный трубопровод; 2 — водоразделитель; 3 — масляборная цельная поворотная труба; 4 — скребковый конвейер; 5 — погруженная перегородка; 6 — водоприемный лоток





#### Многоярусная нефтеловушка

1 — водоотражательный щит; 2 — зона грубой очистки; 3 — водораспределит. устройство; 4 — маслоборная щелевая поворотная труба; 5 — тонкослойные блоки; 6 — скребковый конвейер; 7 — водосборный лоток; 8 — гидралевавтор

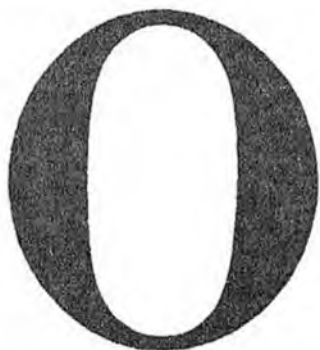
размеры, м: длину — 36, ширину секции — 6 и глубину — 2. Пропускная способность одной секции при очистке сточных вод нефтеперерабатывающих з-дов составляет 55 л/с. Исходная вода подается по трубопроводу в распределит. щелевую трубу, имеющую стояки, оканчивающиеся раструбами, повернутыми к передней торцевой стенке. На небольшом расстоянии от этой трубы расположена щелевая перегородка, выполненная из железобетона и предназн. для распределения входящего потока по живому сечению секции Н. В конце секции находится водосборный лоток, перед водосливом к-рого установлена полупогруж. перегородка, удерживающая уловленные и накапливающиеся на поверхности воды масло- и нефтепродукты. Задержанные

нефтепродукты удаляют скребками, закрепл. на бесконечной вращающейся цепи. Скребки подгоняют нефть к поворотным нефте- и маслоборным щелевым трубам, расположенным в начале и конце Н. перед щелевой и полупогруж. перегородками. Привод скребкового механизма в каждой секции осуществляется электродвигателем через редукторы, к-рые устанавливают на железобет. плите, перекрывающей часть объема Н. Нефтеборные трубы поворачивают с помощью червячного редуктора вручную. Тяжелые взвеш. в-ва выпадают из нефтеборных труб на дно Н. и тем же скребковым механизмом сбрасываются в приямок, расположенный в начале секции. Для снижения загрязнения окружающей атмосферы испарениями секции Н. перекрывают металлич. щитами или шиферными листами. Расчет Н. производят по формулам, рекомендуемым для расчета *отстойников горизонтальных*. Многоярусная Н. является разновидностью *отстойника тонкослойного*, работающего

при перекрестной схеме потока воды и осадка. Н. включает две последоват. секции, имеющие самостоят. приямки. В первой секции выделяются крупнодисперсные взвеш. в-ва и нефтепродукты, во второй располагаются блоки паралл. пластин, обеспечивающие тонкослойное отстаивание. Первая секция многоярусной Н. при очистке сточных вод нефтеперерабатывающих з-дов выполняет функции *песколовки*, необходимость стр-ва к-рой при этом отпадает. Применение многоярусной Н. позволяет во много раз сократить площадь, требующуюся для размещения очистных сооружений. Для повышения эффективности работы таких Н. устанавливают блоки тонкослойного отстаивания перед водосборным лотком. Пропускная способность одной секции Н., дооборудованной блоками, может быть увеличена с 200 до 370 м<sup>3</sup>/ч при остаточной концентрации нефтепродуктов в стоке не более 100 мг/л. Для норм. работы многоярусных Н. очень важно обеспечить равномерное распределение воды между ярусами блока тонкослойного отстаивания.

**НИТКА** — горизонт. нагреват. труба или канал в *системе отопления*, являющаяся отд. *отопительным прибором* или входящая в состав *регистра* или *змеевика отопительного прибора*. При применении отдельной Н. значит. длины принимаются меры по компенсации ее удлинения вследствие нагревания теплоносителем (путем изгиба подводок к отопит. приборам или установки *компенсатора тепловодов*).





### ОБВЯЗОЧНЫЕ ГАЗОПРОВОДЫ НА КОТЛАХ И ПЕЧАХ

— трубопроводы, оснащ. автоматич. и запорными устройствами, соедин. по определ. правилам и позволяющие безопасно эксплуатировать газоиспользующие агрегаты. Выбор их схем зависит от произ-сти агрегата, типа *газогорелочных устройств*, запорной арматуры, давления газа и типа используемой автоматики безопасности и регулирования. Наиболее простая схема применяется для агрегатов, оборудов. *эжекционными горелками* низкого давления и отключающими устройствами — кранами. На ответвлении от цехового газопровода 6 к агрегату 1 устанавливают главный кран 5, а перед горелкой 2 — рабочий кран 3, к-рый одновременно является контрольным. Главный кран отключает агрегат полностью, а рабочий — регулирует произ-ность горелок и выключает отд. горелки. Продувку цехового газопровода осуществляют через кран 4 по продувочному трубопроводу 7 при закрытых кранах 3 и 9. Ответвление к агрегату продувают после цехового газопровода через кран 8 и трубопровод 7 при закрытых кранах 3 и 4. Окончание продувки определяется анализом пробы, отобр. из штуцера у крана 8. Содержание кислорода в анализируемой пробе не должно превышать 1 об.%. Герметичность главного и рабочего кранов проверяют мановакуумметром 12. При закрытых кранах 3, 4, 5 и 8 открывается кран и подводка газа к горелкам соединяется с атмосферой. После установления в газопроводе атм. давления кран 9 закрывается. Повышение давления в подводке, контролируемого прибором 12, говорит о негерметичности крана 5. Для проверки кранов 3 коллектор ставят под макс. давление, для чего кран 5 открывают, а затем закрывают. Если давление в коллекторе падает, то краны 3 негерметичны. Мановакуумметрами 13 контролируют давление газа перед горелками. После окончания продувки зажигают переносную запальную горелку 11, вносят в топку (к месту выхода газозоудушной смеси из горелки) и производят включение осн. горелок. Схема надежна и безопасна в эксплуатации.

При использовании дутьевых смесит. горелок среднего давления и задвижек вместо кранов схема обвязочных газопроводов значительно усложняется. На ответвлении от цехового газопровода среднего давления 12 к агрегату 1 установлена общая задвижка 11, к-рая служит для отключения подачи газа при остановке агрегата в аварийной ситуации и может быть либо полностью открытой, либо закрытой. Затем установлен клапан-отсекатель 10, являющийся исполнит. органом автоматики безопасности и перекрывающий подачу газа к агрегату при аварийном отклонении любого параметра. В качестве клапана-отсекателя применяют электромагнитные или пневматич. клапаны, задвижки с электроприводом или двухпозиционные отключающие устройства. Манометром 13 контролируют давление газа в цеховом газопроводе. После клапана-от-

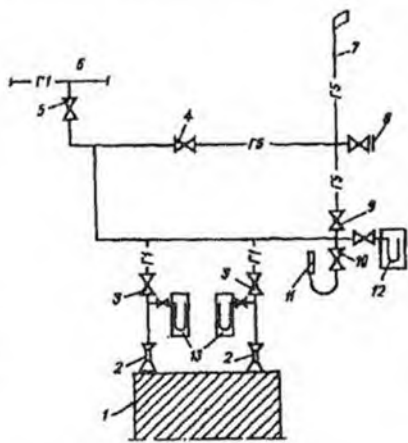


Схема обвязочного газопровода на агрегате, оборудованном эжекционными горелками низкого давления и отключающими кранами  
Г1 — газопровод низкого давления; Г5 — продувочный газопровод

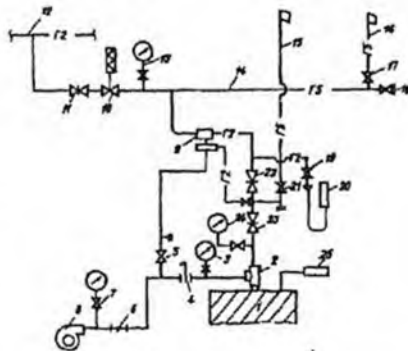


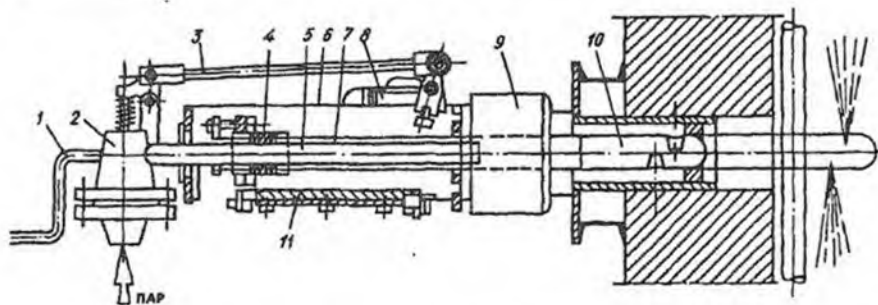
Схема обвязочного газопровода на агрегате, оборудованном дутьевыми горелками среднего давления и отключающими задвижками  
Г2 — газопровод среднего давления; Г5 — продувочный газопровод

секателя устанавливают клапан блокировки подачи газа и воздуха 9 (пропорционализатор), служащий исполнит. органом автоматики регулирования и изменяющий расход газа к горелкам в зависимости от расхода воздуха. В конце газового коллектора 14 подсоединены продувочный газопровод 16 и штуцер с клапаном 18 для отбора проб при продувке. К горелке 2 подходит ответвление, на к-ром последовательно установлены задвижки 22 — контрольная и 23 — рабочая. Контрольная работает в двух положениях: открыто или закрыто. Рабочая обеспечивает ручной розжиг, вывод горелки на рабочий режим и регулирование расхода газа при неработающей автоматике или ее отсутствии. Манометром 24 контролируют давление газа перед горелкой 2. Трубопровод 15 между контрольной и рабочей задвижками наз. трубопроводом безопасности. Он предназначен для предотвращения попадания газа в топку при неработающем агрегате, поэтому при неработающей горелке 2 кран 21 открыт. На трубопроводе безопасности предусмотрен штуцер, к к-рому может подключаться манометр. Воздух в горелку подается от центробежного вентилятора 8. На общем воздуховоде стоят манометр 7 и заслонка 6, регулирующие подачу воздуха, непосредственно перед горелкой — заслонка 4. Перед горелкой установлены манометры 3 для измерения давления воздуха. Давление (разрежение в топке) измеряют тягонапорометром 25.

Обе схемы О.г.к.п. содержат общие принципы построения надежных и безопасных систем газоснабжения газоиспользующих установок. Для каждой из них должны разрабатываться схемы, соответствующие предъявляемым к ним требованиям.

**ОБДУВКА КОТЛА** — периодич. очистка поверхностей нагрева *котлоагрегата* (собственно *парового* или *водогрейного котла* и его хвостовых поверхностей нагрева: *водяного экономизера* и *воздухоподогревателя*) от оседающих на их наружной стороне зольных и сажи. О.к. производят паром или сжатым воздухом (иногда применяют холодную или перегретую воду), подаваемым через перфориров. или снабж. соплами стальные трубы. Эффективность очистки обдувкой зависит от скорости струи и параметров обдувочного агента, толщины слоя отложений, расстояния от сопла до поверхности нагрева и угла подачи струи к поверхности труб. Обдувочный агент следует выбирать в каждом конкретном случае исходя из технико-экономич. сопоставлений. Для обдувки поверхностей нагрева используют спец. обдувочные аппараты котлов.

**ОБДУВОЧНЫЕ АППАРАТЫ КОТЛОВ** — устройства для обдувки (очи-



Аппарат для паровой обдувки экранов

1 — рукоятка; 2 — клапан; 3 — рычажной механизм; 4 — сальник; 5 — центр. неподвижная труба; 6 — корпус; 7 — шпindel; 8 — электродвигатель; 9 — редуктор; 10 — сопловая головка с двумя соплами; 11 — направляющая

сти) поверхностей нагрева (см. *Обдувка котла*) от золошлаковых отложений. О.а.к. делят на стационарные и выдвигные (маловыдвигные и глубоковыдвигные). При темп-рах продуктов сгорания ниже  $600^{\circ}\text{C}$  применяют стационарные, при более высоких — выдвигные О.а.к. Наибольшее распространение получили О.а.к., в к-рых используется насыщенный или перегретый пар, а также сжатый воздух давлением до 4 МПа. Все О.а.к. имеют букв. обозначения: О — обдувочный, М — маловыдвигной, Н — невыдвигной, Г — глубоковыдвигной, В — вертик., П — прерывистого действия, Э — для очистки экранов. Маркировка аппаратов: ОН, ОМВ, ОГ, ОГП, ОГВ, ОГР-Э. Осн. элементами О.а.к. являются труба для подогрева обдувочного агента и механизм привода. При включении труба поступательно движется в газодход; когда сопловая головка окажется внутри газодохода, труба начинает вращаться и автоматич. открываются клапаны для подвода к соплам обдувочного агента. После окончания обдувки электродвигатель переключается на обратный ход и сопловая головка, вращаясь, возвращается в исходное положение, что предохраняет ее от чрезмерного нагрева. Зона действия О.а.к. — до 2,5 м, глубина захода — до 8 м.

**ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ОСАДКОВ ПРИРОДНЫХ ВОД** — процесс снижения влажности и объема осадка и перевода его из текучего состояния в твердое (неразжижающееся) для погрузки и транспортировки к месту складирования или для дальнейшей обработки и утилизации. Исходные осадки природных вод, как правило, имеют высокую влажность и содержат в своем составе гидроксиды металлов, к-рые ухудшают водоотдающую способность осадков.

Первой стадией обезвоживания является уплотнение осадка — наиболее простой и дешевый способ частичного обезво-

живания осадка, позволяющий сократить первоначальный объем в 4—15 раз и снизить затраты на последующую обработку. Для уплотнения осадка используют емкостные уплотнители или сгустители барабанного типа. Для интенсификации процесса уплотнения и сгущения осадка применяют органические флокулянты.

Последующая обработка на механических аппаратах позволяет добиться более глубокого обезвоживания гидроксидных осадков. Наибольшее распространение для обезвоживания получило фильтр-прессование. Существует несколько различных типов и конструкций фильтр-прессов: камерные, рамные, ленточные.

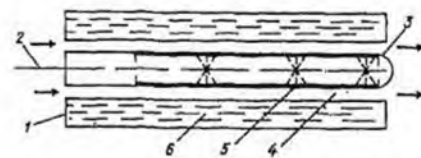
Для успешного обезвоживания осадков — улучшения их водоотдающих свойств — применяют обработку их хим. реагентами и добавку вспомогательных присадочных в-в или термическую обработку (замораживание — оттаивание или нагрев). Эти меры снижают сжимаемость осадков и удельное сопротивление осадка фильтрации до уровня, обеспечивающего достижение требуемой влажности при обезвоживании фильтр-прессованием.

В качестве хим. реагентов в основном используют известь и флокулянты (катионные, анионные и неионогенные). При обработке гидроксидных осадков известь выполняет также функции вспомогательного в-ва. Вспомогательными в-вами наиболее часто являются диатомит, перлит, уголь, зола, древесная мука, обладающие хим. инертностью по отношению к воде, высокой пористостью, малой площадью активной уд. поверхности, а также не содержащие растворимых в воде составляющих. Использование сочетания флокулянтов и вспомогат. в-в, флокулянтов, извести и вспомогат. в-в, а также термической обработки позволяет получить приемлемый объем гидроксидного осадка с влажностью 75%, пригодного для погрузки и транспортирования к месту складирования или утилизации.

**ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД** — процесс снижения влажности и объема осадков и перевода их из текучего состояния в пастообразное для удаления с территории очистных соору-

жений и подготовки к дальнейшей обработке и утилизации. Исходные осадки сточных вод имеют высокую влажность (95—99,7%), их объемы достигают 1,2% объема очищенных сточных вод. Обезвоживанию предшествует подготовка осадков сточных вод. Технологич. схемы подготовки и обезвоживания, применяемые аппаратура и оборудование зависят от хим. состава и физич. свойств осадков, требований к их качеству на последующей стадии переработки и местных условий. Для О.о.с.в. применяют барабанные вакуум-фильтры со сходящим полотном, осадит. шнековые центрифуги, ленточные и камерные фильтр-насосы, иловые площадки различных конструкций на естеств. или искусств. основаниях (с дренажом либо без дренажа, с поверхностным удалением иловой воды, каскадного типа и др.).

**ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ВОДЫ ОЗОНОМ** — универсальный метод обработки воды, позволяющий эффективно воздействовать на большое число разл. загрязнителей искусств. и естеств. происхождения с одновременным ее обеззараживанием. При норм. темп-ре и давлении озон представляет собой газ бледно-фиолетового цвета с плотностью 2,14 г/л. Озон малорастворим — в 1 л воды при  $0^{\circ}\text{C}$  его растворяется 1,42 г, при  $10^{\circ}\text{C}$  — 1,04 г, взрывоопасен, токсичен, поражает органы дыхания и центр. нервную систему. Предельно допустимое содержание озона в воздухе помещений — 0,001 мг/л. Являясь аллотропной модификацией кислорода, озон не обладает стабильностью и в воде распадается на молекулу и атом кислорода. Скорость распада возрастает с увеличением содосодержания, pH и темп-ры воды. Присутствие металлов и окислителей (хлор, бром и т.д.) приводит к ускорению его деструкции. Озон имеет высокий окислит.-восстановит. потенциал —  $E_0 = +2,07\text{В}$ , что является главной причиной его активности по отношению к разл. рода загрязнениям воды (см. *Очистка производственных сточных вод озонированием*). Озон — очень эффективный реагент, применяемый при очистке воды от фенолов и др. органич. в-в, при обеззараживании воды, содержащей патогенные бактерии и различные вирусы, а также для



Трубчатый элементарный генератор озона  
1, 2 — электроды низкого и высокого напряжения; 3 — стеклянный диэлектрик; 4 — межэлектродное пространство; 5 — металлич. покрытие; 6 — охлаждающая вода