

Схема аэротенка-смесителя

1 — исходная сточная вода; 2 — аэротенк; 3 — иловая смесь во вторичные отстойники; 4 — циркуляционный активный ил; 5 — сжатый воздух к аэротенкам

Установка КУ-200

1 — подача сточных вод; 2 — распределит. лоток; 3 — водосливные отверстия; 4 — воздухопроводы; 5 — зона аэрации; 6 — зона отстаивания; 7 — выгрузка стабилиз. ила; 8 — зона эрлифтной стабилизации; 9 — эрлифт; 10 — сборный лоток; 11 — перфориров. трубка (аэратор)

звляют регулировать глубину погружения лопаток. Зона эрлифтной циркуляции отделена от зоны аэрации полупогружной перегородкой и снабжена решеткой из дырчатых труб. Зона отстаивания расположена в центр. части зоны аэрации и отделена от нее перегородками, к-рые имеют циркуляц. щели и впускные окна с козырьками, шарнирно закрепленными на эластичных резиновых подвесках, с помощью к-рых регулируется площадь сечения впускных окон. Сточная вода подается в верхнюю часть зоны аэрации, где создается ее нисходящее движение вследствие циркуляций иловой смеси между зоной аэрации и зоной циркуляции, возникающей в результате действия эрлифта. Благодаря нисходящему движению жидкости и восходящему движению воздуха создается противоток, обеспечивающий более высокий эффект использования кислорода по сравнению с его использованием при обычной аэрации. Через впускные окна иловая смесь непрерывно посту-

пает в отстойную зону, где разделяется, уплотняется и через циркуляц. щели частично возвращается в зону аэрации, а частично выводится из сооружения в виде избыточного ила. Часть смеси вместе с транзитным расходом воды поднимается и образует взвешенный слой ила (фильтр), задерживающий мелкие частицы смеси. Граница раздела осветленной воды и взвешенного слоя ила обеспечивается непрерывным отсосом ила эрлифтами через воронки. Осветленная вода через зубчатые водосливы поступает в водосборный лоток. В качестве аэраторов используют пористые фильтровые трубы диаметром 150—200 мм. А.п. рекомендуется применять для очистки сточных вод, БПК к-рых не превышает 500—700 мг/л. При более высоких значениях БПК (1000—1200 мг/л) можно использовать А.п., состоящий из двух ступеней.

АЭРОТЕНК-СМЕСИТЕЛЬ — сооружение для биологич. очистки сточных

вод, в к-ром исходная сточная вода и циркулирующий активный ил равномерно распределяются по всему объему, что обеспечивает их мгновенное смешивание и снижение концентрации загрязнений в иловой смеси. Это позволяет обрабатывать концентриров. и токсичные сточные воды, а также сглаживать отрицат. влияние колебаний их состава и расхода. А.-с. применяют преимущественно при очистке производств. сточных вод. А.-с. впервые построены в Англии в 1921. В нашей стране эти сооружения нашли широкое применение при очистке сточных вод осн. отраслей пром-сти.

Несмотря на мгновенное смешивание сточной воды и активного ила скорость биохим. процессов в А.-с. лимитируется концентрацией загрязнений, являющихся источником питания для микроорганизмов активного ила. Концентрация загрязнений во всем объеме А.-с. равна их концентрации в очищенной воде на выходе из аэротенка. Это обстоятельство не дает возможности интенсифицировать работу сооружения. При необходимости глубокой очистки сточных вод, когда концентрация загрязнений должна быть минимальной. В силу технологич. особенностей А.-с. рациональны в многоступенчатых схемах очистки, где они применяются на первой ступени для изъятия основной массы загрязнений и усреднения состава сточных вод, что облегчает работу последующих сооружений. При очистке производств. сточных вод А.-с., как правило, работают с регенераторами активного ила.

АЭРОТЕНК С РАССРЕДОТОЧЕННЫМ ВПУСКОМ СТОЧНЫХ ВОД занимает промежуточное положение между аэротенком-смесителем и аэротенком-вытеснителем. Отличит. особенностью этого аэротенка является то, что циркуляц. активный ил подается в начало сооружения, а сточная вода распределяется по его длине. С этой целью аэротенк оборудуют продольными лотками для транспорта очищаемой сточной воды, снабженными водосливами, с помощью к-рых вода распределяется таким образом, что кол-во загрязнений, приходящихся на единицу

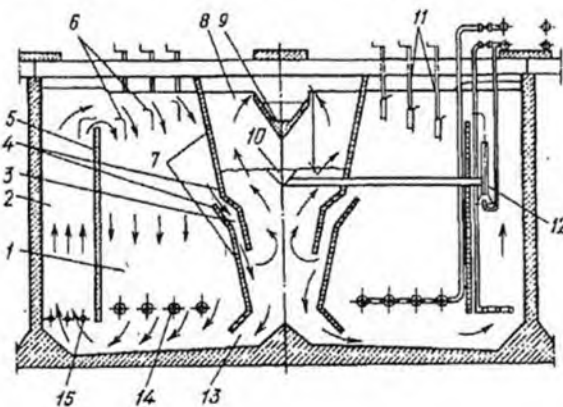


Схема аэротенка противоточного

1 — зона аэрации; 2 — зона эрлифтной циркуляции; 3 — впускные окна; 4 — козырьки; 5 — перегородка; 6 — струенаправляющие лопатки; 7 — перегородки; 8 — зона отстаивания; 9 — водосборный лоток; 10 — воронки; 11 — винтовые крепления; 12 — иловые эрлифты; 13 — циркуляц. щели; 14 — мелкопористые пневматич. аэраторы; 15 — аэраторы из дырчатых труб

массы активного ила (нагрузка на ил), остается постоянным по длине сооружения. Это позволяет стабилизировать качество активного ила, повысить его среднюю дозу и избежать проскока загрязнений с очищенной водой, что возможно в аэротенк-смесителе. По сравнению с последним объемом рассматриваемого А при одинаковом эффекте их очистки меньше на 10—15%. Аэротенк данного типа рационально применять для очистки смеси городских и производств сточных вод при существующих колебаниях их состава и расхода.

АЭРОТЕНК ШАХТНЫЙ — сооружение для биологической очистки сточных вод, представляющее собой вертикальный цилиндрический резервуар диаметром 0,6—3 м и высотой 12—100 м, который может быть заглублен до 100 м или установлен на поверхности земли в виде колонны. АШ впервые разработаны и нашли практическое применение в Германии и Англии. В нашей стране испытаны опытные образцы и разработаны экспериментальные проекты. В поперечном сечении АШ разделен на две части, в одной из которых предусмотрена система пневматической аэрации, в другой — размещен насос (шнековый, пропеллерный) или эрлифт, обеспечивающий циркуляцию иловой смеси и ее подачу в аэрационную часть. В этой части создается нисходящее движение иловой смеси со скоростью 1—2 м/с, при этом пузырьки воздуха, поступающего из аэратора, увлекаются в нижнюю часть сооружения. Длительное пребывание воздуха в сточной воде при повышенном давлении обуславливает эффективное использование кислорода. Переходя из аэрационной части в эрлифтную, растворенный воздух десорбируется из иловой смеси, что позволяет использовать для разделения последней флотацию. Для предварительного разделения иловой смеси после АШ могут использоваться отдельные стоящие флотаторы. Более полное отделение ила осуществляется в отстойниках. Известны варианты АШ с насосной циркуляцией и подачей воздуха через эжекторы. Применение АШ рационально при дефиците производственных площадей для очистки сравнительно небольших количеств сточных вод (до 3—5 тыс м³/сут). Помимо экономии площадей достигается снижение

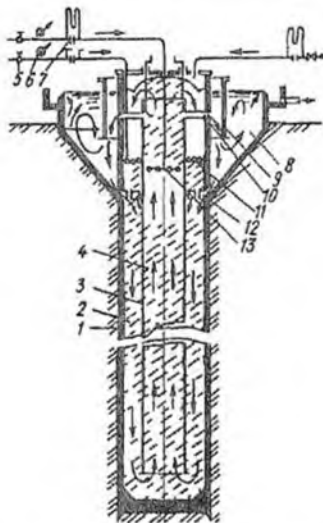


Схема аэротенка с эрлифтной циркуляцией

1 — ствол шахты, 2 — зона аэрации, 3 — внутренняя труба, 4 — эрлифтная зона, 5 — регулируемый вентиль, 6 — манометр, 7 — расходомер, 8 — отстойник, 9 — перегородка, 10 — впускные трубы, 11 — аэраторы, 12 — иловые щели, 13 — дырчатые трубы эрлифта

энергозатрат, так расход воздуха с учетом действия эрлифта сокращается по сравнению с его расходом при пневматической аэрации в аэротенках в 2—2,5 раза.

Модификацией АШ является АШ колонного типа, предназначенный для биологической очистки городских сточных вод и близких к ним по составу производственных в-в, оцениваемых по БПК_{полн} и взвешенным в-вам до 500 мг/л. АШ колонного типа представляет собой вертикальный резервуар высотой 8—20 м круглой или прямоугольной в плане формы, разделенный системой перегородок на зоны аэрации, осветления, дегазации и рециркуляции. Зона осветления в виде ярусов расположена по всей высоте сооружения и занимает основной его объем. Предварительно осветленная вода после первичного отстаивания подается в зону аэрации, где смешивается с активным илом и насыщается кислородом воздуха. Воздух диспергируется пневматическими аэраторами. Через пере-

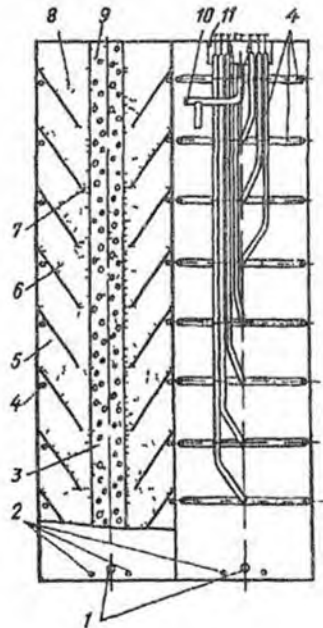


Схема колонного аэротенка

1 — подвод сточной жидкости, 2 — аэраторы, 3 — зона аэрации, 4 — отвод очищенной воды, 5 — защитная зона, 6 — зона взвешенного слоя активного ила, 7 — зона рециркуляции, 8 — зона дегазации, 9 — переливное окно, 10 — трубопровод очищенной воды, 11 — сборная камера

ливные окна, расположенные в верхней части перегородок, разделяющих зоны аэрации и осветления, иловая смесь поступает в зону дегазации, где происходит выделение избыточного воздуха, а далее направляется в зону рециркуляции, а затем в зону взвешенного слоя активного ила. При движении иловой смеси в зоне рециркуляции на уровне верхних кромок наклонных перегородок образуется взвешенный слой активного ила, в котором происходят изъятие и окисление загрязнений, а также осветление воды. Очищенная вода из защитной зоны по трубопроводам поступает в сборную камеру и далее отводится из сооружения. Вследствие интенсивной рециркуляции иловой смеси между зонами аэрации и осветления во всем объеме сооружения создаются аэробные условия.

Б

БАГЕРНЫЙ НАСОС (от голл. *bagger* — грязь, ил) — гидравлич. машина лопастного типа для перемещения воды с взвеш. частицами золы, шлака, песка, измелч. руды и др. Конструктивные особенности Б.н. обуславливаются необходимостью пропускания крупных твердых включений с высокой абразивностью. Б.н. имеют большие проходные сечения каналов проточной части, изготавливаются из износостойчивых материалов (между рабочим колесом и корпусом устанавливаются бродпедиски), наиболее изнашиваемые детали легко заменяются. Давление, создаваемое Б.н., не превышает 0,4 МПа. Б.н. служит на ТЭС для удаления золы из котельной. В связи с большим износом от элементов обычно устанавливаются 3 Б.н., каждый на полную подачу.

БАЙПАСИРОВАНИЕ ВОЗДУХА (от англ. *bypass* — обход) — движение воздуха (в системе кондиционирования воздуха) в обход воздухонагревателей, воздухоохладителей и камеры орошения. Б.в. предназначено для более гибкого регулирования параметров воздуха на выходе из теплообменных аппаратов. При этом часть воздуха поступает в аппарат, часть минует его. Б.в. камеры орошения позволяет создавать в разл. периоды года неск. вариантов режимов работы системы, обеспечивающих наименьший расход энергии на обработку воздуха.

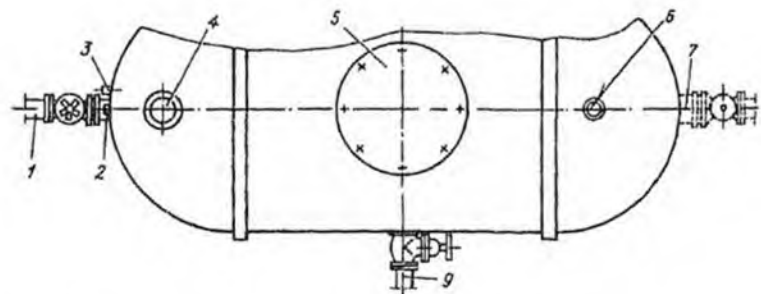
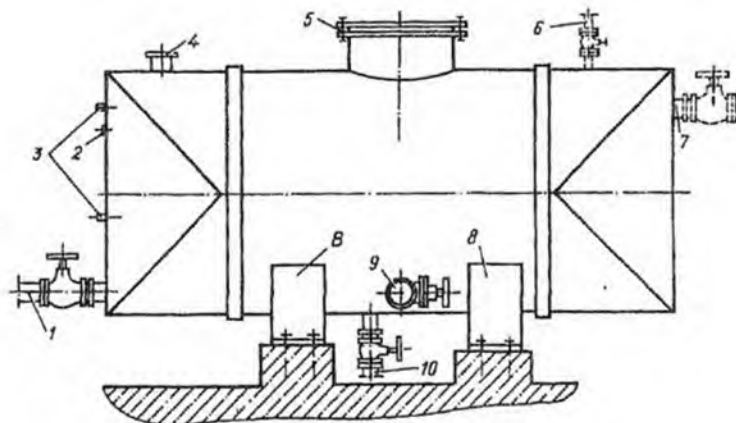
БАЙПАСНАЯ ПАНЕЛЬ — в системе кондиционирования воздуха предназначена для ручного дистанц. открытия или закрытия регулирующего органа с пневматич. исполнительным механизмом путем переключения потоков сжатого воздуха.

БАК КОНДЕНСАТНЫЙ — резервуар для сбора поступающего из системы парового отопления конденсата для последующей его перекачки конденсатным насосом в паровые котлы. Б.к. применяется в разомкнутых системах парового отопления низкого и высокого давлений. В

системах низкого давления Б.к., непосредственно соедин. с атмосферой, используются "под налив"; в системах высокого давления — герметичные, в к-рых конденсат и пролетный пар находятся под избыточным давлением. Б.к. представляет собой горизонт. стальной сосуд с эллиптич. или конич. днищем, в верхней части к-рого размещен герметичный люк для осмотра и чистки бака. Снабжен патрубками для приема конденсата из системы отопления и для слива конденсата при опорожнении бака, а также штуцерами для установки указателя уровня конденсата и сигнализатора уровня. Открытый Б.к. имеет патрубок для сообщения полости бака с атмосферой, закрытый — патрубок для установ-

конденсата при ручном пуске перекачивающих насосов и 15-минутному расходу при автоматич. включении конденсатных насосов.

БАК РАСШИРИТЕЛЬНЫЙ — сосуд, соедин. трубами с системой водяного отопления, предназначен. для приема излишков объема заполняющей систему воды, возникающих при ее нагревании. Б.р. может быть открытым, сообщающимся с атмосферой, и закрытым, находящимся под перем., но строго огранич. избыточным давлением. В крупных системах водяного отопления группы зданий Б.р. не устанавливаются, а гидравлич. давление регулируется при помощи пост. действующих



Конденсатный бак

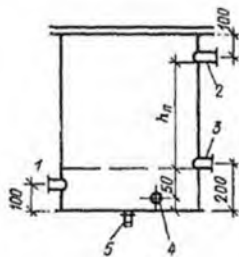
1 — патрубок для самотечного конденсатопровода; 2 — сигнализатор уровня; 3 — указатели уровня; 4 — предохранительный клапан, гидрозатвор или атмосферная труба (при открытом конденсатном баке); 5 — люк; 6 — паропровод (при закрытом конденсатном баке); 7 — патрубок перелива (при открытом баке); 8 — опоры; 9 — патрубок напорного конденсатопровода; 10 — патрубок сливной трубы

ки предохранительного клапана или выкидного приспособления и для отвода пролетного пара и пара вторичного вскипания. Вместимость бака принимается, как правило, равной одночасовому расходу

подпиточных насосов. Они также возмещают потери воды через неплотные соединения труб, в арматуре, приборах и др. местах систем. Поэтому Б.р. применяются в системах водяного отопления одного или неск. зданий при их тепловой мощности, огранич. 6 МВт, когда потери воды еще не вызывают пост. действия подпиточных насосов на тепловой станции. При выполнении осн. назначения Б.р. в системе поддерживается определ. гидравлич. давление. Кроме того, Б.р. предназначен для восполнения убыли объема воды в системе

при небольшой утечке и при понижении ее темп-ры, для сигнализации об уровне воды в системе и управления действием подпиточных приборов. Через открытый бак вода удаляется в водосток при переполнении системы. В отд. случаях, напр. в системе *гравитационного отопления*, открытый Б.р. может служить *воздухоохладителем* и *воздухоотводчиком*. Недостатки Б.р.: они громоздки, в связи с чем затрудняется их размещение в зданиях и увеличиваются бесполезные теплотери в *системах отопления*; в открытых Б.р. возможно при излишнем охлаждении воды поглощение воздуха из атмосферы, что вызывает внутрь коррозию стальных труб и приборов; требуется также прокладка в зданиях спец. соединит. труб.

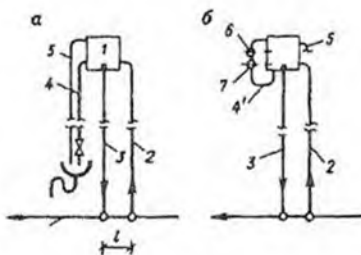
Открытый Б.р. размещается над верхней точкой системы (на расстоянии не менее 1 м) в чердачном помещении или на лестничной клетке и покрывается тепловой изоляцией. Иногда устанавливается *неизолированный Б.р.* в спец. утепл. боксе (будке), однако при этом повышается сто-



Открытый расширительный бак с патрубками для присоединения труб

1 — расширительной; 2 — переливной; 3 — контрольной; 4 — циркуляционной; 5 — патрубок с пробкой

имость монтажа, увеличиваются теплотери вследствие развития поверхности охлаждения и абсорбции воздуха водой. Б.р. изготавливаются цилиндрическими из листовой стали, сверху снабжаются люком для осмотра и окраски. В корпусе бака имеется неск. патрубков: патрубок, предназначенный для присоединения расширит. трубы, по к-рой в него поступает вода; патрубок у дна — для циркуляц. трубы, через к-рую отводится охлаждающаяся вода, обеспечивая циркуляцию в баке; патрубок для контрольной (сигнальной) трубы; патрубок для соединения Б.р. с переливной трубой, сообщающейся с атмосферой. Соединит. трубы открытого Б.р. показаны на схеме. В насосной системе отопления расширит. и циркуляц. трубы присоединяют к общей обратной магистрали, как правило, близ всасывающего патрубка циркуляц. насоса на расстоянии не менее 2 м одна от др. для надежной циркуляции воды через Б.р. Контрольную



Присоединение открытого расширительного бака к обратной магистрали в системе отопления а — с ручным контролем; б — с автоматизированной сигнализацией и регулированием уровня воды в баке; 1 — расширительный бак; 2, 3, 4, 5 — расширительная, циркуляционная, контрольная, переливная трубы; 6, 7 — реле верхнего и нижнего уровня воды в баке, соединенные трубой 4' с баком

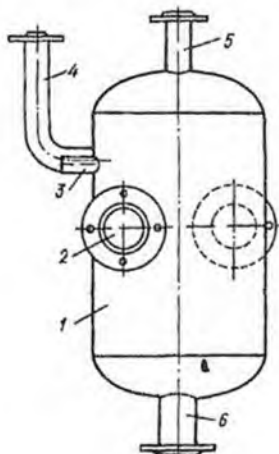
трубу выводят к раковине в *тепловом пункте* и снабжают запорным вентилем. При открывании его вытекание воды свидетельствует о ее наличии в Б.р., а следовательно, и в системе (уровень воды не должен быть ниже показ. на схеме штрихпунктирной линией). В малоэтажных зданиях короткая контрольная труба надежно обеспечивает сигнализацию о наличии или отсутствии воды в Б.р. В многоэтажных зданиях вместо длинной контрольной трубы, искажающей информацию о действит. уровне воды в системе, на Б.р. устанавливают 2 реле уровня, соедин. последовательно трубами с баком. Реле нижнего уровня предназначается для сигнализации (светом или звуком) об опасном падении уровня воды в Б.р., а также для включения подпиточной установки (клапана или насоса). Реле верхнего уровня служит для прекращения подпитки системы отопления.

Полезный объем Б.р., огранич. высотой h_n , должен соответствовать приросту объема воды, заполняющей систему отопления при ее нагревании до средней расчетной темп-ры. Этот объем в значит. степени зависит от вида *отопительных приборов*. Наибольшим он будет при использовании *чугунных радиаторов* отопительных малой глубины, наименьшим — при *конвекторах*. Кроме того, на объем Б.р. влияет вид выбранной системы отопления. Напр., для *однотрубной системы водяного отопления* с конвектором требуется открытый Б.р., имеющий полезный объем, примерно в 3 раза меньший, чем для *двухтрубной системы отопления* с радиаторами. Объясняется это сокращением вместимости не только отопит. приборов, но и труб уменьш. длины.

Закрытый Б.р. с воздушной или газовой (если используется азот или др. газ, отдел. от воды мембраной) "подушкой" герметичен, способствует уменьшению коррозии труб и приборов, может обеспечить в широком диапазоне перем. давления в

системе отопления. Когда образующийся при нагревании избыток объема воды поступает в закрытый Б.р., он сжимает воздух или газ, находящийся в нем (вода действует подобно поршню), при этом повышается давление как в Б.р., так и в системе в целом. Если объем бака или воздуха (газа) в нем окажется слишком мал, давление в низших точках системы может превысить макс. допустимое. С др. стороны, при понижении темп-ры воды давление в высших точках системы может оказаться ниже миним., необходимого для предупреждения таких недопустимых явлений, как вскипание воды или подсос воздуха из атмосферы. Следовательно, объем закрытого Б.р. строго обусловлен диапазоном изменения гидравлич. давления в системе. Объем Б.р. зависит также от объема и расчетной темп-ры воды в системе, от давления циркуляц. насоса и места включения его в *теплопровод* по отношению к центру нагревания воды и точке присоединения Б.р. Объем закрытого Б.р. при нач. давлении в нем, равном атм., получается больше объема открытого Б.р. Использование сжатого воздуха для повышения нач. давления сверх атм. (для "зарядки" Б.р.) позволяет уменьшить объем закрытого Б.р. Объем его уменьшается также при переносе в верхнюю часть здания и присоединении там к магистрали системы отопления. Конструкция закрытого Б.р. представляет собой стальной цилиндрич. сосуд, раздел. на 2 части резиновой мембраной. Одна часть предназначена для воды системы отопления, вторая заполнена газом под давлением. В Чехии, напр., выпускаются Б.р. с газом под давлением 50, 100 и 150 кПа для систем отопления зданий высотой до 15 м, рассчит. на макс. рабочее давление в системах 350 кПа. Место присоединения Б.р. к теплопроводу выбирается с учетом сохранения его гидравлич. связи с действующей частью системы при норм. использовании клапанов, задвижек и пр. запорной арматуры в др. отключаемой части системы отопления. Закрытые Б.р., размещаемые непосредственно в тепловых пунктах зданий или на тепловых станциях, в значит. степени лишены недостатков открытых Б.р. Однако для сокращения их объема путем искусств. увеличения внутр. давления требуются дополнит. оборудование и затраты электрич. энергии.

БАК-СЕПАРАТОР — резервуар для получения и отбора *пара вторичного вскипания* в системе *парового отопления* высокого давления. Б.-с. выполняется в виде вертик. цилиндрич. стального сосуда, в средней части к-рого имеется патрубок для подвода *конденсата*, в нижней — для слива его, в верхней — для отвода пара вторичного вскипания, установки предохранит. клапана и манометра. При по-



Бак-сепаратор

1 — цилиндрический сосуд; 2 — патрубки для подвода пароконденсатной смеси; 3 — манометр; 4 — предохранительный клапан или гидрозатвор; 5 — отвод пара вторичного испарения; 6 — отвод конденсата

ступлении в Б.-с. высокотемпературной пароконденсатной смеси давление ее вследствие расширения понижается и происходит частичное превращение конденсата в пар с одновременным отделением *пролетного пара*. Оставшийся конденсат сливается в бак конденсатной системы. Отводимый от Б.-с. пар используется в системах парового отопления низкого давления.

БАКИ-АККУМУЛЯТОРЫ В СИСТЕМЕ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ — баки-накопители горячей воды, сооружаемые между установками по приготовлению горячей воды и ее потребителями. Потребление горячей воды в жилых, обществ. и производств. зданиях в течение суток неравномерно. Если горячую воду подают синхронно с потреблением, то все элементы *центральной системы горячего водоснабжения* рассчитывают на макс. часовой расход теплоты. При установке между водозаборными приборами и источником горячей воды аккумуляющей емкости горячую воду можно подавать равномерно в течение суток соответственно спросу потребителя. При этом объем горячей воды, накопленный в часы миним. водозабора, используется при макс. потреблении. Наличие Б.-а. горячей воды позволяет рассчитывать все элементы системы горячего водоснабжения, установленные на них, включая поверхность нагрева водоподогревателей, на среднечасовой расход теплоты. Стоимость установки и обслуживания Б.-а. невелика, их технико-экономич. эффект очевиден, однако помещения для размещения Б.-а. в зданиях не предусматриваются. Можно размещать Б.-а. в *центральных тепловых пунктах*, но в этом случае технико-экономич.

эффект меньше, т.к. разводящие трубопроводы от них к водозаборным приборам необходимо рассчитывать на макс. часовой расход горячей воды.

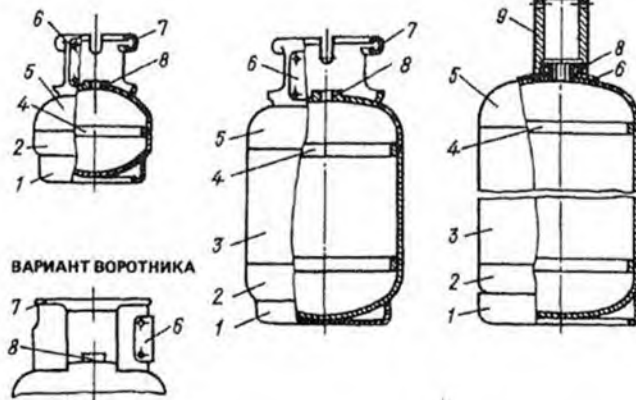
Б.-а. могут располагаться над верхней точкой системы горячего водоснабжения (на чердаке здания) и на нижних отметках здания. Их выполняют прямоугольной и цилиндрич. формы. Они должны иметь люки с крышками, а при высоте более 1,5 м — внутри. лестницы. При установке на чердаке здания Б.-а. является верхней точкой системы горячего водоснабжения, вода находится в нем под атм. давлением. Конструкция такого бака не рассчитана на избыточное давление в нем, и он может быть прямоугольным. Б.-а. оборудуют паровотводящим патрубком, сообщающимся с атмосферой переливной трубой. Вода отводится в систему горячего водоснабжения на высоте не менее 50 мм от дна и поступает в бак ниже ее уровня, вследствие чего уменьшаются вынос *шлама* и насыщение воды воздухом.

При нижнем расположении Б.-а. выполняют цилиндрич. формы и рассчитывают на макс. рабочее давление 0,6 МПа. Вода в нижнем Б.-а. всегда находится под избыточным давлением, поэтому его оборудуют предохранит. клапаном или гидрозатвором, предохраняющим от недопустимо высокого давления.

Исходной информацией для определения емкости Б.-а. служит режим потребления горячей воды по часам суток. Приняв за условную точку отсчета любой час суток, производят пошаговое (через каждый час) суммирование кол-ва воды, поданной в систему и потребл. в ней. Разность между этими величинами — объем воды, накопленный в Б.-а. Его рабочий объем равен макс. разности между поданным и потребл. кол-вом воды. Если в опре-

Баллоны для сжиженных газов стальные сварные

1 — башмак; 2, 5 — нижнее и верхнее днища; 3 — обечайка; 4 — внутреннее подкладное кольцо; 6 — паспортная таблица; 7 — воротник; 8 — горловина; 9 — колпак



ВАРИАНТ ВОРОТНИКА

дел. момент разность имеет знак минус, то рабочий объем Б.-а. равен сумме абсолютных макс. разностей.

БАЛЛОНЫ ДЛЯ СЖИЖЕННОГО ГАЗА — емкости для снабжения газом одно-, двухэтажных зданий, коммуна. и пром. предприятий. В зависимости от вместимости Б.с.г. бывают трех типов: вместимостью 2,5; 5; 12 и 27 л без обечайки, с воротником; 12 и 27 л с обечайкой и без нее, с воротником; вместимостью 50 и 80 л с обечайкой и колпаком.

В качестве осн. параметра Б.с.г. принята норма заполнения газом — 0,425 кг на 1 л емкости. Б.с.г. вместимостью 2,5; 5 и 12 л предназначены для туризма, использования в быту и лабораториях, на произ-ве и в полевых условиях. Б.с.г. вместимостью 27 л применяют в осн. в однобаллонных внутриквартирных установках, для плит и каминов со встроенными баллонами, в пром. и передвижных газовых установках с *горелками инфракрасного излучения*. Это типовой баллон для бытового *газоснабжения*. Б.с.г. вместимостью 50 и 80 л используют в наружных установках индивид. потребителей, когда их нельзя держать внутри помещения, в групповых газобаллонных установках для газоснабжения групп домов. Б.с.г. вместимостью 5 л свариваются из двух отштампов. дна. Б.с.г. вместимостью 12 л и более состоят из башмака, предназнач. для устойчивой вертик. установки и удобства переноски, нижнего и верхнего днищ, обечайки, горловины и воротника. Чтобы облегчить центровку обечайки и днищ, горловину и воротник приваривают к обечайке с применением внутр. подкладных колец. Толщина стенки обечайки и днищ определяется расчетами. Б.с.г. вместимостью 2,5; 5 и 12 л имеют толщину стенок 2 мм; вместимостью 27; 50 и 80 л — 3 мм.

БАРАБАН КОТЛА — стальной цилиндрич. сосуд под давлением, в к-ром

происходит парообразование; осн. элемент *барабанного котла*, к которому присоединяют кипят., опускные, питат. трубы, предохранит. клапаны и контрольно-измерит. приборы. Внутри Б.к. размещают сепарац. устройства. Б.к. изготовляют из листовой котельной стали диаметром 0,9—1,8 м, длиной до 40 м со штампов. днищами и лазом. Поверхность кипящей воды в Б.к., отделяющая водяной объем от парового, наз. зеркалом испарения, к-рое должно находиться между отметками низшего и высшего уровней воды в котле.

БАРАБАННО-ШАРОВАЯ МЕЛЬНИЦА — устройство для размола кусков твердых материалов. Основной элемент — барабан, частично заполненный шарами (30—60 мм) из стали или чугуна. Наибо-

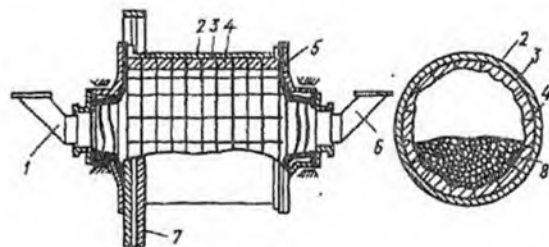


Схема барабанно-шаровой мельницы

1 — входной патрубок; 2 — барабан; 3 — броневые плиты; 4 — изоляция (от шума и тепловая); 5 — торцовый фланец мельницы; 6 — выходной патрубок; 7 — ведомая шестерня; 8 — шары

лее распространены барабаны диаметром 2—4 м и длиной 3—10 м, вращающиеся с частотой 10—40 об/мин вокруг своей оси. Материал измельчается ударами падающих шаров и истиранием. Б.-ш.м. применяют на ТЭС для размола углей, требующих тонкого помола, твердых углей (антрацит, тощие угли и др.) и углей, содержащих в значит. кол-ве примеси. Предварит. размельч. и подсуш. уголь (куски размером 10—20 мм) подают в барабан одновременно с подогретым воздухом (вентилируемая Б.-ш.м.) или без него (невентилируемая Б.-ш.м.). В вентилируемых Б.-ш.м. поток воздуха выносит из барабана мелкие частицы угля; в невентилируемых материал удаляется элеватором. Достоинство Б.-ш.м. — простота конструкции и надежность в работе; недостатки — значит. расход металла, сложность изготовления, высокая стоимость, большие габариты пылеприготовит. установок, высокий уд. расход электроэнергии.

БАРАБАННЫЙ КОТЕЛ — *водотрубный котел* с естеств. или принудит.

циркуляцией воды, имеющий один или неск. барабанов котла. См. также *Котлоагрегат*.

БАРБОТАЖНАЯ ПРОМЫВКА ПАРА — способ очистки (промывки)

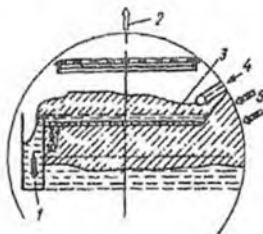
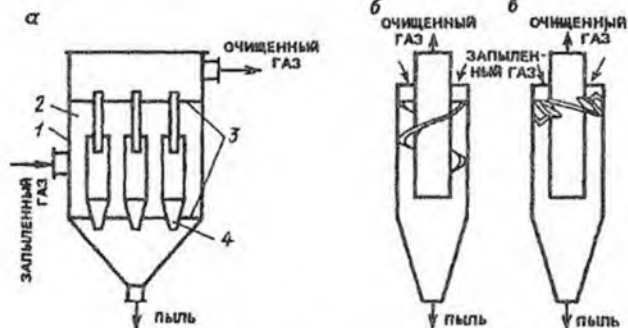


Схема барботажной промывки пара

1 — слив промывочной воды; 2 — пар после промывки; 3 — промывочный щит; 4 — промывочная вода; 5 — пароводяная смесь из циркуляционного контура



Батарейный циклон (а), элемент с направляющим аппаратом типов "винт" (б) и "розетка" (в)

пара, вырабатываемого в *паровом котле*, чистой водой от в-н, находящихся в нем в виде молекулярных и коллоидных растворов. Для этого необходимо обеспечить тесный контакт пара с промывочной водой, что достигается пропусканием пара через слой воды. Устройство для промывки пара представляет собой промывочный щит, расположен в паровом пространстве *барабана котла*. В качестве промывочной жидкости служит *питательная вода*, подаваемая из *водяного экономайзера* на щит и стекающая по коробам в водяное пространство. Щит делают из корыт или перфориров. листов железа. Для удовлетворит. работы промывочного устройства высота слоя воды на нем должна составлять около 70 мм. Пар промывают в осн. для снижения уноса кремниевой к-ты.

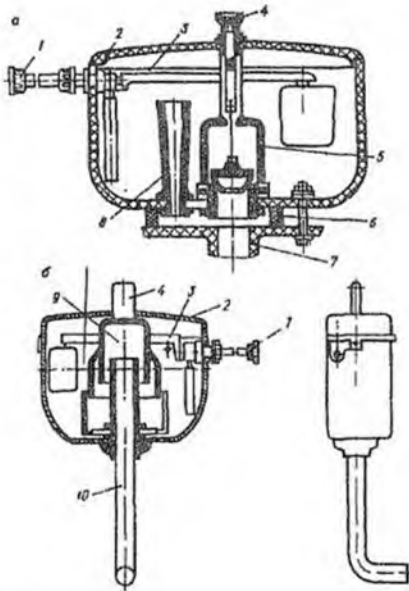
БАРБОТИРОВАНИЕ, *барботажа* (от франц. *barbotage* — перемешивание) — пропускание через жидкость газа или пара под давлением в барботерах — трубах с мелкими отверстиями (3—6 мм), сетчатых или колпачковых тарелках *абсорберов* и ректификац. колонн. При движении пузырьков газа (пара) через жидкость создается межфазная поверхность,

что способствует тепло- и массообменным процессам, а также хим. взаимодействию газов с жидкостями. Б. применяют для прогрева жидкости острым паром (напр., вторая ступень *деаэрации*), а также для перемешивания агрессивных жидкостей.

БАТАРЕЙНЫЙ ЦИКЛОН, *мультициклон* — аппарат для отделения твердых частиц от транспортирующих их газов (напр., летучей золы от дымовых газов, аэрозолей от воздуха). Состоит из неск. десятков параллельно включенных *циклонов* небольшого диаметра (100—250 мм), скопированных внутри общего кожуха. Под влиянием центробежной силы твердые частицы отделяются от движущихся по спирали газов и выпадают в нижнюю часть Б.ц. — бункер, из

к-рого их удаляют. Коэфф. сопротивления для Б.ц. $\xi = 85$. Уменьшение диаметра Б.ц. увеличивает эффективность удаливания твердых частиц. Существуют два типа Б.ц.: в первом вращат. движение пылегазовому потоку придается с помощью закручивающихся устройств типа "винта" или "розетки", во втором — типа "улитки" или "спирали".

БАЧОК СМЫВНОЙ — сан.-технич. прибор, устанавливаемый на *унитазе*, или *чаше туалетной* и предназначен. для смыва поступающих в них выделений человека в *канализационную сеть*. Б.с. состоит из корпуса с крышкой, наполнит. и спусковой арматуры, перелива, смывной трубы и пускового устройства. В зависимости от высоты расположения над унитазом или чашей туалетной различают высоко- (1500—1600 мм), средне- (600—700 мм) и низкорасположаемые (180—250 мм) бачки, а также непосредственно устанавливаемые на унитазе. По приводу в действие бывают полуавтоматич. (с ручным пуском) и автоматич. Б.с. При спуске с помощью рукоятки, кнопки или автоматич. устрой-



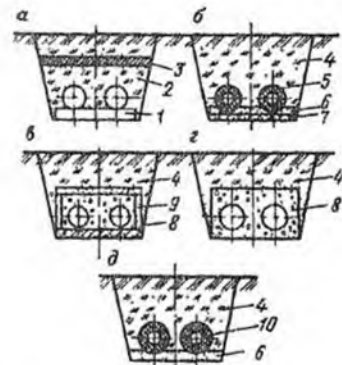
Бачок смывной

а — низкорасполагаемый с донным клапаном; б — среднерасполагаемый с сифонирующей спускной арматурой; 1 — подводный патрубков; 2 — корпус; 3 — клапан наполнительный поплавковый; 4 — рукоятка; 5 — спускная арматура с донным клапаном; 6 — резиновая прокладка; 7 — унитаз; 8 — перелив; 9 — спускная арматура сифонирующая; 10 — смывная труба

ства спускная арматура открывается, и вода из Б.с. через смывную трубу выливается в унитаз с заданным расходом, достаточным для его промывки и транспортировки фекальных стоков в канализационную сеть. После опорожнения Б.с. спускная арматура автоматич. закрывается, а наполнит. открывается, вследствие чего бачок заполняется водой, а затем автоматич. закрывается; таким образом Б.с. подготовлен к след. пуску. Наиболее распространена наполнит. арматура, состоящая из запорного клапана или мембраны, открываемых и закрываемых поплавково-рычажным устройством в зависимости от уровня воды в бачке. Спускная арматура представляет собой донный плавающий клапан с приводным механизмом (ручным или автоматич.) или трубчатый сифон, заполняемый водой путем подтопления (гибкий сифон) или вытеснения с помощью поршня (поршневый сифон). Перелив служит для аварийного сброса воды в канализационную сеть при неисправной наполнит. и закрытой спускной арматуре. Корпус Б.с. изготавливают преимущественно из керамики, пластмассы, полимера бетона; наполнит. и спускную арматуру — из пластмассы, латуни, нержавеющей стали или др. коррозионно-стойких материалов. Полезный объем воды в Б.с. обычно составляет 6—8 л, средний

расход воды, вытекающей в унитаз, — 1,6—2 л/с, время заполнения — не более 2 мин, время опорожнения — 4—5 с.

БЕСКАНАЛЬНАЯ ПРОКЛАДКА ТЕПЛОПРОВОДОВ — способ подземной прокладки, при к-ром теплопроводы находятся непосредственно в грунте. Б.п.т. — один из путей удешевления стоимости тепловых сетей. Теплоизоляция конструкции бесканального теплопровода состоит из 4 осн. слоев: антикорроз., теплоизоляц., гидроизоляц. и защитно-механич. Б.п.т. получили широкое распространение в СССР до 1941, затем нек-рое время применение их было прекращено из-за несовершенства конструкций. В 1949 была применена Б.п.т. с монолитной армопенобетонной изоляцией. Теперь для разл. грунтов широко применяют прогрессивные конструкции. За рубежом применение Б.п.т. не прекращалось. По конструкции тепловой изоляции Б.п.т. делят на засыпные, сборные, сборно-литые, литые и монолитные. Засыпная изоляция выполняется из сыпучих теплоизоляц. материалов на смонтиров. в траншеях и опрессов. трубопроводах. Распространена засыпка фрезерным торфом. В траншее трубы укладывают на бетонные или дерев. брусья (либо на сплошное бетонное основание) или непосредственно на подстилку изоляции. Слой изоляции плотно утрамбовывают. Под воздействием коррозии и просадки грунта наблюдаются частые разрывы сварных стыков труб. К изоляции засыпных конструкций предъявляются повыш. требования. Желательно, чтобы гранулы засыпной изоляции обладали высокой механич. прочностью, гидрофобностью, долговечностью и не содержали агрессивных в-в. За рубежом в качестве засыпных применяются гидрофобные материалы, монолит, термокрет, протексульт и др. Результаты эксплуатации зарубежных и отечеств. конструкций с засыпной изоляцией свидетельствуют о необходимости применения надежных антикорроз. материалов на трубах. В сборных прокладках тепловая изоляция уложена на трубы из штучных элементов (кирпичей, сегментов, скорлуп). В качестве тепловой изоляции применялись диатом, асбестоцемент, пенобетон и пр. На нее наносились гидроизоляц. и защитно-механич. слои (или один из них). Эти прокладки не оправдали себя из-за недостаточной герметичности оболочки и воздушного зазора между трубой и изоляцией, высокой гидрофильности изоляц. материалов. Такие прокладки целесообразно применять с пенобетоном или пеносиликатом при наличии гравийной обсыпки и надежной антикорроз. защите труб. В сборно-литых прокладках трубы укладывают в опалубку из пенобетонных плит. Пространство в опалубке заливают пенобетонной массой. После затвердения бето-



Типы прокладок

а — засыпные; б — сборные; в — сборно-литые; г — литые; д — монолитные; 1 — опора; 2 — засыпка изоляции; 3 — слой утрамбованной глины; 4 — грунт; 5 — формованная штучная изоляция; 6 — песчаная подсыпка; 7 — бетонная подготовка; 8 — пенобетон; 9 — плиты; 10 — монолитная тепловая изоляция

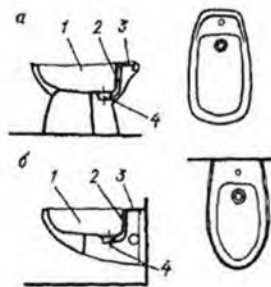
на образуется прочная оболочка, исключаяющая независимое перемещение трубы при темп-рных удлинениях. В отд. конструкциях трубопроводы предварительно изолируют слоем минер. ваты, затем заливают твердеющей массой, к-рая после усадки цемментируется. В таком исполнении трубы при удлинении свободно перемещаются в оболочке, и конструкция становится подобна канальной. Для изготовления литых Б.п.т. широко применяется пенобетон. За рубежом распространены материалы на основе битумных композиций. Заливка труб проводится непосредственно на трассе в передвижную опалубку или пост. формы оболочки. В прокладках, применяемых за рубежом, пенобетон покрывают гидрозащитным покрытием. Разновидностью литых являются монолитные прокладки, в к-рых теплоизоляц. слой прочно сцепляется с поверхностью трубы. Монолитные конструкции изготавливают на заводах путем накручивания арматурной сетки с небольшим зазором от поверхности очищ. от ржавчины трубы и заливки твердеющего раствора вокруг трубы в спец. формах. После термообработки масса прочно сцепляется с металлом труб, образуя монолитную конструкцию. Монолитные оболочки при тепловом удлинении перемещаются в грунте вместе с трубами. Оболочки, выполненные из бетонов, при прокладке во влажных грунтах требуют надежной гидроизоляции.

Теплопроводы, прокладываемые бесканальным способом, в зависимости от характера весовых нагрузок подразделяются на разгрузк. и неразгрузк. К первым относятся конструкции, в к-рых теплоизоляц. покрытие обладает достаточной механич. прочностью и разгружает теплопроводы от внеш. нагрузок (веса грунта, веса проходящего на поверхности транспорта и т.п.). К

ним относятся литые, сборно-литые и монокристаллические. К неразгруж. относятся засыпные теплопроводы. Теплопроводы с диаметром трубопроводов до 500 мм рекомендуются прокладывать преимущественно бесканальным способом.

БЕСКОМПРЕССОРНАЯ СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА — система, в к-рой для холодоснабжения *воздухоохладителей* используют принцип косвенного *испарительного охлаждения воздуха*. Состоит из осн. и вспомогат. *кондиционеров*. Первый предназначен для обработки в теплое время года приточного воздуха, охлаждение к-рого происходит в двух ступенях *теплообменных аппаратов*. Вспомогат. кондиционер в теплое время используют для испарит. охлаждения воды, питающей воздухоохладители первого кондиционера, в холодное — как осн., подающий в помещение увлажн. приточный воздух. Вспомогат. кондиционер оснащен по ходу воздуха *поверхностным воздухоохладителем* и двумя оросит. форсуночными камерами. Вторая по ходу воздуха *камера орошения* служит для охлаждения воды, поступающей во вспомогат. *поверхностный воздухоохладитель* и первую ступень охлаждения осн. кондиционера. Она же предназначена для охлаждения воды, поступающей на вторую ступень охлаждения осн. кондиционера. Такая конструкция позволяет понизить темп-ру приточного воздуха по сравнению с его темп-рой при обычной системе косвенного испарительного охлаждения.

БИДЭ — сан.-технич. прибор для гигиенич. процедур. Состоит из чаши, прикрепляемой к полу (напольной) или к стене (консольной), сифона с выпуском-



Бидэ

а — напольное; б — консольное; 1 — чаша; 2 — перелив; 3 — отверстие для установки смесителя; 4 — отверстие для установки выпуска с пробкой и сифона

пробкой и переливом, установл. в отверстии в дне чаши, и водоразборного смесителя на борту чаши. Сифон подключается к *канализационной сети*, а смеситель — к холодному и горячему водопроводу. Смеситель для Б. имеет поворотный шарнир-

ный насадок на конце излива и переключатель потока теплой воды для обогрева борта чаши. Пользуются Б., сидя на борту чаши лицом к смесителю. Открывают его, регулируя расход и темп-ру воды, и, поворачивая в нужном направлении насадок излива или наполнив чашу, выполняют гигиенич. процедуру. Сточная вода отводится через выпуск и сифон. Чашу обычно изготавливают из керамики или полимербетона.

БИОКОНТАКТОР, дисковый биофильтр — сооружение для биологич. очистки сточных вод, содержащих гл. обр. органич. загрязнения. Он представляет собой вращающийся барабан с

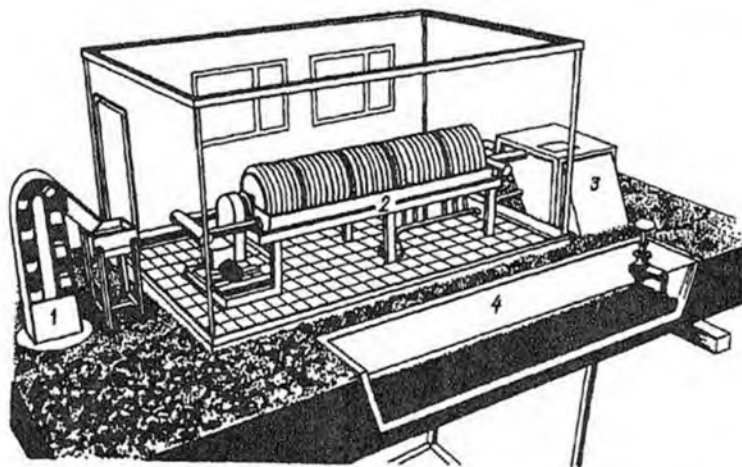


Схема станции с биоконтактором

1 — приемный колодец с водоподъемным устройством; 2 — биоконтактор; 3 — отстойник; 4 — иловая площадка

насадкой для закрепления микроорганизмов, осуществляющих очистку сточных вод, погруж. на 0,3—0,4 диаметра в сточную жидкость. Барабан — основной элемент Б. выполняют из разл. материалов, чаще всего из пластмасс. Насадка может быть выполнена из дисков, волнистых листов, кусочков труб, элементов разл. формы, помещенных в сетчатый барабан, труб, закрепленных горизонтально или под различными углами к оси вращения, волокнистых материалов, закрепленных на стержне, сеток и мн. др. Частота вращения барабана — 1—5 об/мин, диаметр — до 3 м, длина — до 6 м. Б. широко применяют за рубежом благодаря малым расходам электроэнергии (в 3—4 раза меньше, чем в *азротенках*), простоте эксплуатации и надежности в работе. Они обеспечивают очистку сточных вод до БПК 15—20, взвешенных в-в — 20—30 мг/л. В отечеств. практике Б. не получили достаточного распространения из-за сравнит. низ-

кого эффекта очистки и большого расхода пластмасс, цена к-рых в нашей стране еще высока. Наибольший эффект очистки достигается при выполнении барабана с насадкой из волокнистых материалов — ершей или при разделении барабана на секции с насадками из разных материалов, наиболее благоприятных для развития микроорганизмов на каждой стадии очистки, что позволяет снизить органические загрязнения по БПК и содержание взвеш. в-в до 3—5 мг/л.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПРУД — сооружение для очистки или доочистки городских, производств. или поверхностных сточных вод посредством окисления орга-

нич., а также минер. примесей кислородом атм. воздуха. Они могут быть с естеств. и искусств. аэрацией. Очистные и доочистные Б.п. проектируют из трех—пяти последоват. ступеней (секций) и не менее чем из двух паралл. отделений с возможностью отклонения каждого из них. Городские сточные воды после Б.п. следует хлорировать. В нек-рых случаях при цветении воды в Б.п. возникает необходимость хлорировать воду и перед ним. Каждая секция Б.п. должна иметь геометрич. размеры, обеспечивающие гидравлич. режим, близкий к "идеальному" вытеснению содержащейся в нем воды поступающей сточной жидкостью. Для этого соотношение длины и ширины секции должно быть не менее 20:1. При меньшем соотношении для обеспечения режима, приближающегося к "идеальному" вытеснению, следует впускные и выпускные устройства располагать таким образом, чтобы создавалось движение сточной вод по в-му живому сечению Б.п. При глубине Б.п. до 2 м расстояние между впускным и выпускным устройствами не должно превышать 10—15 м. При этом отношение суммы площа-

дей сечений труб или сопел к площади сечения распределит. труб не должно превышать 30%. Перед Б.п. должна предусматриваться грубая механич. очистка сточных вод с помощью решеток.

В Б.п. с естеств. аэрацией должна поступать сточная вода с БПК_п не более 200 мг/л. Пропускная способность этих Б.п. обычно не превышает 500 м³/сут. При более высокой БПК_п перед Б.п. рекомендуется предусматривать отстаивание сточной воды. Нагрузка на Б.п. для доочистки сточных вод обычно не превышает 10 000 м³/сут при БПК_п не более 25 мг/л. В Б.п. с естеств. аэрацией следует очищать сточную воду с темп-рой не ниже 10°C.

Время пребывания воды в очистном и доочистном Б.п. назначают в зависимости от БПК сточной воды, коэфф. использования объема Б.п. и константы скорости потребления кислорода. Для Б.п. с соотношением длины к ширине 3:1—1:1 или Б.п. в виде естеств. местных водоемов (запруд, речек, озер и т.п.) с сильно изрезанными берегами коэфф. использования пруда обычно не превышает 0,35—0,4; для Б.п. с соотношением длины к ширине 20:1 и более или Б.п. в виде естеств. водоемов удлиненной формы со спокойными берегами (балки, овраги) этот коэфф. может возрасти до 0,8—0,9.

Константу скорости потребления кислорода в Б.п. определяют экспериментально в зависимости от темп-ры сточной воды с учетом площади зеркала воды и глубины Б.п. Для городских сточных вод или близких к ним по составу производств. сточных вод константа скорости потребления кислорода составляет 0,1—0,4 сут⁻¹. Глубину очистного Б.п. с естеств. аэрацией принимают до 0,5 м — при БПК_п более 100 мг/л и не более 1 м — при БПК_п до 100 мг/л. Глубину доочистного Б.п. назначают около 2 м — при БПК_п 20—40 мг/л и около 3 м — при БПК_п менее 20 мг/л. В Б.п. с естеств. аэрацией остаточная БПК_п, мг/л, может составлять: летом 2—3, при интенсивном цветении Б.п. — 5, зимой — 1.

Б.п. с искусств. аэрацией в 5—6 раз более производительны, чем Б.п. с естественной. В такие Б.п. рекомендуется направлять сточные воды БПК_п, равной 200—500 мг/л. При БПК_п более 500 мг/л необходима предварит. очистка сточных вод. Сточные воды, направляемые на доочистные Б.п. с искусств. аэрацией, имеют БПК_п не более 50 мг/л. Предварительно они проходят традиц. биологич. или физ.-хим. очистку. Искусств. аэрация может осуществляться механич., пневматич., струйными, плавающими или стационарными аэраторами. Глубина Б.п. с искусств. аэрацией определяется возможностями аэраторов и местными условиями,

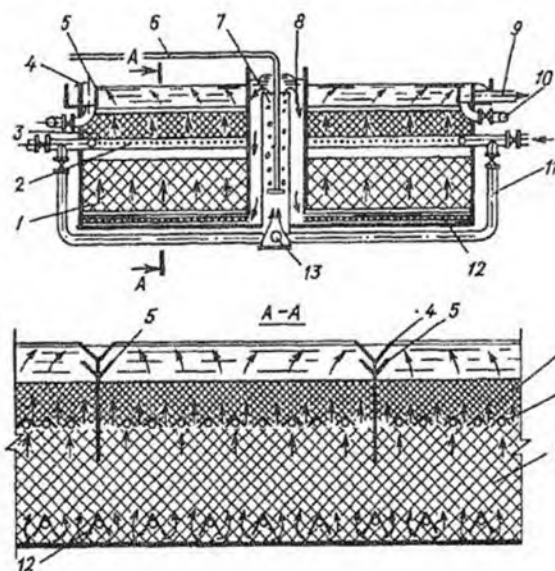
напр. уровнем грунтовых вод. Учитывая, что механич. аэраторы создают мощные циркуляц. потоки, способные размывать дно Б.п., глубину его следует принимать не менее 3—4 м. При слабых грунтах под механич. аэратором устраивают отстойку. Определяя время пребывания воды в очистном и доочистном Б.п. с искусств. аэрацией, константу скорости потребления кислорода принимают в неск. раз большей, чем для прудов с естеств. аэрацией. Цветение воды в таких Б.п. подавляется. Для очистных прудов остаточная БПК_п может составлять, мг/л: летом — 3, зимой — 1; для доочистных — летом — 1, зимой — 0,5.

Глубина очистки воды в Б.п. от органич. в-в и биогенных элементов (азота и фосфора) в вегетац. период повышается при использовании высшей водной растительности, к-рую высаживают либо в последней ступени Б.п., либо за ней. Площадь, занимаемую высшей водной растительностью, определяют из расчета нагрузки по воде 10 000 м³/сут на 1 га, при плотности посадки 150—200 растений на 1 м². При размещении высшей водной растительности в последней секции доочистного Б.п. его площадь увеличивают на величину площади, занимаемой растительностью. В этом случае 40% водной растительности рекомендуется размещать в головной части секции Б.п. и 60% — в выходной. Водная растительность должна высаживаться сплошной стеной от одного берега Б.п. до другого перпендикулярно направлению движения воды, полностью его перегородивая. Глубина секции Б.п. в зоне размещения растительности должна быть 1—1,5 м. Не менее чем за 1 мес до окончания вегетац. периода водную растительность в первый год посадки необходимо скосить на 1/4 площади, во второй год — на другой 1/4 площади посадки и т.д. На пятый год посадки растительность скашивается вновь на первой 1/4 площади ее посадки. Скашивать следует полосами, перпендикулярными направлению движения воды. Скошенную растительность следует убирать за пределы пруда.

БИОПЛЕНКА БИОФИЛЬТРА — комплекс микроорганизмов, обволакивающих тонким слизистым слоем *загруженный материал биофильтра*. Толщина слоя Б.б. обычно не превышает 3 мм. Потоком обрабатываемой сточной воды отработавшая Б.б. выносятся из биофильтра и осаждаются в отстойниках, а затем подается на сооружения по обработке осадка. Кол-во выносимой Б.б. в зависимости от вида биофильтра составляет в пересчете на сухое в-во 8—28 г на 1 чел/сут, а ее влажность — 96%. Б.б. — сложный биоценоз, представленный микроорганизмами разных систематич. групп — бактериями, простейшими, грибами, водоросля-

ми, нек-рыми многоклеточными животными (колорадки, черви, личинки насекомых, водные клещи, низшие ракообразные). Биоценозы формируются под влиянием хим. состава и концентрации органич. загрязнений сточных вод, ее темп-ры, активной реакции, растворенного кислорода, условий эксплуатации биофильтра. Бактерии играют главную роль в изъятии и окислении органич. примесей сточных вод. Осн. часть бактерий сосредоточена в верхней зоне биофильтра глубиной до 0,5 м. Там же интенсивно развиваются грибы, нитчатые бактерии, бесцветные жгутиковые, водоросли, происходит интенсивный прирост биомассы при относит. небольшом видовом разнообразии. В средней зоне биофильтра в связи со снижением кол-ва питат. в-в уменьшается численность гетеротрофов (грибов и бактерий, особенно нитчатых). При меньшем приросте биомассы наблюдается большее разнообразие микроорганизмов. Нижняя зона биофильтра характеризуется большим видовым разнообразием организмов при малой их численности и небольшом кол-ве биомассы. Отмечены сезонные колебания видового состава биопленки. Представители биоценозов Б.б. связаны между собой пищевыми отношениями. Низшее звено или первый трофич. уровень в цепи питания составляют гетеротрофные бактерии, грибы, сапрозойные простейшие; второй — голзойные простейшие, питающиеся бактериями; третий — многоклеточные организмы. Сквозь слой Б.б. осуществляется пульсирующая нестационарная фильтрация сточной воды. На поверхности и в объеме Б.б. параллельно осуществляются процессы: изъятия в-в, находящихся в нерастворенном и растворенном состоянии; биодegradации органич. загрязнений; энергетич. и конструктивного метаболизма. Норм. ход биохимич. процессов окисления обеспечивается за счет диффузии кислорода из газовой фазы (воздуха) в жидкую фазу, а затем в клетку. По толщине слоя биопленки различают зоны благоприятной (верхний слой) и неблагоприятной (нижний слой) кислородного режимов, в к-рых преимущественно развиваются соответственно аэробные и анаэробные микроорганизмы. Основная задача при эксплуатации биофильтров любого вида — обеспечение благоприятных условий для существования биоценозов Б.б.

БИОСОРБЕР — комбинир. сооружение для доочистки гор. и производств. сточных вод от СПАВ, нефтепродуктов, красителей и др. трудноокисляемых органич. загрязнений, а также от взвеш. в-в и соединений азота до ПДК. Биоразлагаемая часть органич. загрязнений сточных вод при насыщении жидкости кислородом окисляется в биопленке микроорганизма-



Биосорбент с верхним фильтрующим слоем

1 — слой взвешенной загрузки; 2 — дренажная система; 3 — слой плотной загрузки; 4 — водослив очищенной воды; 5 — водослив промывной воды; 6 — воздухопровод; 7 — труба эрлифта; 8 — камера дегазации; 9 — отвод очищенной воды; 10 — отвод промывной воды; 11 — циркуляц. трубопровод; 12 — водораспределит. система; 13 — подача сточной воды

ми, закрепленными на поверхности частиц загрузочного материала (активиров. угля), аналогично тому, как это происходит в биологич. фильтрах. При этом харики загрузочного материала практически не влияют на процесс окисления. Биорезистентная часть органич. загрязнений диффундирует через биологич. пленку к поверхности частиц активиров. угля, не подвергаясь биологич. окислению. Далее они совместно с эакоферментами, выделяемыми микроорганизмами, адсорбируются в микропористой структуре активиров. угля. При совместной адсорбции в микропористой структуре сорбента возникают условия, обеспечивающие ферментативную модификацию этих биорезистентных соединений в биоразлагаемую форму. При этом способность сорбента удерживать модифициров. продукт существенно понижается. В результате он диффундирует из микропористой структуры к биопленке (с внутр. стороны). В биопленке происходит окончательное биологич. окисление модифициров. продукта микроорганизмами. В результате осуществляется непрерывная биологич. регенерация сорбента.

Б. содержит псевдооживленный и плотный слой гранулированного активиров. угля (сорбента) и обеспечивает процессы адсорбции загрязнений, их биологич. окисление микроорганизмами, закрепл. на поверхности сорбента, и их ферментами, иммобилизованными в его микропористой структуре (биологич. регенерация), а также удаление взвеш. в-в. Б. не требуют регенерации или добавления в сооружение свежего активиров. угля и эффективны для глубокой очистки и доочистки природных и сточных вод. После полной биологич. очистки сточных вод Б.

при времени обработки воды 0,5—1 ч обеспечивают снижение БПК_{полн} до 1—3 мг/л, ХПК на 40—50%. Содержание СПАВ, нефтепродуктов, соединений азота, сернистых соединений и красителей снижается до норм ПДК.

Б. могут выполняться прямоугольными или круглыми в плане и состоят из: рабочих секций (ячеек), загруз. гранулиров. активиров. углем и оборудов. спец. водосборными и водораспределит. системами; аэрац. резервуара, оборудов. устройствами для насыщения жидкости кислородом; резервуара промывной воды (возможен режим работы без промывного резервуара); насосной установки или воздуходувки, контрольно-измерит. прибор. шкафа управления. Ячейка Б. представляет собой резервуар, загруз. гранулиров. активиров. углем. В нижней части ячейки размещено водораспределит. устройство, соедин. с аэрац. резервуаром. Выше псевдоожив. слоя сорбента находится сужающее сборно-распределит. устройство, водосборные трубы к-рого сообщаются с циркуляц. насосом (или эрлифтом). Над сужающим устройством образуется плотный слой сорбента, выше к-рого размещены лотки отвода промывной воды и лотки отвода очищ. воды. Соединит. трубопроводы оборудованы автоматич. запорными клапанами.

Очистка сточной воды осуществляется в процессе адсорбции загрязнений. Избыточная масса микроорганизмов, прирастающих в процессе очистки, отмывается от сорбента в псевдоожив. слое и отделяется от очищ. воды фильтрованием в плотном слое активиров. угля. Здесь же происходит окончат. доочистка воды от растворенных органич. загрязнений. Фильтрующий слой периодически регенерируется

обратной промывкой.

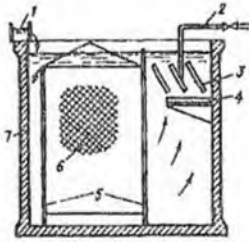
В качестве загрузочного материала для Б. используются гранулиров. активиров. угли типа АГ-5 и АГМ. Для них нач. псевдооживления происходит при скорости восходящего потока жидкости 5—6, а устойчивый псевдоожив. слой образуется при скоростях 30—35 м/ч, при этом степень расширения слоя сорбента составит 30—40%. Скорость фильтрования восходящего потока воды при расположении плотного фильтрующего слоя в верхней части Б. не должна превышать 3,5—4 м/ч; при расположении фильтрующего слоя внизу скорость фильтрования нисходящего потока может достигать 8 м/ч. В зависимости от состава загрязнений воды и требований к качеству очищ. воды в Б. (помимо активиров. угля) могут использоваться др. загрузочные материалы: для удаления БПК и соединений азота — дробленый клиноптилолит; для глубокого удаления соединений, определяемых БПК и нефтепродуктами, — дробленый керамзит; для удаления биорезистентных или токсичных соединений (напр.: СПАВ, красителей, хлорорганич. соединений) — только активиров. уголь.

Для сбора и распределения потоков жидкости в Б. наиболее эффективны распределители дырчатого типа с защитными патрубками, предохраняющими эти системы от попадания активиров. угля и обеспечивающие равномерное распределение и сбор жидкости, образование устойчивого псевдоожив. слоя и эффективную промывку фильтрующего слоя.

В качестве циркуляционно-аэрац. систем используют устройства с эрлифтами и с насосами. Эрлифтные отличаются простотой, одновременно выполняют двойную функцию — перекачивают жидкость, образуют псевдоожив. слой, и насыщают циркуляц. поток кислородом. Б. с эрлифтной циркуляцией более компактны, но требуют установки воздуходувок. Надежны циркуляц. системы с насосами и аэраторами эжекторного, струйного или противоточного типов. Эти системы могут применяться также для аэрации технич. кислорода вместо воздуха.

Для гидравлич. расчета водораспределит. и водосборных систем Б. могут использоваться методики расчета аналогичных систем для скорых фильтров с учетом особенностей работы этих элементов в Б.

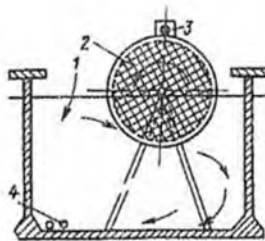
БИОТЕНК — аэротенк с насадкой, изготовляемой в виде кассет или блоков из жестких элементов или гибких рулонных материалов. Кассеты или блоки заполняются кольцами, кусками пеноматериалов (пемза, пеностекло и т.п.), гофриров. листами или сетками из пластмассы или волоконистых материалов. Насадка позволяет увеличить концентрацию ила в Б. за счет закрепления микроорганизмов на



Коридорный биотенк с низконапорной аэрацией

1 — трубопровод сточных вод; 2 — воздуховод; 3 — загрузка над аэратором; 4 — аэратор; 5 — направляющие; 6 — основная нагрузка; 7 — скоба

ней. С увеличением концентрации ила возрастает пропускная способность Б., которая в обычных условиях лимитируется работой вторичных отстойников, не способных разделить иловые смеси при концентрации свыше 4—6 г/л. При использовании в качестве насадки насыпных и волокнистых материалов (напр., в виде



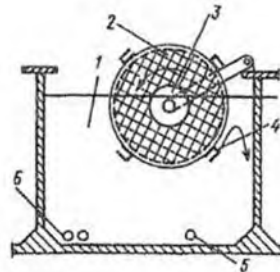
Биотенк с роторным биофильтром с электро-механич. приводом

1 — аэротенк; 2 — роторный биофильтр; 3 — электро-механич. привод; 4 — пневматич. аэраторы

ершей) необходимо предусматривать их периодич. регенерацию от чрезмерного накопления биомассы путем интенсивной аэрации.

Разновидностью Б. являются аэротенки, оборудованные роторными биофильтрами, в которых часть активного ила закрепляется на поверхности насадки, размещенной во вращающемся полупогруженном барабане ротора. Насадка роторов может выполняться в виде блоков из листов гофриров. пластмассы, насыпной загрузки из пластмассовых колец или рулонов из пластмассовых сеток, а также из металлич. и пластмассовых дисков и т.п. Роторы могут вращаться от собств. электро-механич. приводов или с помощью воздуха, заполняющего погруженные в воду ковши, закрепленные на барабане. Оборудование Б. роторными биофильтрами позволяет существенно (в 1,5—2 раза) повысить их пропускную способность без увеличения размеров вторичных отстойников и производительность воздухоуд-

ных станций, поскольку в них осуществляется непосредственный контакт вращающейся загрузки с атмосферным воздухом. Повышенная концентрация биомассы активного ила в Б. обеспечивает их устойчивость к высоким концентрациям загрязнений в поступающих сточных водах. Эти сооружения применяют для очистки производств. сточных вод, состав которых обуславливает развитие в активном



Биотенк с роторным биофильтром с пневматич. приводом

1 — аэротенк; 2 — плавающий роторный биофильтр; 3 — поитон ротора; 4 — ковши для захвата воздуха; 5 — аэратор пневмопривода; 6 — аэраторы

иле нитчатых микроорганизмов. Последние вызывают т.н. вспухание ила, т.е. увеличение его объемной концентрации, что делает почти невозможным его отстаивание (напр., при очистке сточных вод молокоперерабатывающих предприятий, плодоовощных консервных заводов и т.п.).

БИОТОПЛИВО — традиц. возобновляющийся энергетич. ресурс, образующийся из биомассы растений и животных. Типичное Б. — древесина и с.-х. растит. и животные отходы. Осн. источник Б. — леса, занимающие 30% суши и дающие ежегодно до 50 млрд т условного топлива, солома — побочный продукт при производстве зерновых (1,5 млрд т в год) и сахарного тростника (110 млн т). Б. обеспечивает до 10% мирового потребления первичной энергии и пока является осн. источником тепловой энергии у населения развивающихся стран. За счет древесины обеспечивается 20% общего потребления энергии в Латинской Америке, 60% — в Африке, 10% — в Азии. В 80-е гг. в странах ЕЭС использование Б. достигло 1,3—1,7 ЭДж (43—57 млн т условного топлива), что составляет 2,5—3% общего энергопотребления. Одно из направлений использования Б., особенно в развивающихся странах — произ-во из с.-х. отходов искусств. газообразного и жидкого котельного топлива методом ферментации (сбраживания), который позволяет при неглубокой переработке получить метан, при глубокой — метиловый и этиловый

спирты. Метан можно применять в отопит. котельных с.-х. комплексах, особенно при их удалении от транспортных магистралей и р-нов добычи ископаемых топлив.

БИОФИЛЬТР, биологический фильтр — сооружение для искусств. биологич. очистки сточных вод. Первые Б. появились в Англии в 1893, а в России — в 1908. Примерно в середине XX в. интерес к Б. резко понизился, т.к. было установлено, что аэротенки более производят. и легко управляемы, но их эксплуатация связана с большими энергозатратами. В 60—70-е гг. в связи с энергетич. проблемами и появлением пластмасс. загрузки Б. вновь получили широкое распространение. Б. состоит из: фильтрующей загрузки; дренажного устройства для удаления смеси обработанной сточной воды и отработанной биопленки биофильтра; воздухоподводящей системы, с помощью которой обеспечивается поступление внутрь Б. необходимого для окислит. процессов воздуха. Высота слоя загрузочного материала, размещаемого над дренажным устройством, составляет в зависимости от конструкции Б. 1—16 м, однако наиболее распространенной является высота слоя загрузки 2—4 м. Расстояние между дренажным устройством и дном Б. не ме-

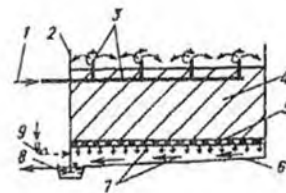


Схема биофильтра

1 — сточная вода; 2 — корпус резервуара; 3 — водораспределит. система; 4 — загрузочный материал; 5 — дренажное устройство; 6 — дно; 7 — смесь обработанной сточной воды и отработанной биопленки; 8 — гидравлический затвор; 9 — вентилятор и система воздухоподдачи

нее 0,6 м. С учетом климатич. условий р-на стр-ва, пропускной способности очистных сооружений, режима притока сточных вод, их темп-ры и вида загрузочного материала Б. размещают в отапливаемых или неотапливаемых помещениях либо на открытом воздухе, что обосновывают технологич. расчетом.

Сточная вода фильтруется через загрузочный материал, поверхность которого покрыта биопленкой. Органич. загрязне-

ния сточных вод, находящиеся в растворенном, коллоидном и нерастворенном состоянии, сорбируются на биопленке и служат источником питания, энергии и развития сообщества микроорганизмов. Отработавшая биопленка смывается протекающей водой и выносится из Б. Последующее разделение вынесенной биопленки и обработанной сточной воды осуществляется в отстойниках. Кислород, необходимый микроорганизмам для норм. хода биохимич. процессов окисления органич. загрязнений сточных вод, поступает в толщу загрузки как естеств. путем за счет разницы парциального давления кислорода и темп-ры в газовых фазах внутри загрузочного материала Б. и вне его, так и искусств. за счет вентиляции Б. Темп-ра внутри Б. должна быть не менее 6°C во избежание прекращения биохимич. процессов окисления органич. загрязнений сточных вод микроорганизмами биопленки. В Б. большой пропускной способности необходимая темп-ра поддерживается за счет круглосуточного притока сточных вод, темп-ра к-рых практически всегда превышает $8-10^{\circ}\text{C}$. В этом случае утепления Б. не требуется. Б. малой пропускной способности (до $500-1000 \text{ м}^3/\text{сут}$) следует размещать в утепл. помещениях во избежание переохлаждения обрабатываемых сточных вод и биопленки или их замерзания, особенно в ночное время (зимой), когда приток воды уменьшается или прекращается. В зимнее время внутри Б. может подаваться подогретый воздух.

Б., как и любой другой биоокислитель, представляет собой открытую экологич. систему огранич. в пространстве, включающую живую (биоценоз биопленки) и неживую (конструктивная часть Б., компоненты движущихся жидкой и газовой фаз) среду, обеспеч. источниками энергии и питания. Экологич. система — биофильтр отличается устойчивым равновесием, т.е. способностью за счет саморегулирования возвращаться в исходное состояние по пропускной способности и эффективности работы после отклонений от стабильного режима в результате воздействия окружающей среды и условий функционирования. Многообразие видового состава биоценозов является показателем жизнестойкости системы. Эффективность и пропускная способность работы Б. зависят от многих факторов: влияния окружающей среды, состава сточных вод, режима эксплуатации, конструкции Б., состава биоценозов биопленки и др.

Б., как правило, устанавливают после сооружений механич. очистки. Они могут осуществлять полную и неполную биологич. очистку. Б. классифицируют по различным признакам, основным из к-рых является конструктивная особенность загрузочного материала. По этому признаку Б. делят на *биофильтры с объемной за-*

грузкой и биофильтры с плоскостной загрузкой. По технологич. схеме работы станций биофилтрации Б. могут устанавливаться в одну, две и более ступеней. При двухступенчатой биологич. очистке в качестве первой ступени целесообразно применять Б. с плоскостной загрузкой, а в качестве второй — Б. с объемной загрузкой или азротенк. На каждой ступени рекомендуется иметь не менее двух рабочих секций Б. Расчет Б. производится с учетом таких факторов, как состав сточных вод и необходимая степень их очистки, конструктивные особенности сооружения и загрузочного материала, местные условия и др. При необходимости снижения концентрации органич. загрязнений (по БПК) в сточных водах перед подачей их на Б. применяют рециркуляцию. Такой технологич. прием заключается в смешивании сточных вод, прошедших стадии первичной механич. и биологич. очистки. Полученную смесь подают в водораспределит. систему Б. Рециркуляц. расход или коэфф. рециркуляции определяют в зависимости от допустимых значений БПК смеси и сточных вод после первичной механич. и биологич. очистки. Рециркуляцию сточных вод применяют также на станциях биофилтрации при перерывах в поступлении сточных вод более $0,5-1 \text{ ч}$ во избежание пересыхания биопленки и снижения эффективности работы Б. В отечеств. практике Б. применяют для очистки хозяйственно-бытовых и производств. сточных вод при пропускной способности очистных сооружений до $50 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$. В зарубежной практике имеются станции биофилтрации более высокой пропускной способности.

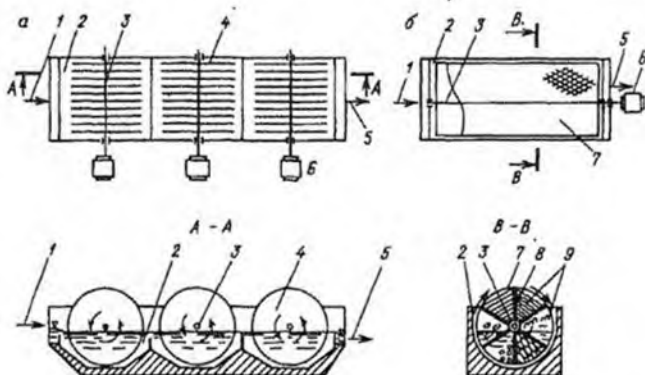
БИОФИЛЬТР ПОГРУЖНОЙ — комбиниров. сооружение для биологич. очистки сточных вод, имеющее признаки *биофилтра* и *азротенка*. Б.п. состоит из резервуара; пространств. конструкции загрузки с большой площадью поверхности, закрепл. на вращающемся горизонт. валу, к-рый располагают над поверхностью об-

рабатываемой в резервуаре сточной воды; лотков для распределения поступающей и сбора обработ. сточной воды; устройства для вращения горизонт. вала. По конструкции загрузки Б.п. подразделяют на *диск* и *сковые*, *трубчатые*, *барабанные* и *е*. Наибольшее распространение в практике очистки сточных вод получили дисковые и барабанные Б.п., имеющие ряд преимуществ по сравнению с биофилтрами и азротенками. Они индустриальны в стр-ве, компактны, малоэнергоёмки, просты и надежны в эксплуатации, не требуют больших перепадов высот при движении воды, что свойственно всем др. биофилтрам. Кроме того, при наличии перепада, равного $0,5-1 \text{ м}$, горизонт. вал может вращаться за счет энергии падающего потока сточной воды. Б.п. выдерживают залповые поступления сточных вод, их целесообразно применять при большом коэфф. неравномерности поступления сточных вод. Использование Б.п. в технологич. схемах очистки позволяет отказаться от рециркуляции сточных вод при прекращении их поступления на очистные сооружения. Наличие резервуара с обрабатываемой сточной водой и вращение пространств. конструкции загрузки исключают возможность пересыхания *био* *пленки биофилтра*.

Дисковые Б.п. (схема *а*) состоят из дисков диаметром $1-5 \text{ м}$ (целесообразно $2-3 \text{ м}$), собираемых в пакеты по $30-180 \text{ шт.}$ и закрепляемых на вращающемся горизонт. валу на расстоянии $10-25 \text{ мм}$ один от другого. Диски выполняют из металла, пластика, асбестоцемента, тканей; их толщина $1-10 \text{ мм}$. Частота вращения горизонт. вала с пакетом дисков $1-50 \text{ мин}^{-1}$ (чаще $2-10 \text{ мин}^{-1}$); степень погружения дисков в обрабатываемую сточную воду $0,3-0,45$ диаметра. Сточная вода подается в распределит. лоток, а затем в резервуар Б.п., где постоянно вращаются пакеты дисков. На поверхности дисков закрепляются и развиваются колонии микроорганизмов, образующие биопленку, близкую по видовому составу биопленке

Схемы биофилтров погружных

а — дискового трехступенчатого; *б* — барабанного одисекционного; 1 — подача сточных вод; 2 — резервуар биофилтра погружного; 3 — горизонт. вал; 4 — диски; 5 — выпуск обработанных сточных вод; 6 — устройство для вращения горизонт. вала; 7 — барабан; 8 — ребра жесткости; 9 — элементы наполнителей



биофильтра с объемной и биофильтра с плоскостной загрузками. При нахождении части поверхности дисков с биопленкой в жидкой фазе осуществляется процесс сорбции на ней нерастворенных, коллоидных и растворенных в-в, содержащихся в сточной воде. При повороте пакета дисков биопленка оказывается в газовой фазе (воздухе), где имеет место интенсивное поглощение кислорода и окисление сорбированных загрязнений. При вращении дисков происходит также процесс аэрации сточной воды. Часть биопленки, включая отработавшую, отрывается от поверхности дисков и находится в обрабатываемой сточной воде во взвешенном состоянии аналогично хлопьям *активного ила*. Таким образом, процессы окисления органич. загрязнений сточной воды осуществляются с помощью как биопленки на поверхности дисков (аналогично биофильтру), так и активного ила в объеме обрабатываемой воды (аналогично аэротенку). В зависимости от состава сточных вод и необходимой степени очистки число ступеней дисковых Б.п. составляет 1—4 и более, эффективность их работы — от 50 до 98%, нагрузка по БПК_{полн} на 1 м² поверхности дисков — до 200 г/(м²сут). Время пребывания сточных вод в резервуаре 0,5—3 ч. Концентрация органич. загрязнений в поступающих сточных водах не ограничивается. Расчет дисковых Б.п. сводится к определению необходимой площади поверхности дисков, их диаметра и числа, частоты вращения пакета дисков, числа ступеней, времени пребывания обрабатываемых сточных вод в резервуаре и др.

Барабанные Б.п. состоят из барабанов, закрепленных на вращающемся горизонт. валу и заполненных загрузочным материалом. Жесткий корпус барабана обтягивают сеткой или фильтрующим материалом, внутри него помещают засыпные загрузочные элементы, на поверхности которых развивается биопленка. Барабаны длиной 2—3 м и диаметром 2—2,5 м размещают в резервуарах, куда поступает сточная вода. Частота вращения барабана 0,5—5 мин⁻¹, а степень погружения его в обрабатываемую сточную воду 0,3—0,45 диаметра. Для обеспечения механич. прочности внутри барабана устанавливают ребра жесткости, а также поперечные и продольные перегородки, к-рые делят барабан на 6—8 секторов. *Загрузочный материал биофильтра* крепится к каркасу барабанного Б.п. и заполняет секцию на 60—90% его объема. Число секций барабана на одном горизонт. валу достигает 8—10. При числе барабанов более двух устанавливают промежуточные опоры для вращающегося горизонт. вала. На схеме б односекц. барабанного Б.п., в поперечном сечении условно показаны различные виды загрузочного материала. Сточная вода из резервуара сквозь сетку поступает

внутри барабана и контактирует с загрузочным материалом, на поверхности к-рого закрепляется биопленка. При вращении барабана элементы загрузки попеременно оказываются в жидкой и газовой фазах, процессы биологич. очистки сточных вод осуществляются аналогично процессам в дисковых Б.п. Засыпные твердые или волокнистые элементы при вращении барабана перемещаются внутри его секторов, что обеспечивает эффективный контакт биопленки со сточной водой и высокую дозу биомассы в объеме резервуара. Расчет барабанных Б.п. сводится к определению площади поверхности загрузочного материала. В зависимости от концентрации органич. загрязнений в исходной сточной воде и необходимой степени очистки определяют технологич. параметры работы барабанных Б.п. и их конструктивные размеры.

Б.п. применяют для полной и неполной биологич. очистки хозяйственно-бытовых и производств. сточных вод на сооружениях пропускной способностью до 150 000 м³/сут. Оптим. область применения Б.п. — комплексы сооружений пропускной способностью до 500—1000 м³/сут по очистке сточных вод от отдельно стоящих зданий, малых нас. пунктов, кемпингов, домов отдыха, санаториев, различного вида лагерей, вахтовых поселков, пром. объектов; имеется опыт использования Б.п. на передвижных установках. Б.п. устанавливают после сооружений предварит. механич. очистки; разделение биологич. обработанной сточной воды и отработавшей биомассы (биопленки и активного ила) осуществляется во вторичных отстойниках. В целях обеспечения большей надежности работы Б.п. следует устраивать не менее чем две ступени очистки в две технологич. линии, как правило, в отапливаемых или неотапливаемых павильонах (зданиях).

БИОФИЛЬТР С ОБЪЕМНОЙ ЗАГРУЗКОЙ — сооружение для биологич. очистки сточных вод, в к-ром используется зернистый *загрузочный материал биофильтра*. По конструктивным особенностям зернистого загрузочного материала Б.о.з. подразделяют на **капельные** — с крупностью фракций 20—40 мм и высотой слоя загрузки 1—2 м; **высоконагружаемые** — с крупностью фракций 40—70 мм и высотой слоя загрузки 2—4 м; **башенные** (большой высоты) — с крупной фракцией 40—100 мм и высотой слоя загрузки 8—16 м. Капельные Б.о.з. применяют для полной биологич. очистки сточных вод при расходах до 1000 м³/сут, БПК_{полн} поступающих сточных вод — не более 220 мг/л и гидравлич. нагрузке до 2 м³/(м²сут). При нагрузке по загрязнению более допустимой поверхность капельных Б.о.з. быстро заливается и эф-

фективность их работы ухудшается. Окислит. мощность по снятой БПК_{полн} при полной биологич. очистке не превышает 250—300 г/(м²сут). Высоконагружаемые Б.о.з. применяют для полной и неполной биологич. очистки сточных вод при расходах до 30—50 тыс. м³/сут, БПК_{полн} поступающих сточных вод — не более 300 мг/л и гидравлич. нагрузке до 10 м³/(м²сут). Окислит. мощность при полной биологич. очистке составляет 650—750 г/(м²сут). Башенные Б.о.з. используют при благоприятном рельефе местности для полной и неполной биологич. очистки сточных вод с расходом до 50 тыс. м³/сут. Допустимое значение БПК_{полн} в поступающей сточной воде зависит от высоты слоя загрузочного материала и равно 250—500 мг/л; окислит. мощность при полной биологич. очистке составляет 800—1400 г/(м²сут). В отечеств. практике башенные Б.о.з. распространения не получили. Капельные Б.о.з. устраивают с естеств. аэрацией, а высоконагружаемые — с естеств. и искусств. (аэрофильтрами). Естественная аэрация предусматривается через окна, располагаемые равномерно по периметру резервуара *биофильтров* в пределах междудонного пространства и оборудуемые устройствами, позволяющими закрывать их наглухо. Площадь окон составляет 1—5% площади Б.о.з. В аэрофильтрах предусматривается подача воздуха в междудонное пространство вентилятором с давлением у входа 100 мм вод. ст. (980 Па). На отводящем трубопроводе устраивают гидравлич. затвор высотой 200 мм. Расчет Б.о.з. базируется на графоаналитич. способе, разработанном в 1955 С.В.Яковлевым. В основу расчета положена функционал. зависимость БПК очищенной в биофильтре сточной воды от концентрации органич. загрязнений, темп-ры поступающих сточных вод, гидравлич. нагрузки, высоты слоя загрузки биофильтра и кол-ва воздуха, подаваемого в биофильтр. Б.о.з. проектируют круглой или прямоугольной формы в плане. Для равномерного распределения обрабатываемой сточной воды по поверхности биофильтров применяют спринклерную систему орошения или реактивные вращающиеся оросители.

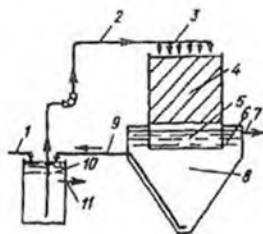
БИОФИЛЬТР С ПЛОСКОСТНОЙ ЗАГРУЗКОЙ — сооружение для биологич. очистки сточных вод, в к-ром в качестве загрузки используется листовая или засыпная (в виде пластмасс. колец, обрезков труб, шариков, металлич. сеток и др.) материал. По конструктивным особенностям загрузочного материала Б.п.з. подразделяют на следующие: с жесткой засыпной загрузкой с высотой слоя 1—6 м; с жесткой блочной загрузкой с высотой слоя 2—9 м; с мягкой загрузкой с высотой слоя до 2—6 м. Конструктивные особенности плоскостной загрузки (малая плотность,

высокая пористость) обеспечивают ряд преимуществ Б.п.з. по сравнению с биофильтрами с объемной загрузкой — индустриальность строения, экономичность, компактность, высокая пропускная способность, надежность и эффективность работы, меньшая энергоёмкость и др. Б.п.з. применяют для полной и неполной биологич. очистки хозяйственно-бытовых и производств. сточных вод. Биофильтры с жесткой и мягкой загрузкой рекомендуются применять при расходах сточных вод до 10 тыс. м³/сут, а с жесткой блочной — до 50 тыс. м³/сут и более. Оптимально применение Б.п.з. в качестве первой ступени при двухступенчатой биологич. очистке и неполной очистке высококонцентриров. производств. сточных вод. В зависимости от конструкции загрузочного материала биофильтра, вида и состава сточных вод, а также требуемой степени очистки окислит. мощность по снятой БПК_{полн} достигает 10—15 кг/(м²·сут). При полной биологич. очистке БПК_{полн} поступающей сточной воды не должна превышать 250 мг/л, а высота слоя загрузки должна быть не менее 3—4 м. Гидравлич. нагрузка в зависимости от темп-ры сточных вод составляет 6—11 м³/(м²·сут), а окислит. мощность по снятой БПК_{полн} — 1,7—2,5 кг/(м²·сут).

Применение Б.п.з. перспективно при реконструкции и модернизации станций биофильтрации и аэрации. При этом технологич. схему работы сооружений биологич. очистки переводят с одно- на двухступенчатую, а в качестве первой ступени применяют Б.п.з. На станциях аэрации Б.п.з. могут устанавливаться в непосредств. близости от аэротенков или над ними без промежуточных отстойников. Применение таких схем реконструкции позволяет увеличить пропускную способность сооружений биологич. очистки на 20—50% без значит. капит. затрат и обеспечить существ. экономии земельных площадей. Расчет Б.п.з. базируется на графоаналитич. способе, разработанном в 1964 Ю.В. Вороновым. В основу расчета положена функцион. зависимость БПК очищенной в биофильтре сточной воды от пористости загрузочного материала, высоты слоя загрузки, темп-ры сточной воды и допустимой нагрузки по БПК на уд. площадь поверхности загрузочного материала. Б.п.з. проектируют круглой или многогранной в плане формы. В зависимости от климатич. условий их устанавливают либо в помещениях (отапливаемом или неотапливаемом), либо на открытом воздухе. Для распределения обрабатываемой сточной воды по поверхности Б.п.з. применяют спринклерную и водоструйную системы орошения, а также реактивные вращающиеся оросители.

БИОФИЛЬТР-СТАБИЛИЗАТОР — комбиниров. сооружение для биологич.

очистки сточных вод и аэробной стабилизации отработавшей биопленки биофильтра. Б.-с. состоит из биофильтра с плоскостной загрузкой и расположенного под ним стабилизатора, имеющего отстойную зону. Исходные сточные воды поступают в камеру смешения, куда также подается рециркулирующая жидкость с отработавшей биопленкой; полученная смесь направляется в водораспределительную систему биофильтра с плоскостной загрузкой. При прохождении через загрузку сточные воды насыщаются кислородом, к-рый расходуется в стабилизаторе на окисление (минерализацию) отработавшей биопленки и доочистку сточных вод. Необходимое кол-во кислорода определяется степенью рециркуляции жидкости и интенсивностью орошения загрузки био-



Схемы биофильтра-стабилизатора

1 — подача исходной сточной воды; 2 — подача смеси исходной сточной воды, рециркулируемой воды и отработавшей биопленки; 3 — водораспределит. система биофильтра; 4 — биофильтр с плоскостной загрузкой; 5 — стабилизатор; 6 — зона отстаивания; 7 — выпуск отработанных сточных вод; 8 — зона накопления отработавшей биопленки (осадочная часть); 9 — подача рециркулируемой жидкости и осевшей биопленки; 10 — камера смешения; 11 — выпуск стабилизированной биопленки

фильтра. Циркулирующая жидкость вместе с осевшей отработавшей биопленкой вновь забирается из нижней части зоны накопления (осадочной части) и подается в камеру смешения. Обработанная сточная вода осветляется в зоне отстаивания и отводится из сооружения. Стабилизиров. биопленка выпускается регулярно. В Б.-с. происходят окисление органич. загрязнений сточных вод и минерализация прирастающей биопленки, что позволяет исключить из технологич. схемы очистки первичные и вторичные отстойники, а также сооружения по сбраживанию осадка. При расчете Б.-с. высоту слоя плоскостной загрузки принимают равной 2—4 м; продолжительность стабилизации биопленки — 6—15 сут, а ее концентрацию в стабилизаторе — 1—2 г/л; отстойная зона стабилизатора рассчитывается на 1,5—2 года отстаивания отработавшей сточной воды. Б.-с. рекомендуются для очистки хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод при расходах до 1000 м³/сут.

БИФИЛЯРНАЯ (ДУХТОПОЧНАЯ) СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ — установка водяного отопления с отопительными приборами в стояках и ветвях, раздел. на 2 равные части ("а" и "б"), последовательно соедин. 1 трубой (сначала все части "а", затем все части "б"). Теплоноситель (вода) в частях каждого отопит. прибора движется в противоположных направлениях с разл. темп-рой, что создает равенство среднесарифметич. темп-ры теплоносителя во всех отопит. приборах системы. Б.с.о. по гидравлич. связи частей отопит. приборов (последоват. соединение) относится к однотрубным системам водяного отопления, а по условиям теплопередачи приборов — к двухтрубным системам отопления.

Схемы Б.с.о. с вертик. стояками и горизонт. ветвями аналогичны схемам однотрубной системы. В вертик. Б.с.о. устраиваются, как в однотрубной системе с нижней разводкой, П-образные стояки. По такой схеме до конца 80-х гг. устраивалось панельно-лучистое отопление отд. типов крупнопан. жилых зданий, где использовались трубчатые нагреват. элементы, встроенные вместе со стояками во внутр. бетонный слой наружных стеновых панелей. При этом нагреват. элементы каждого помещения делились на 2 змеевика, а каждый змеевик отд. присоединялся к восходящей и нисходящей частям стояка. В горизонт. Б.с.о. применяются трубчатые отопит. приборы — конвекторы, трубы отопительные (ребристые и гладкие), бетонные радиаторы приставного типа, стальные и чугунные радиаторы — только при двухрядной установке. В горизонт. системе, как и в однотрубной с проточными приборами узлами отопления, невозможно индивид. количеств. регулирование теплоотдачи отд. отопит. приборов, поэтому проводится регулирование сразу всей цепочки приборов или каждого прибора "по воздуху", если устанавливаются конвекторы с воздушным клапаном (напр., типа "Универсал"). Б.с.о. с горизонт. пофасадными ветвями наиболее часто используется в производств. и с.-х. зданиях.

БЛОК ТЕПЛОМАСООБМЕНА — агрегат, включающий поверхностный воздухоохладитель и камеру орошения. Первый предназначен для охлаждения воздуха в теплое время года и первого подогрева его в холодное время. Камера орошения служит для увлажнение воздуха адиабатного, имеет один ряд форсунок, направл. против потока воздуха. Б.т. изготавливают из унифицированного оборудования типовых секций центральных кондиционеров.

БРЫЗГАЛЬНЫЙ БАССЕЙН — устройство для охлаждения воды: раз-

брызгиванием ее в атмосферном воздухе. Применяется для понижения темп-ры воды, отводящей теплоту от теплообменных аппаратов, компрессоров, трансформаторов и др. оборудования в системах оборотного (циркуляционного) водоснабжения пром. предприятий. Охлаждение происходит в основном вследствие испарения части разбрызганной воды над открытым Б.б. глубиной около 1 м. Для разбрызгивания используют спец. сопла, расположенные на высоте 1—1,5 м над уровнем воды в Б.б. Избыточное давление воды в трубопроводах

перед соплами должно быть около 5—7 МПа (50—70 кгс/м²). Тип и число сопел, а также размеры Б.б. в плане выбирают в зависимости от кол-ва охлаждаемой воды. По сравнению с градирнями Б.б. просты в стр-ве и эксплуатации. Однако они обладают сравнительно небольшой уд. охлаждающей способностью, в значит. мере зависящей от скорости и направления ветра. В Б.б. кол-во теплоты, отдаваемой водой с 1 м² занимаемой им площади, составляет 29,3—62,9 тыс. кДж/ч (7—15 тыс. ккал/ч).

БУРЫЙ УГОЛЬ — разновидность ископаемых углей с высшей *теплотой сгорания* во влажном беззольном состоянии менее 24 МДж/кг и выходом летучих в-в 40—60%. Б.у. подразделяют по влажности, %, топлива, находящегося в рабочем состоянии, на три группы: Б1 (св. 40), Б2 (30—40) и Б3 (менее 30). Неглубокое залегание и большая мощность угольных пластов позволяют широко применять открытый способ разработки, экономич. и технич. преимущества к-рого во многом компенсируют относит. низкое качество сырья.

В

ВАКУУМ-НАСОС — гидравлич. машина, обеспечивающая высокий вакуум в системе *пневматического транспорта*. Используются В.-н. типа РМК и ВВН. Их рабочий орган — лопаточное колесо, размещенное эксцентрично в корпусе насоса, залитого водой. При вращении колеса вода отбрасывается к периферии, и в центре корпуса создается свободное пространство, являющееся рабочим объемом насоса.

ВАКУУМ-ФИЛЬТР БАРАБАНЫЙ — аппарат для обезвоживания осадков сточных вод посредством разрежения воздуха, создаваемого *вакуум-насосом* в барабане. В.-ф.б. состоит из горизонт. расположенного цилиндрич. полога барабана, на 35...40% погруж. в корыто с фильтруемой суспензией (осадком). Фильтрующей средой являются фильтров. ткань и слой осадка, налипающий на нее в процессе фильтрования. Барабан вращается на валу, один конец к-рого соединен с приводом электродвигателя, а др. имеет полуу цапфу. На боковой поверхности барабана расположена перфорированная обечайка, разделенная на ряд сит и обтянутая фильтров. тканью. Внутр. полость барабана разделена по окружности на ряд разобитенных секций, каждая из которых имеет свои отводящие трубки. Находящиеся внутри барабана, эти трубки концами выходят на торцевую поверхность полой цапфы барабана, где установлена распределит. головка фильтра. Последняя состоит из корпуса и расположенных на нем двух шайб — подвижной и неподвижной. Подвижная, установленная на торцевой поверхности цапфы барабана, вращается вместе с ним и имеет отверстия, число к-рых соответствует числу трубок в секциях. Неподвижная имеет две щели, одна из к-рых соединена с линией вакуума, другая — с линией сжатого воздуха. Подвижная (ячейковая) и неподвижная (распределит.) шайбы устанавливаются торцами одна к др. Во избежание прорыва между торцами вакуума контактные поверхности шайб должны быть пришлифованы или

пришарены. При вращении барабана фильтра часть его поверхности погружается в обезвоживаемый осадок. Фильтрат под действием вакуума проходит через фильтров. ткань внутрь секций барабана и по патрубку отводится в ресивер, а обезвож. осадок (кек) задерживается на поверхности фильтров. ткани. Отверстия в подвижной шайбе при вращении барабана поочередно соединяются со щелями подвижной шайбы, благодаря чему секции барабана находятся то под вакуумом, то под отдувкой. Соответственно этому в секциях барабана образуются зоны вакуума, отдувки, а также нейтральные, несобходимые для перехода от зоны вакуума к зоне отдувки и наоборот. Кек снимается в зоне отдувки ножом и падает на конвейер. Таким образом, за один оборот барабана происходит непрерывное автоматическое чередование процессов образования кека, его подсушки и разгрузки. В барабанных вакуум-фильтрах со сходящим полотном

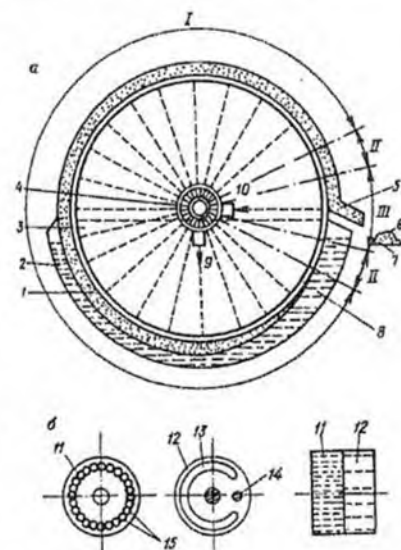
соляной к-ты или моющими растворами без остановки вакуум-фильтра. Регенерация фильтров. полотна осуществляется после прохождения им разгрузочного ролика, когда кек снимается с фильтров. полотна и оно возвращается на поверхность фильтра.

В комплект поставки вакуум-фильтров входят электродвигатели, редукторы, вакуум-насосы, воздухоудовки ресиверы, мешалки для перемешивания осадка, контрольно-измерит. приборы. Выпускаемые серийно в нашей стране вакуум-фильтры имеют площадь поверхности фильтрации барабана 5; 10; 20; 40 и 80 м². Для бесперебойной работы вакуум-фильтров толщина слоя кека при обезвоживании осадков сточных вод должна составлять не менее 5 мм при фильтроцикле 4 мин, что достигается предварительной *коагуляцией* осадков химическими реагентами, напр. хлорным железом и известью.

ВАКУУМНАЯ ПЫЛЕУБОРКА — способ удаления *пыли* с поверхностей путем всасывания ее спец. устройством в результате создания в нем разрежения (вакуума). Позволяет убирать пыль с самых разл. по характеру и назначению поверхностей и из труднодоступных для др. способов уборки мест, предотвращает вторичное попадание пыли в воздушную среду. В.п. применима для уборки любых пылей и для очистки помещений с любым тепло-влажностным режимом. Собранная при уборке в спец. емкости пыль может использоваться для технологич. процесса. В.п. дешевле обычной ручной уборки.

Системы В.п. используются в виде *местных* (переносных или передвижных) и *центральных пылеуборочных установок*. Всасывание пыли с поверхности отсасывающим потоком воздуха через пылесосный *насадок* — основной рабочий процесс пылеуборочной установки. Этот сложный процесс зависит от скорости потока воздуха в насадке, времени контакта потока с осадком пыли или произ-сти уборки по площади, физ.-хим. свойств убираемой пыли, зависит от характера ее осадка, вида и характера очищаемой поверхности, конструкции и размеров насадка. Энергоемкость процесса всасывания пыли зависит от произ-сти установки по воздуху, очищаемой площади и свойств убираемой пыли, т.е. обуславливается эффективностью и экономичностью работы всей системы.

Транспортировка пыли по трубопроводам центральной пылеуборочной установки обуславливает потери давления в сети и, следовательно, расход электроэнергии, а также интенсивность износа труб. Сеть трубопроводов имеет горизонт., наклонные и вертикал. участки, разл. местные сопротивления, из-за чего изменяют-



Вакуум-фильтрация осадков сточных вод

а — схема устройства барабанного вакуум-фильтра; б — схема шайб распределит. головки вакуум-фильтра; 1 — вращающийся перфорирован. барабан; 2 — корыто фильтра; 3 — секция барабана; 4 — выход трубок секций к распределит. головке; 5 — нож для сьема кека; 6 — кек; 7 — конвейер для кека; 8 — обезвоживаемый осадок; 9 — патрубок для отведения фильтрата (водовоздушной смеси); 10 — патрубок подачи сжатого воздуха; 11 и 12 — соответственно подвижная (вращающаяся) и неподвижная шайбы распределит. головки; 13 и 14 — щели для соединения вращающейся шайбы соответственно с линией вакуума и сжатого воздуха; 15 — отверстие для соединения трубок; I — зона вакуума; II — зона нейтральная; III — зона отдувки

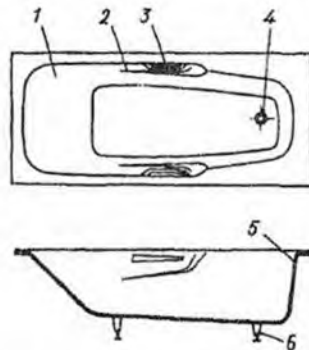
фильтров. ткань не крепится жестко к поверхности барабана, а сходит на систему роликов, что позволяет регенерировать ее промывной водой, раствором ингибиторов.

ся законы движения запыл. воздуха. В общем случае на движение частиц влияют и центробежные силы, возникающие в результате вращения всего потока в целом. Такое винтовое вращение наблюдается из-за нарушения устойчивости потока под влиянием местных сопротивлений — тройников, отводов и т.п. Вращение потока препятствует осаждению частиц на дно трубопровода. Иногда вращение потока создается искусственно путем закручивания его в спец. устройствах. Миним. скорость потока воздуха, при к-рой частица, лежащая на внутр. поверхности горизонт. трубопровода, сдвигается со своего места и начинает перемещаться, наз. первой критической скоростью, или *скоростью трогания* $v_{тр}$. Находясь в потоке воздуха, частица перемещается со скоростью меньшей, чем скорость движения воздуха $v_а$. Отношение $v_а$ к $v_{тр}$ наз. относит. скоростью, к-рая в момент трогания равна нулю. Увеличение $v_{тр}$ приводит к увеличению относит. скорости и более устойчивому движению частиц в потоке воздуха. Скорос. $v_а$ потока воздуха, при к-рой относит. скорость приобретает макс. значение, наз. критической. Транспортирующая скорость — скорость потока воздуха, при к-рой происходит устойчивая транспортировка пыли, должна быть неск. больше критической. При транспортировке пыли по вертикал. трубопроводам с такой же скоростью, как и по горизонт., действие силы тяжести частиц пыли приводит к увеличению ее концентрации. Последняя будет происходить непрерывно и может значит. превысить расчетную, в результате чего вертикал. участки сети забиваются пылью. Для предотвращения этого транспортирующая скорость в вертикал. трубопроводах $v_в$ должна быть больше соответствующей скорости в горизонт. трубопроводах $v_г$ на значение *скорости витания*. Т.о. *транспортирующая скорость смеси* в трубопроводах определяется свойствами транспортируемой пыли. Для отрыва прилипших частиц необходимы большие скорости воздушного потока, чем для предотвращения их выпадения из потока.

Концентрация частиц в сети трубопроводов иногда достигает довольно больших значений. При этом она изменяется по времени. Зачастую убираемая пыль отличается высокой дисперсностью. Все это обуславливает использование высокоэффективных *пылеуловителей*. Как правило, применяют две ступени улавливания пыли: первая — разл. рода *циклоны*, вторая — *фильтры тканевые*, реже — *скрубберы*. Степень очистки воздуха от пыли определяется сан. требованиями.

ВАННА КУПАЛЬНАЯ — сан.-технич. прибор, устанавливаемый в сан.-бытовых помещениях зданий и предназ-

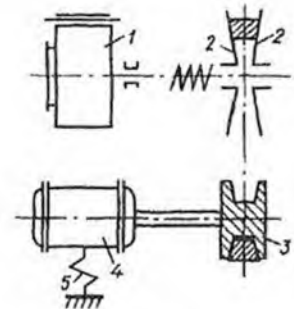
нач. для гигиенич. процедур в заполненной водой емкости или под душем. В.к. состоит из чаши, устанавливаемой на полу на ножках или подставках, сифона с выпуском, пробкой и переливом в отверстии в дне чаши, водоразборного смесителя на борту чаши или на примыкающей к борту стене. Сифон подсоединяется к *канализационной сети*, а смеситель — к холодному и горячему водопроводу. Форма чаши В.к. определяется эргономич. и эстетич. требованиями, а также удобством пользования в положении лежа на ее дне. Наиболее часто применяются овалитые в плане чаши с наклонной спинкой, реже — круглые, треугольные, диагональные и др. Чаши В.к. имеют подлокотники, поручни, пескоструйное дно, регулируемые по высоте ножки и подставки. Изготавливают и при-



Ванна купальная чугунная эмалированная
1 — чаша; 2 — подлокотник; 3 — поручень; 4 — отверстие для установки выпуска с пробкой и сифона; 5 — отверстие для установки перелива; 6 — регулируемая ножка

меняют чаши чугунные литые эмалиров., стальные штампованные эмалиров., пластмассовые формованные из листа, полимербетонные и керамич. литые. Смесители В.к. имеют излив для заполнения емкости чаши, душирующий насадок на гибком плане и переключатель потока воды с излива на душ и обратно. Используют при процедуре вода отводится через выпуск и сифон. В.к. выпускают различных размеров, мм: длиной 1200...1800, шириной 700...800, глубиной чаши 380...450, высотой (от пола) 520...650; полной вместимостью 165-280 л, полезной вместимостью 120...200 л. Время наполнения В.к. — 6...10 мин, время опорожнения 3...5 мин.

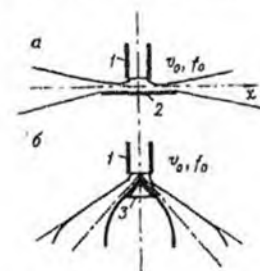
ВАРИАТОР ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ РЕМЕННЫЙ — устройство для управления частотой вращения вентиляторов и др. подобных агрегатов путем изменения передаточного отношения шкивов



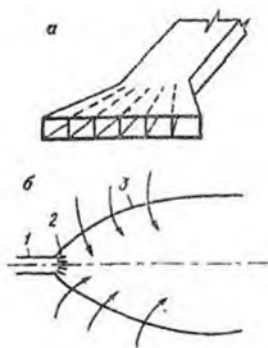
Ременной вариатор частоты вращения рабочего колеса вентилятора
1 — вентилятор; 2 — ведомый шкив; 3 — ведущий шкив; 4 — электродвигатель; 5 — устройство натяжения ремня

ременного привода. Ведомый шкив В.ч.в.р. состоит из двух дисков, один из к-рых с помощью пружины можно передвигать вдоль вала, сближая или раздвигая их. Благодаря этому клиновидный ремень может занимать разл. положения между дисками (приближаясь к валу или отодвигаясь от него), отчего радиус его обращения вокруг оси вала изменяется и, следовательно, меняются передаточное отношение и частота вращения рабочего колеса. Подвижный диск перемещается без остановки агрегата вручную или спец. приводом. Использование вариатора целесообразно при мощности до 10...15 кВт.

ВЕРНАЯ ПРИТОЧНАЯ СТРУЯ — струя воздуха, возникающая при выходе из *насадка*, обеспечивающего всевозможное направление векторов скорости воздуха на выходе. По сравнению с сосредоточенными В.п.с. имеют меньшую дальность, быстр. затухают. Их угол раскрытия зависит от конструктивного решения *воздухораспределителя*. Существуют полные В.п.с., угол раскрытия к-рых равен 2π . Для получения такой струи перед выходным отверстием круглого *воздуховода* устанавливают на



Схемы полной верной и конической приточных струй
а — полная струя; б — конич. струя; 1 — воздуховод; 2 — экран-диск; 3 — конус; v_0 — скорость воздуха; f_0 — площадь выходного отверстия

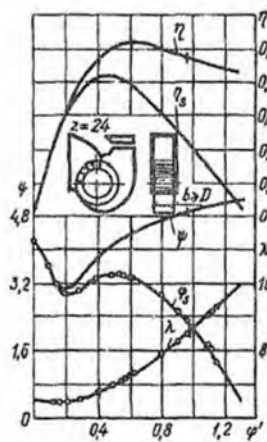


Схемы насадки с направляющими лопатками (а) и неполной всерной струей (б)
1 — воздуховод; 2 — насадка с направляющими лопатками; 3 — схема струи

небольшом расстоянии экран, имеющий форму диска. Воздух, выходя из воздуховода, ударяется в экран и расходится, образуя полную В.п.с. Разновидностью полных В.п.с. являются конич. воздушные струи. Вместо плоского диска в насадке для конусных струй установлен небольшой конус, на вершину к-рого направлен поток воздуха из воздуховода. При большом угле у вершины конуса струя воздуха, стекая по образующей конуса, не меняет своего первонач. направления. К нижней границе свободно подтекает встречный поток воздуха для подпитки струи. Если угол у вершины конуса невелик, за конусом создается разрежение, к-рое способствует образованию обратных потоков воздуха в струе. При расчете учитывают свойство конич. струй изменить свою геометрию, выбирая соответствующее значение коэфф. затухания скорости. Неполная В.п.с. возникает при выходе воздуха через насадок с направляющими лопатками, расположен. всером. За счет инерции струя резко расширяется, а затем границы струи сужаются, приближаясь к стандартному углу раскрытия для сосредоточ. струй. Раздачу воздуха В.п.с. предусматривают при необходимости раздачи в обслуживаемой зоне большого кол-ва воздуха с небольшой подвижностью.

ВЕНТИЛЯТОР ДИАМЕТРАЛЬНЫЙ — устройство, создающее перепады давления воздуха и др. газа для их перемещения при проветривании помещений, транспортировке аэросмесей по трубопроводам и т.д., состоящее из рабочего колеса барабанного типа с загнутыми вперед лопатками, корпуса с патрубком на входе и диффузором на выходе. Известны В.д. с направляющим одно- и многолопачочным аппаратом, располож. внутри рабочего колеса, и без него. Отличит. компоновочной особенностью В.д. является возможность

выполнения их рабочих колес с относит. шириной, значительно превышающей ширину рабочих колес *вентиляторов радиальных* ($\bar{\sigma} = \sigma/D = 4 \dots 10$), что позволяет значит. увеличить подачу воздуха. В вентиляторах без направляющего аппарата рабочее колесо выполняют в виде двух дисков, к к-рым приклепаны (или приварены) лопатки из листовой стали. При этом подшипники, в к-рых находится вал, размещены с обеих сторон корпуса, что обеспечивает всей конструкции высокую жесткость. При наличии направляющего аппарата рабочее колесо В.д. напоминает рабочее колесо вентилятора радиального низкого давления с одностор. всасыванием: лопатки одним концом крепятся к диску, установленному на валу, др. — к кольцу. Направляющий аппарат из одной или неск. лопаток закрепляется на боковой стенке корпуса, противоположной диску рабочего колеса. Особенность В.д. — большие значения коэфф. полного давления, достигающие 3 и более. Причина этого — двукратное (диаметральное) прохождение потока через одну и ту же ре-



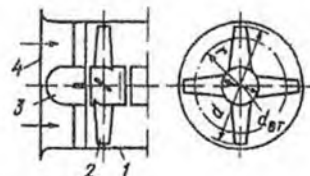
Безразмерная аэродинамическая характеристика и схема вентилятора диаметального
 D — диаметр рабочего колеса; ψ , ψ_s — коэфф. полного и статич. давлений; λ — коэфф. мощности; η — полный КПД; η_s — КПД статич.; φ' — коэфф. подачи; z — число лопаток; b — ширина колеса

сетку вращающегося рабочего колеса. Высокие значения коэфф. полного давления и подачи воздуха по сравнению с их значениями у вентиляторов др. типов позволяют В.д. иметь меньшие габариты и частоту вращения рабочего колеса. Вместе с тем весьма сложный характер течения потока внутри корпуса и большая неравномерность поля скоростей обуславливают значит. потери энергии. В связи с этим макс. значения полного КПД В.д. находятся в пределах 0,58...0,61. Эффект от приме-

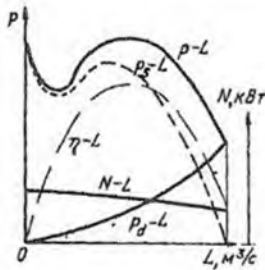
нения направляющих аппаратов достигается гл. обр. за счет повышения энергоемкости (в данном случае полезно затрач. мощности) вентилятора. Это происходит в результате стабилизации и ограничения вихревой зоны в заданном месте внутри корпуса, а также за счет повышения эффективности работы "центробежной" части рабочего колеса. С помощью направляющих аппаратов разных типов, установл. внутри рабочего колеса, а также путем изменения формы корпуса или взаимного расположения его элементов и направляющего аппарата можно добиться изменения аэродинамич. хар-ки вентилятора. В.д. без внутр. направляющего аппарата находят более широкое применение. Следует, однако, учитывать, что они имеют огранич. возможности получения высоких коэфф. давления и полного КПД в широком диапазоне изменения коэфф. подачи.

Маркировка В.д. соответствует установлен. госстандартам для лопастных машин. Буква Д в маркировке означает диаметальный, число при Д — увелич. в 5 раз значение коэфф. давления при работе в режиме макс. КПД, а последнее число — быстроходность. Регулирование режимов работы осуществляется разл. способами, один из них — поворот направляющего аппарата, в результате чего обеспечивают большие коэфф. давления в широком диапазоне значений коэфф. подачи. С помощью входного многолопачочного направляющего аппарата, выполн. в виде жалюзи или решеток, регулирование можно осуществлять путем дросселирования. В качестве регулирующего органа можно использовать направляющую поворотную лопатку, устанавливаемую в выходном патрубке корпуса. При этом достаточно широко изменяется поле скоростей на выходе из вентилятора, тогда как суммарные аэродинамич. хар-ки незначительны. Эффективно размещение на входе в вентилятор спец. экрана, перемещение к-рого, напр. на расстояние до $0,25D$ от лопатки рабочего колеса, обеспечивает уменьшение давления и подачи на 30...40% номин. значений.

ВЕНТИЛЯТОР ОСЕВОЙ — устройство, создающее перепады давления воздуха и др. газа для их перемещения при



Вентилятор осевой
1 — корпус; 2 — рабочее колесо; 3 — обтекатель; 4 — коллектор



Полная аэродинамическая характеристика вентилятора осевого

P — давление, $P_{ст}$ — давление статич.; P_d — давление динамич.; L — подача воздуха; N — мощность вентилятора; η — его КПД

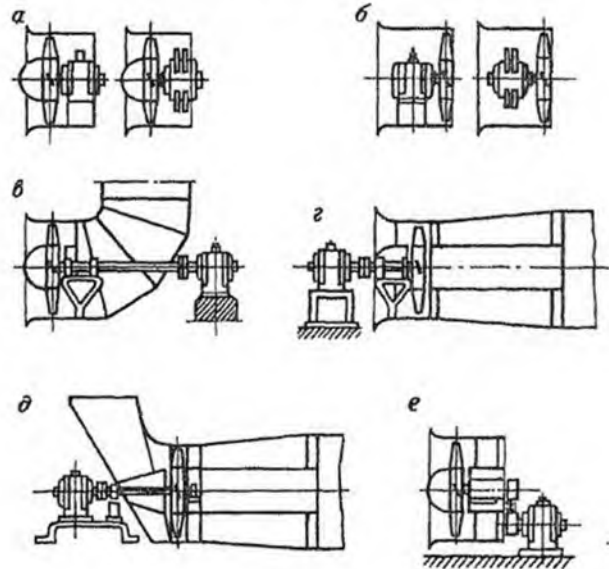
проветривании помещений, транспортировке аэрозольных и т.п. Рабочее колесо, В.о. состоящее из консольных лопастей, закреплено на втулке под углом к плоскости вращения. Вращаясь, В.о. удерживается в осевом направлении и тянет на себя воздух, неск. закручивая его и перемещая вдоль оси. На входе в В.о. обычно устанавливают коллектор с наибольшим диаметром 1,2...1,4 и длиной 0,2...0,4 диаметра рабочего колеса. Отсутствие коллектора значит. ухудшает работу В.о.: давление, создаваемое в рабочих режимах, может уменьшаться на 10...20%, КПД — на 10...15%. К резкому снижению этих параметров приводит и отсутствие при входе обтекателя (кока). Выходные элементы, располож. в потоке воздуха за нагнетателем, влияют на изменение хар-к давления, хар-ки мощности при этом практически не меняются. Последние уменьшаются при увеличении подачи воздуха и близки к горизонт. линии, поэтому запуск в работу В.о. допустим при открытой задвижке, т.е. под нагрузкой.

Аэродинамич. схема вентилятора имеет следующие обозначения. Одноступенчатые вентиляторы обозначаются: К — схема с одним рабочим колесом; К + СА — схема, включающая кроме рабочего колеса спрямляющий аппарат; ВНА + К + СА — установка, оборудованная входным направляющим аппаратом; двухступенчатые — К + СА + К + СА, ВНА + К + НА + К + СА. К многоступенчатому относятся вентиляторы встречного вращения, у которых рабочие колеса вращаются в противоположных направлениях, а направляющий аппарат между ними отсутствует. Получив энергию в первом колесе, закрученный поток воздуха поступает во второе, к-рое закручивает его в противоположном направлении, продолжая передавать ему энергию. Эти В.о. могут иметь входной и выходной аппараты.

По назначению В.о. делят на вентиляторы общего назначения и специальные. Первые предназначены для переме-

щения чистого или малоапыленного воздуха, не содержащего взрывоопасных в-в, липкой, волокнистой и цементирующей пыли и агрессивных в-в при темп-ре до 40 °С. При более высоких темп-рах значит. ухудшаются условия теплоотдачи обмоток электродвигателя, находящегося обычно в потоке перемещаемого газа. К спец. относятся В.о., используемые для перемещения взрывоопасных и агрессивных примесей, шахтные, тоннельной вентиляции, потолочные и градирен, встроенные в технологич. оборудование, и т.п. В.о. для перемещения взрывоопасных примесей выполняют из разнородных металлов: проточная часть из стали (рабочее колесо) и латуни (обечайка в корпусе в зоне расположения рабочего колеса). При этом перемещаемая среда не должна иметь темп-ру выше 40 °С, вызывая ускорение коррозии материалов проточной части, содержать пыль и др. твердые примеси более 10 мг/м³, а также взрывоопасной пыли, липких и волокнистых материалов. Шахтные вентиляторы используют в вентиляционных системах подземных выработок.

Схемы соединения вентиляторов осевых с электродвигателями



Вентиляторы тоннельной вентиляции служат для удаления теплоты, влаги, пыли, газов и поддержания в транспортных тоннелях требуемых метеорологич. условий и хим. состава воздуха. Их работа сопровождается поршневым действием транспортных средств (поездов метрополитена, ж-д. и автомобильного транспорта). Потолочные вентиляторы (фены) применяют для турбулизации воздушной среды в помещениях, но иногда и для создания локального душирующего эффекта.

По направлению вращения лопастного рабочего колеса различают В.о. пра-

вые и левые. У В.о. правого вращения рабочее колесо, если смотреть на него со стороны входа воздуха, вращается по часовой стрелке. Номер В.о. определяет его размер, т.е. диаметр рабочего колеса в дм.

Номенклатура В.о., изготавливаемых для пром. и гражданских зданий, довольно ограничена. Номенклатура шахтных В.о. и тоннельной вентиляции обширна и приведена в спец. справочных руководствах. Существуют разл. варианты создания В.о. с электродвигателями. В схеме б условия входа воздуха на рабочее колесо хуже, чем в схеме а, поскольку электродвигатель расположен перед ним. Схемы в и д применяют в случае, когда по правилам техники безопасности или по технологич. соображениям электродвигатель нельзя устанавливать в потоке перемещаемой среды (напр., агрессивной). Если по конструктивным соображениям невозможно установить электродвигатель внутри корпуса вентилятора, применяют схему г. Когда частоты вращения электродвигателя и рабочего колеса не совпадают, используют схему е.

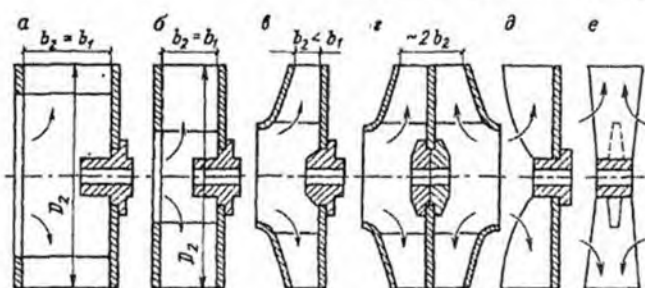
Благодаря осевому направлению потока воздуха В.о. непосредственно присоединяют к трубопроводу. Для вентиляторных установок, работающих на всасывание, присоединит. элементами к сети могут быть: входная коробка или входное колено для присоединения к каналу, идущему от устья вентиляц. шахты; выходная часть, состоящая из примыкающего к вентилятору диффузора и поворотного участка за ним. Иногда за диффузором устанавливают шумоглушитель.

В.о. регулируют изменением угловой скорости вращения лопастного рабочего

колеса; поворотом лопастей рабочего колеса; поворотом лопаток входного направляющего аппарата; дросселированием (см. *Регулирование вентилятора*).

ВЕНТИЛЯТОР РАДИАЛЬНЫЙ — устройство, создающее перепады давления воздуха и др. газа для их перемещения при проветривании помещений, транспортировке смесей и т.п., состоящее из спирального кожуха и снабженного лопатками рабочего колеса. Характеризует-

Конструкции рабочих колес вентиляторов радиальных (а), двухстороннего всасывания (б), высокого давления (в)



ся небольшой массой, металлоемкостью и габаритами, высокой экономичностью, надежностью, технологичностью и незначит. эксплуатац. расходами. Рабочие колеса имеют различные конструктивные исполнения. Трехдисковые рабочие колеса (схема г) применяют в вентиляторах двухстороннего всасывания. Достоинство такой конструкции — в отсутствии осевого давления. Однодисковые рабочие колеса (схема д) используют в пылевых вентиляторах и вентиляторах высокого давления. Лопатки таких колес присоединяют к диску и ступице. Бездисковые рабочие колеса (схема е) с лопатками, присоедин. непосредственно к ступице, применяют в пылевых вентиляторах.

В.р. для *вентиляционных систем* изготовляют одно- и двухстороннего всасывания правого (по часовой стрелке) и левого (против часовой стрелки) вращения. Для В.р. установлено семь положений корпуса, определяемых углом его поворота относительно исходного нулевого положения. Углы поворота отсчитываются по направлению вращения рабочего колеса.

В.р. соединяют с электродвигателями след. способами: рабочее колесо закреплено непосредственно на валу электродвигателя с помощью: эластичной муфты, клиноремной передачи с пост. передаточным отношением, регулируемой бесступенчатой передачи через гидравлич. или индукторные (электрич.) муфты скольжения. Предусмотрено семь конструктивных схем соединения В.р. с приводом.

По назначению В.р. делят на вентиляторы общего и спец. назначения. Первые предназначены для перемещения воздуха и др. газовых смесей, агрессивность к-рых по отношению к углеродистым сталям обычнов. качества не выше агрессивности воздуха с темп-рой до 80 °С, не содержащих пыли и иных твердых примесей в количестве более 100 мг/м³, липких в-в и волокнистых материалов. Для вентиляторов двухстор. всасывания с расположением ременной передачи в перемещаемой среде темп-ра последней не должна превышать 60 °С. Их используют в системах *вентиляции* и *воздушного отопления* производств., обществ. и жилых зданий и

для сан.-технич. и производств. целей.

Вентиляторы спец. назначения применяют в системах *пневматического транспорта*, для перемещения среды, содержащей агрессивные в-ва, газов с высокой темп-рой, газопаровоздушных взрывоопасных смесей и т.п. Их в свою очередь можно разделить на пылевые, коррозионно-стойкие, искрозащитные, тягодутьевые, малогабаритные, судовые, шахтные, мельничные и др. В обозначение пылевых вентиляторов добавлена буква П. Пылевые вентиляторы типа ЦП7-40 предназначены для перемещения невзрывоопасных неабразивных пылегазовоздушных смесей, агрессивности к-рых по отношению к углеродистой стали обычнов. качества не выше агрессивности воздуха, имеющих темп-ру не выше 80 °С, не содержа-

щих липких в-в и волокнистых материалов, с содержанием механ. примесей в перемещаемой среде до 1 кг/м³. Их используют для удаления древесных стружек, металлич. пыли от станков, в системах пневмотранспорта зерна и для аналогичных целей.

В конструкциях *к о р р о з и о н н о с т о й к и х* В.р., предназнач. для перемещения агрессивных смесей, применяют материалы, стойкие к этим смесям (переваживающая сталь, титановые сплавы, винишлат, полипропилен), либо их прочную часть напыляют антикоррозионными покрытиями.

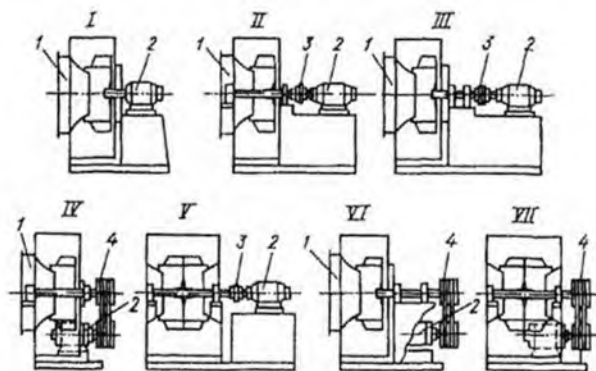
И с к р о з а щ и т н ы е В.р. подразделяют на: вентиляторы с повыш. защитой от искробразования, в к-рых предусмотрены средства и меры, затрудняющие возникновение опасных искр только в режиме их норм. работы. Их изготовляют из алюминиевых сплавов или разнородных металлов; вентиляторы искробезопасные, имеющие средства и меры защиты от искробразования как при норм. работе, так и при возможном кратковременном трении рабочего колеса о корпус. Их выполняют на основе алюминиевых сплавов с антистатич. пластмассовым покрытием — графитонаполненным полиэтиленом или пентапластом, к-рые выбирают в зависимости от хар-ки перемещаемых сред, т.е. от способности противостоять коррозионному воздействию. Для перемещения смесей, взрывающихся от удара, В.р. применяют *н е л ь з я*, в этих случаях используют *эжекторы*.

В зависимости от применения различают два типа *т я г о д у т ь е в ы х* В.р.: дутьевые и *дымососы*. Первые предназначены для подачи воздуха в топочные камеры *котлоагрегатов* ТЭС или крупных пром. *котельных установок*. Дымососы используют для отсасывания дымовых газов с темп-рой до 200 °С из топок котлоагрегатов.

М е л ь н и ч н ы е В.р. предназначены для пневматич. транспортировки неагрессивной угольной пыли в системах *пылеп-*

Схемы соединения вентилятора радиального с электродвигателями

I — для В.р. небольших размеров; II, IV — при установке передней опоры и подшипника во входном отверстии; III — при совпадении вращения электродвигателя и В.р.; V, VII — для В.р. двухстороннего всасывания; VI — для присоединения В.р. к сети; 1 — всасывающий коллектор; 2 — электродвигатель; 3 — эластичная муфта; 4 — клиноремная передача



риготовления топлива котлоагрегатов и для подачи пылевидного топлива в пылеугольные и муфельные горелки. Их выполняют с учетом незначит. износа стенок спирального корпуса и рабочего колеса.

Малогобаритные В.р. с диаметрами рабочих колес менее 200 мм являются, как правило, востранными.

Судовые В.р. используются в системах вентиляции машиннокотельных отделений, служебных и жилых помещений, а также для охлаждения приборов и механизмов. Судовые В.р. должны удовлетворять ряду спец. требований: быть виброударостойкими, создавать малый уровень шума, иметь небольшие габариты и массу, устойчиво работать в условиях крена и дифферента. Всем этим требованиям наиболее полно отвечают судовые вентиляторы с радиальными лопатками рабочего колеса серии ПС.

Шахтные В.р. используют в вентиляц. системах шахт, рудников и метрополитенов для обеспечения больших расходов воздуха и давлений.

В соответствии с полным давлением, создаваемым при номин. режиме, В.р. подразделяют на вентиляторы низкого, среднего и высокого давления. Вентиляторы низкого давления создают полное давление до 1000 Па. К ним относятся В.р. большой и средней быстроходности, у к-рых рабочие колеса имеют широкие листовые лопатки. Допустимая скорость для таких колес не превышает 50 м/с. Вентиляторы среднего давления создают полное давление до 3000 Па. Их лопатки могут быть загнуты как по направлению вращения колеса, так и против него. Макс. скорость рабочего колеса может достигать 80 м/с. Вентиляторы высокого давления создают полное давление свыше 3000 Па. Рабочие колеса В.р., создающих давление до 10 000 Па, как правило, имеют лопатки, загнутые назад, т.к. они более эффективны. В случае широких колес (вентиляторы средней быстроходности) применяют профильные лопатки с плоским или слегка наклонным передним диском. Полное давление более 10 000 Па могут создавать лишь вентиляторы малой быстроходности с узкими рабочими колесами, напоминающими компрессорные.

По быстроходности В.р. делят на вентиляторы большой (коэфф. быстроходности 60...81), средней (30...60) и малой (11...30) быстроходности. В.р. большой быстроходности имеют широкие рабочие колеса с небольшим числом загнутых назад лопаток, коэфф. давления 0,9, макс. кпд может достигать 0,9. К В.р. средней быстроходности относят как вентиляторы с колесом барабанного типа с загнутыми вперед лопатками и большим диаметром входа, у к-рых коэфф. давления близки к макс. возможному (≈ 3), а кпд дости-

гает лишь 0,73, так и В.р., имеющие рабочие колеса значит. меньшей ширины с загнутыми назад лопатками, небольшими коэфф. давления (≈ 1) и кпд, достигающим 0,87. В.р. малой быстроходности имеют небольшие диаметры входа, довольно узкие рабочие колеса, незначит. ширину и раскрытие спирального корпуса, загнутые вперед или назад лопатки и макс. кпд не более 0,8.

В зависимости от компоновки В.р. делят на переносные, полустационарные и стационарные.

ВЕНТИЛЯТОРНЫЙ АГРЕГАТ — составная часть установки кондиционирования воздуха, предназначенная для перемещения через нее воздуха и транспортировки его по воздуховодам системы кондиционирования воздуха. В кондиционерах центральных и кондиционерах местных неавтономных используют вентиляторы радиальные различ. типов и размеров одно- и двухстороннего всасывания. Центральные кондиционеры имеют радиальный вентилятор одностороннего всасывания, снабженный установл. на раме направляющим аппаратом для регулирования подачи. Вентиляторы к электродвигателю присоединяют с помощью шкивов и клиноременной передачи. Раму вентилятора устанавливают на строит. фундаменте на пружинных виброизоляторах.

ВЕНТИЛЯЦИОННАЯ СИСТЕМА — гл. элемент вентиляции, состоящий из устройств для обработки и транспортировки вентиляц. воздуха. Включает в себя систему воздуховодов или каналов, устройства для забора из атмосферы наружного воздуха или выброса из нее загрязн. вытяжного воздуха, вентилятор (при искусств. побуждении движения воздуха), шумоглушители. Харак. В.с. пре-

Схема общеобменной приточной канальной вентиляции с искусственным побуждением движения воздуха

1 — воздухозабор; 2 — утепленный клапан; 3 — фильтр; 4 — калориферная установка; 5 — вентилятор; 6 — шумоглушитель; 7 — магистр. канал (коллектор); 8 — ответвление; 9 — воздухораспределитель

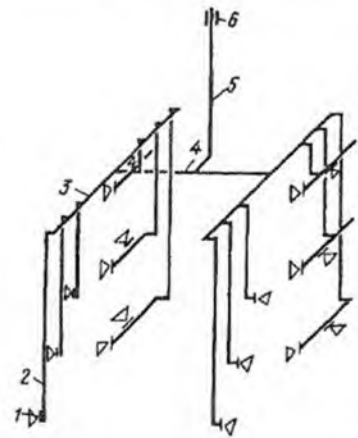
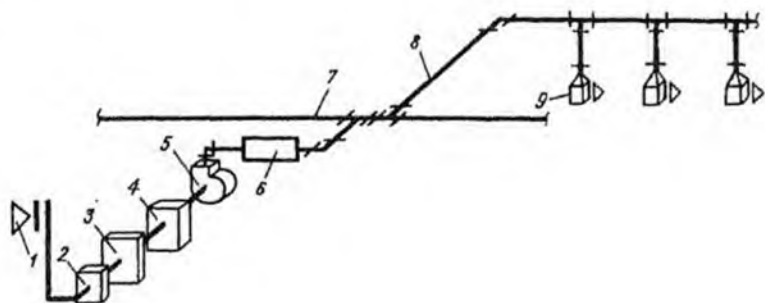


Схема общеобменной вытяжной канальной вентиляции с естеств. побуждением движения воздуха для секции 3-этажного жилого дома

1 — вход воздуха из кухни в систему; 2 — канал в кирпичной стене; 3 — сборный утепл. короб на чердаке; 4 — то же, объединяющий 2 части вентиляц. системы; 5 — утепленная вентиляц. шахта; 6 — дефлектор (или зонт), установл. на выходе воздуха из шахты в атмосферу

дусматривает такие ее особенности, как режим работы (периодичность, постоянство), сезонность работы, спец. назначение (аварийная, противопожарная и т.п.). Классифицируют В.с. по след. признакам: по виду вентиляции — общеобменные, местные; по функции, назначению — приточные, вытяжные; по конструктивным особенностям — канальные и бесканальные; по способу побуждения движения воздуха — искусств. и естеств. По сочетанию этих признаков возможны 16 видов В.с. Наиболее распространены из них следующие. Общеобм. приточная канальная В.с. с искусств. побуждением движения воздуха применяется в производств. и обществ. зданиях. Если она обслуживает одно помещение, допускается рециркуляция воздуха. Используются все виды воздухораспределителей, в т.ч. и сосредоточ. подача воздуха в помещении. Общеобм. приточная бесканальная В.с. с искусств. побуждением воздуха представляет собой приточный агрегат, подающий воз-

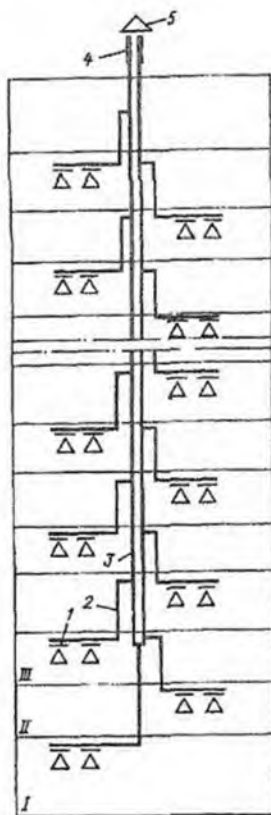


Схема общеобменной вытяжной канальной вентиляции с естественным побуждением движения воздуха для многоэтажного здания

I, II, III — этажи; 1 — сборный поэтажный воздуховод; 2 — вертикальный участок поэтажного воздуховода; 3 — вертикальный коллектор системы; 4 — утепленная вытяжная шахта; 5 — зонт (дефлектор) на выходе воздуха из шахты в атмосферу

дух непосредственно в помещение с небольшим числом работающих, при отсутствии пост. рабочих мест. Используется для периодич. проветривания помещений с теплоизбытками и для вспомога-тельных помещений. Общеобм. приточная бесканальная В.с. с естественным побуждением — это приточные отверстия (окна, аэрац. фрамуги) для аэрации производств. помещений со значит. теплоизбытками, жилых и обществ. зданий. Общеобм. вытяжная канальная В.с. с искусственным побуждением применяется в тех же случаях, что и общеобм. приточная. Общеобм. вытяжная бесканальная В.с. с искусственным побуждением используется для проветривания помещений с небольшим числом работающих, где воздух загрязнен вредными примесями; применяется как аварийная. Общеобм. вытяжная канальная В.с. с естественным побуждением широко используется в жилых и небольших обществ. зданиях и гостини-

цах, в производств. помещениях с теплоизбытками. Движение воздуха по каналам (шахтам) в этих В.с. происходит за счет разности уд. веса воздуха снаружи и внутри здания.

Общеобм. вытяжная бесканальная В.с. с естественным побуждением — вытяжное отверстие (верхняя часть окна, верхний ряд окон, открытые фрамуги *фонаря аэрационного*) применяется для производств. помещений со значит. избытками теплоты. Широко используется местная приточная канальная В.с. с искусственным побуждением, т.е. система, подводящая воздух к *воздушному душем* в производств. цехах с высокой плотностью лучистого теплового потока. Местная приточная бесканальная В.с. с искусственным побуждением — это передвижная или стационарная установка для воздушного душирования, работающая на рециркуляции внутр. воздуха с его обработкой (увлажнение, охлаждение) и обслуживающая *местные отсосы* в производств. зданиях. В.с. остальных видов при-

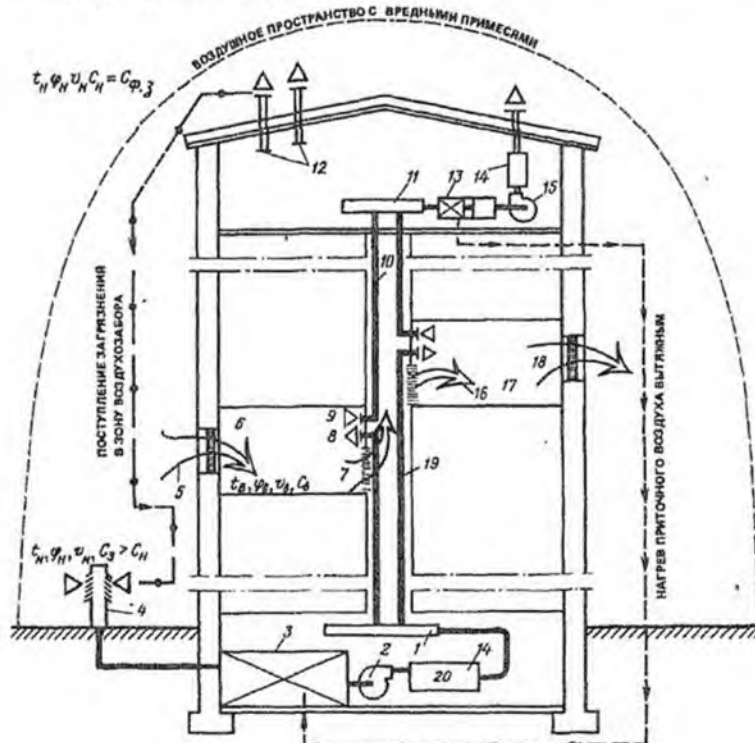
меняют в нашем климатич. поясе либо чрезвычайно редко, либо для разного рода технологич. вентиляц. установок.

ВЕНТИЛЯЦИЯ (от лат. *ventilatio* — проветривание) — комплекс устройств и мероприятий, предназнач. для удаления вредных выделений (избыточной теплоты, влаги, газов, паров и аэрозолей) из помещений и обеспечивающих в них температуру, влажность, подвижность, загрязненность и запыленность не выше верхнего допустимого предела.

История развития отечеств. техники В. насчитывает неск. веков. Первая теоретич. российская работа принадлежит перу М.В. Ломоносова (О вольном движении воздуха в рудниках примеченном, 1763). К племяде славных имен отечеств. ученых и инж., оставивших заметный след в развитии техники и искусства В., относятся Н.А. Львов (1751...1803) и Н.А. Амосов (1787...1868) — авторы пневматич. печей (печного кондиционирования воздуха),

Технологическая схема вентиляции

1 — коллектор приточной системы вентиляции; 2 — вентилятор приточной установки; 3 — обработка приточного воздуха; 4 — воздухозабор приточной установки; 5 — поток инфильтрующегося наружного воздуха; 6 — вентилируемое помещение №1; 7 — поток перетекающего воздуха; 8 — воздухораспределитель приточной системы; 9 — устройство для удаления вытяжного воздуха из помещения; 10 — воздуховоды вытяжной системы вентиляции; 11 — коллектор вытяжной системы вентиляции; 12 — шахты вытяжных систем для выброса воздуха в атмосферу; 13 — устройства для очистки вытяжного воздуха и утилизации теплоты; 14 — шумоглушители вытяжной вентиляц. установки; 15 — вентилятор вытяжной вентиляц. установки; 16 — поток перетекающего воздуха, поступающего в помещение; 17 — обслуживаемое помещение №2; 18 — поток эффилтрирующегося внутр. воздуха; 19 — воздуховоды приточной системы вентиляции; 20 — шумоглушитель приточной вентиляц. установки; t_a, φ_a, v_a, C_a — соответственно температура, относит. влажность, скорость (подвижность) воздуха и концентрация вредных примесей в нем; индексы и, и — внутр. и наружный воздух, фз — фоновая зона аэродинамич. следа



И.Д. Флавицкий (1828...1887) — создатель первых отечеств. сан.-гигиенич. норм, С.Б. Лукашевич (1850...1912), читавший первый курс и создавший первый учебник по В. (1880). Широко известны родоначальники соврем. петербургской и московской школ специалистов В. — Б.М. Аше (1884...1942) и В.М. Чаплин (1859...1931), к-рую дополнили В.В. Батурин (1890...1972), П.Н. Каменев (1891...1973), С.Е. Бутаков (1905...1968) и мн. др. Сложившие школы инж., специализирующихся по В. пром. и обществ. зданий, по рудничной В.

Рабочим телом вентиляц. процессов является влажный атм. воздух. Действие В. обычно сводится к удалению вытяжным воздухом поступивших или образовавшихся в помещении вредных выделений и замене удаляемого воздуха чистым (в т.ч. и обработанным) приточным воздухом. Т.о. подаваемый в помещение вентиляциям воздух пост. разбавляет вредные выделения и, загрязняясь, уносит их из помещения. Кроме разбавления он может очищать помещение, вытесняя загрязн. воздух.

Выбор схемы подачи — удаления воздуха и определение воздухообмена в помещении зависит от его назначения, видов вредных выделений, места расположения в здании и т.д. Технич. решения и конструирование *вентиляционных систем* и вентиляция камер для конкретных условий также зависят от назначения и конструктивного решения здания, от вида и категории вредности выделений в отд. помещениях, режима работы в течение суток, от категории пожаро- и взрывоопасности помещений и др. условий. Конструктивные решения устройств для забора воздуха снаружи здания и способа выброса вентиляц. воздуха выбирают с учетом места расположения здания в городе или на пром. площадке, кол-ва и категории вредности выбросов, метеорологич. условий. Поэтому при проектировании и эксплуатации В. необходимо решать вопросы, связ. с внутр., краевой и внешн. задачами воздушного режима здания. При проектировании В. любого здания учитывают допустимые параметры воздуха в каждом помещении. Выбор и расчет вентиляциям систем проводят с учетом норм и правил, выработ. на основе многолетнего опыта. Расчетные параметры климата для В. в холодный период года (параметры Б) совпадают с параметрами для расчета отопления и кондиционирования воздуха (средняя темп-ра воздуха самой холодной пятидневки и соответствующая *энтальпия влажного воздуха*). Для теплого периода года параметры наружного воздуха для В. выбираются ниже (параметры А), чем для расчета кондиционирования воздуха. Сезонная необеспеченность расчетных усло-

вий для В. в теплый период — около 400 ч. Допустимый уровень параметров (темпера, влажность, подвижность и концентрация вредных примесей) внутр. воздуха в вентилируемом помещении определяется по сан.-гигиенич. требованиям или требованиям технологич. процесса. В нек-рых случаях параметры внутр. воздуха принимают с учетом повышения долговечности и сохранности строит. ограждающих конструкций. Источник вредных выделений в вентилируемом помещении — находящиеся в нем люди, солнечная радиация, освещение, работающие *отопительные приборы системы отопления*. В производств. помещениях вредные выделения поступают от технологич. оборудования, материалов, полуфабрикатов и готовой продукции, работающих электродвигателей, технологич. трубопроводов и пр. Теплоизбытки и влаговыведения в помещении условно наз. вредными выделениями. В помещениях, где выделяются теплота и водяные пары, допускается рециркуляция внутр. воздуха (в т.ч. при выделении вредных в-в третьего и четвертого классов опасности.). Подачу воздуха в помещение (приток) осуществляют с помощью приточных вентиляциям систем; удаление (вытяжку) — вытяжных. Обработка приточного и вытяжного воздуха происходит в оборудовании, располагаемом обычно в вентиляциям камерах. Там же устанавливают вентиляторы, если предусмотрено механич. побуждение воздуха. В нек-рых случаях движение воздуха в системах В. происходит за счет гравитац. сил и действия ветра. Это системы с естеств. побуждением движения воздуха. Если вентиляциям процесс осуществляется в объеме всего помещения, то В. наз. общеобменной. Вентиляциям воздух подается к рабочим местам или в определ. зону помещения *местной приточной вентиляцией*. Из мест выделения теплоты, влаги и вредных примесей загрязн. воздух удаляется *местной вытяжной вентиляцией*. Местная В. всегда более эффективна, чем общеобменная, однако не всегда осуществима. См. также *Вентиляциям аварийная, Вентиляциям естественная, Вентиляциям искусственная, Вентиляциям местная, Вентиляциям производственных зданий, Местная вытяжная вентиляция, Местная приточная вентиляция*.

ВЕНТИЛЯЦИЯ АВАРИЙНАЯ — система устройств, обеспечивающих удаление дыма при пожаре или вредных газообразных примесей, поступивших в помещение при аварийной ситуации. Это, как правило, вытяжные установки, включающиеся автоматически и обеспечивающие большие по сравнению с обычной *вентиляцией* расходы воздуха. При пожаре для предотвращения задымления предусматриваются приточные

установки, подающие воздух без подогрева в лестничные клетки и др. проходы для эвакуации людей. При аварийных выбросах вредных в-в в помещение приток в него происходит за счет перетекания воздуха из смежных помещений. Расчет требуемого *воздухообмена* при аварийном режиме производят с учетом нестационарности процесса, решая уравнение газового баланса помещения, записанное в дифференц. форме.

ВЕНТИЛЯЦИЯ ЕСТЕСТВЕННАЯ — перемещение воздуха с целью создания *воздухообмена* за счет действия гравитац. сил и ветрового давления.

ВЕНТИЛЯЦИЯ ИСКУССТВЕННАЯ — механич. перемещение воздуха с целью создания *воздухообмена*, осуществляемое воздушными машинами — вентиляторами, компрессорами и т.п.

ВЕНТИЛЯЦИЯ МЕСТНАЯ — способ организации *воздухообмена* в вентилируемом помещении, при к-ром приток воздуха подают непосредственно на *рабочее место*, а вытяжку осуществляют от места образования вредных выделений. В.м. позволяет поддерживать заданные параметры воздушной среды лишь на рабочих местах, добываясь миним. объемов воздухообмена, высоких экономичности и эффективности. По назначению различают приточные и вытяжные системы В.м. Примерами приточных систем являются: воздушное душирование рабочих мест (см. *Воздушный душ*), "воздушные оазисы", приточные системы вентиляции закрытых постов управления и кабин крановщиков. Если в цехе значит. теплоизбытки, а условия работы требуют оперативного вмешательства в технологич. процесс поблизи обслуживаемого агрегата, то применяют душирование ниспадающим воздушным потоком рабочих мест операторов. Необходимые параметры воздушной среды на рабочем месте создаются нач. участком ниспадающей струи, ось к-рой перпендикулярна плоскости пола. Это определяет большие размеры приточного насадка. В его конструкции предусмотрен элемент, обеспечивающий равномерное скоростное поле воздушного потока на выходе. Скорость воздушного потока не превышает 0,8 м/с, высота над уровнем пола — 2 м. Подвижность воздуха в помещении, превышающая 0,3...0,4 м/с, отклоняет струю от расчетной траектории. Защита рабочего места от боковых воздушных токов осуществляется кольцевой воздушной завесой, создаваемой струей, выходящей через щель по периметру приточного насадка. В завесу подается воздух из помещения, а в ниспадающей поток — кондиционированный воздух.

Для пультов управления в машинных залах ТЭС разработан способ приточной В.м., получивший назв. "воздушный оазис". Пульт управления огораживают остекл. перегородками-ширмами высотой 2,2...2,5 м, в одной или в нескольких из крышек имеются двери. Приток воздуха подает с малыми скоростями через приточные отверстия в тумбочках. Охлажд. воздух создает в объеме, огранич. перегородками, необходимый микроклимат. Нагреваемый теплоисточниками воздух уходит в машинный зал. Достоинством "воздушного оазиса" является возможность создания необходимого микроклимата в сравнит. большом объеме; недостатком — затрудненность перемещений оператора с целью предотвращения аварийных ситуаций. В металлургии (прокатные станы) и нек-рых др. отраслях пром-ти при высокоавтоматизиров. произ-ве системы приточной В.м., обслуживающей лишь посты управления, устраивают в спец. часто отд. стоящих постройках. В.м. кабин крановщиков в загазов. цехах осуществляется наружным воздухом в условиях перемещения крана вдоль цеха. Одно из технич. решений состоит в прокладке вдоль подкранового пути магистр. *воздуховода* прямоугольного сечения, в нижней плоскости к-рого устроены воздухоприточные патрубки. Каждый из них имеет клапан с электромагнитным приводом. Снизу к патрубкам по всей длине магистр. воздуховода прикреплен плоский металлич. экран с воздухоприточными отверстиями, по к-рому скользит воздухоприемник, сообщающийся с кабиной посредством воздуховода.

Практика вентиляции выработала следующие виды местных отсосов: *укрытые кожуховые, вытяжной шкаф, отсос воздуха витринный, вытяжной зонт, вытяжная воронка, панель равномерного всасывания воздуха, отсосы воздуха бортовой, боковой и кольцевой*. Перечисл. выше виды местных отсосов условно можно разделить на 3 группы: полностью закрытые, полуоткрытые и открытые. Полностью закрытые отсосы — составная часть корпуса машины или аппарата, имеют щели и неплотности, иногда отверстие. К ним относятся кожухи. Полуоткрытый отсос представляет собой укрытие с рабочим проемом, внутри к-рого находится источник вредных выделений. В эту группу входят вытяжные шкафы и витринные отсосы. В укрытиях открытого типа непроницаемые ограждения типа стенок отсутствуют. Локализация осуществляется преимущественно соответствующими направлением и скоростью воздушных потоков, а местный отсос располагается сбоку или сверху источника вредных выделений. К отсосам этого типа относятся вытяжные зонты и воронки,

бортовые, боковые и кольцевые отсосы, панели равномерного всасывания.

К местным отсосам предъявляются технич. требования: источник вредных выделений должен быть макс. укрыт; рабочий проем должен иметь миним. возможные по условиям технологич. процесса размеры; укрытие не должно мешать работе и снижать произ-сть труда; должно иметь простую конструкцию и малое гидравлич. сопротивление, легко сниматься для очистки и ремонта; вредные выделения из отсоса должны удаляться в направлении их естеств. движения. Принято считать, что объем удаляемого от отсоса воздуха должен быть пропорционален кол-ву вредных выделений. Необходимо стремиться к уменьшению объема вытяжки, т.к. на компенсацию удаляемого воздуха расходуются электроэнергия и тепло. Предпочтительно располагать укрытие т.о., чтобы для улавливания вредных выделений использовалась кинетич. энергия потока загрязн. воздуха. Объем вытяжки в этом случае будет миним. при необходимой эффективности укрытия. По технологич. причинам это условие не всегда удается выдерживать, что приводит к повыш. расходам воздуха.

Характер вредных выделений оказывает влияние на конструирование и аэродинамический расчет сети воздуховодов (см. *Пневматический транспорт, Аспирация*).

ВЕНТИЛЯЦИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ — раздел *вентиляции*, объединяющий методич. приемы, схемные и конструктивные решения и методы расчета, характерные для обществ. и жилых зданий разл. типов. Специфич. особенности обществ. зданий — многоэтажность, большая протяженность поэтажных коридоров, наличие вертик. связей между этажами (лестничные клетки, лифтовые шахты), большая разнородность помещений по видам вредных выделений, требования к внутр. климату, режимам работы. Как правило, часть помещений обществ. зданий требует *кондиционирования воздуха*. Кроме обеспечения допустимых или оптим. условий в обслуживаемой зоне помещений *вентиляционные системы* и *системы кондиционирования воздуха* позволяют управлять потоками воздуха между смежными помещениями (см. *Перетекание воздуха*). Иногда вентиляционные системы совмещают ф-ции *отопления* в рабочее и нерабочее время суток. Режим работы вентиляц. систем учитывают при проектировании противопожарной защиты здания. Для В.о.з. используют общесоб-ные и местные системы вентиляции всех типов.

Способ подачи приточного воздуха, схема организации *воздухообмена* зави-

сят от назначения здания и помещения и климатич. хар-к р-на постройки. В зависимости от р-на постройки и категории в обществ. зданиях предусматривают либо вентиляцию и кондиционирование воздуха в отд. помещениях, либо кондиционирование воздуха повсеместно. Приточные и вытяжные системы в этих зданиях разветвл., требуют наладки и сезонного регулирования. Для предотвращения их сезонной разрегулировки предусматривают повыш. сопротивление ответвлений от магистр. воздуховодов (коллекторов) и установку регуляторов постоянства расхода. Подачу на этаж и удаление воздуха с каждого этажа осуществляют с помощью вертик. каналов; раздачу воздуха по помещениям этажа и удаление его из них — горизонт. *воздуховодов*, пролож. в подшивных потолках (с соблюдением противопожарных требований к вентиляц. системам). В системах воздуховодов необходимо устраивать шумопоглощающие вставки (акустич. развязки), чтобы шум из одних помещений не проникал в др. Для кондиционирования воздуха в кабинетах обществ. зданий наиболее широкое распространение получила центр. система с эжект. доводчиками. Применяют также местные автономные *кондиционеры*. Актовые залы обслуживают центр. кондиционеры с рециркуляцией воздуха, обеспечивающие подачу наружного воздуха в пределах сан. нормы. Здания гостиниц в зависимости от их класса оснащают вентиляц. системами с естеств. или механич. побуждением движения воздуха или системами кондиционирования воздуха. Воздух подается и номера из расчета не менее 50 м³/ч наружного воздуха на одного проживающего, загрязн. воздух удаляется через сан. кабину. Вентиляц. оборудование с учетом круглогодичной работы следует резервировать. Кондиционирование воздуха предусматривают в гостиницах высшей категории. Наиболее целесообразной для гостиниц признана комбиниров. система кондиционирования воздуха. Заданный темп-рный режим поддерживают с помощью вентиляторных доводчиков, включаемых по желанию проживающих в номере гостиницы.

Особенностью вентиляции лечебно-профилактич. учреждений является обязат. выполнение ф-ций управления перетеканием воздуха между смежными помещениями. Организов. перетекание воздуха необходимо для обеспечения требуемых сан.-гигиенич., метеорологич. и стерильных условий. В очень чистых помещениях — операц., послеоперац., послеродовых палатах и др. аналогичных помещениях устраивают кондиционирование воздуха с супертонкой очисткой и стерилизацией приточного воздуха. От остальных эти особо чистые

помещения отделяют тамбур-шлюзом (фильтр-боксом), в котором создают подпор подачей в него стерильного воздуха. Еще одной особенностью вентиляции лечебно-профилактич. зданий является необходимость обслуживания групп помещений, объедин. в единый технологич. блок отд. системами приточной и вытяжной вентиляции или кондиционирования воздуха. В этих зданиях при тепловлажностной обработке воздуха недопустимо использование увлажняющих контактных аппаратов. Увлажнение воздуха производится паром. Все элементы систем вентиляции и кондиционирования воздуха должны быть доступны для их гигиенич. очистки и стерилизации.

В зданиях архивов и книгохранилищ устраивают механич. вентиляцию, совмещ. с отоплением или увлажнением в крупных объектах и сейфах для хранения документов. Подача наружного воздуха ограничена (не более 10% требуемого воздухообмена); это облегчает очистку приточного воздуха от пыли, сернистого газа и диоксида углерода. При использовании контактных увлажнителей воздуха вода должна быть обработана щелочью.

Осн. помещения н.-и. ин-тов и вузов — лаборатории, кабинеты, аудитории — оборудуют вентиляцией либо по технологич. или сан.-гигиенич. требованиям предусматривают кондиционирование воздуха. Число систем, обслуживающих здание, выбирают исходя из режима работы обслуживаемых вентиляцией помещений. Широко применяют местную вытяжную вентиляцию (отсосы воздуха от лабораторных шкафов, зонтов и др. видов *местных отсосов*). Удаляемый от местных отсосов воздух необходимо перед выбросом в атмосферу очищать от вредных примесей.

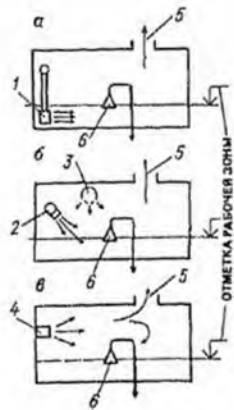
Для вентиляции и кондиционирования воздуха спортивно-оздоровит., зрелищных, торговых и т.п. зданий необходима оптим. схема организации воздухообмена в помещениях большого объема с перем. по времени нагрузкой. Выбор схем подачи приточного воздуха и расположение вытяжных отверстий зависит от архитектурно-строит. решения помещения и здания. В пищеблоках вентиляц. системы не только обеспечивают допустимые параметры в помещениях, но и защищают здание и обеденный зал от распространения резких запахов кухни. В горячих цехах пищеблока применяют технологич. оборудование с местными отсосами воздуха, а также местный приток.

Общим для большинства обществ. зданий является наличие в них разл. технологич. служб: АТС, вычислит. центров, *тепловых пунктов*, машинных отделений лифтов и т.п. помещений с разнооб-

разными вредными выделениями и требованиями к внутр. микроклимату. Напр., современные АТС, оснащ. квазиэлектронным оборудованием, нуждаются в кондиционировании воздуха, аккумуляторные помещения АТС — в совств. системе вентиляции с учетом требований по взрывобезопасности. В вычислит. центрах система кондиционирования совмещает функции охлаждения стоек ЭВМ. В этих помещениях предъявляют повыш. требования к чистоте приточного воздуха, а сами помещения находятся под подпором, создаваемым за счет дисбаланса притока и вытяжки. Общее положение по устройству вентиляции в обществ. зданиях — расположение приточных установок, кондиционеров и холодильных агрегатов в подвальных помещениях, а вытяжных установок — на верхнем (чаще технич.) этаже или на чердаке здания. Все вентиляц. установки снабжают устройствами, снижающими вибрацию и шум, и приборами автоматич. управления.

ВЕНТИЛЯЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ — система мер для создания и поддержания требуемых нормами метеорологич. условий в помещении. Это достигается локализацией, ассимиляцией и разбавлением выделяющихся в результате технологич. процесса вредных выделений: избытков *теплоты* и влаги, *газов, паров, пыли*. Способ вентиляции (схема организации воздухообмена) помещения зависит от физ.-хим. свойств и кол-ва выделяющихся вредных в-в. Характерной особенностью вентиляции производств. зданий является наличие местной приточной и вытяжной вентиляции, аэрации и значит. (до десятков млн куб. м в час) расходов воздуха.

По схеме организации воздухообмена произв. помещения можно условно подразделить на три класса. К первому относятся помещения, в которых распределение темп-ры и скорости воздуха, а также концентрации вредных в-в определяют приточные вентиляц. струи. Маломощные источники тепловыделений рассредоточены по помещению. Воздух обычно раздается в его верхнюю зону огранич. числом струй, а удаляется через местные отсосы и из верхней зоны. При выделении вредных (горючих) газов и паров, имеющих плотность больше плотности воздуха в рабочей зоне, необходимо предусматривать удаление воздуха и из нижней зоны помещения. К этому классу помещений относятся т.н. "холодные" цехи: сборочные, сварочные, механич. по обработке металлов, окрасочные, деревообрабатывающие и т.п. Ко второму классу относятся помещения с мощными сосредоточ. источниками тепловыделений. Распределение темп-ры и скорости воздуха, а также концентрации



Способы раздачи воздуха

a — первый; *b* — второй; *в* — третий; 1 — раздача воздуха в рабочую зону; 2 — то же, под углом к горизонту; 3 — то же, вертикально вниз; 4 — то же, сосредоточенная; 5 — удаление воздуха из верхней зоны; 6 — местная вытяжная вентиляция

вредных выделений определяют тепловые (конвективные) потоки. Воздух раздается в нижнюю (рабочую) зону, а удаляется через местные отсосы и из верхней зоны, обычно из области конвективных струй. К этому классу относятся "горячие" цехи: кузнечные, термические, плавильные и заливочные отделения литейных цехов и т.п. Третий класс образуют помещения, в которых трудно выделить факторы, влияющие на распределение темп-ры, подвижности воздуха и концентрации в нем вредных в-в. Воздух раздается в направлении рабочей зоны сверху вертикально или под углом, а удаляется через местные отсосы из верхней и нижней зон. К этому классу можно отнести малярные цехи, в которых есть сушильные камеры, цехи вулканизации шинных заводов, пропарочные цехи заводов строит. индустрии и т.д.

Распределение воздуха в помещении (воздухооборудование) во многом определяет качество вентиляции помещений. В зависимости от особенностей технологич. процесса, строит. хар-ки объекта, экономич. и эстетич. соображений применяют различные способы подачи приточного воздуха и разные воздухораспределит. устройства (*воздухораспределители*). Все варианты раздачи приточного воздуха можно объединить в три способа. Первый — раздача воздуха непосредственно в рабочую зону. *Приточные струи* в данном случае должны быть маломощными и затухать в объеме рабочей зоны. Для этих целей используют эжекторы и ВЭПш, дутьевые патрубки. Такая раздача свойственна помещениям второго класса. Второй способ — раздача воз-

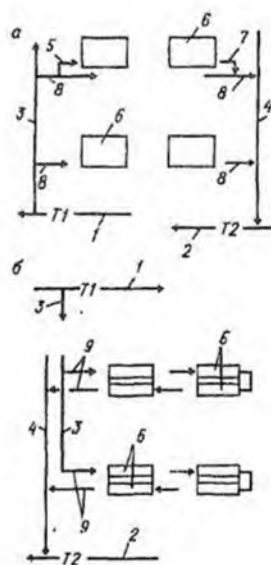
духа струями, поступающими в рабочую зону вертикально или наклонно под углом. Для этих целей служат перфорированные воздуховоды ВПК, потолочные плафоны ВР, ВПР, а также воздухоораспределитель НРВ. Такая раздача возможна для всех помещений производств. зданий. Третий — раздача воздуха горизонт. струями, затухающими вне рабочей зоны (сосредоточенная подача воздуха ограниченным числом струй). Различают сосредоточ. подачу настилающимися и ненастилающимися на перекрытие (потолок) струями. Для такой раздачи воздуха используют цилиндрич. насадки и воздухоораспределители. Этот способ характерен для "холодных" цехов с воздушным отоплением.

ВЕРХНЯЯ ЗОНА ПОМЕЩЕНИЯ — часть вентилируемого помещения, располож. выше обслуживаемой или рабочей зоны. Обычно служит накопителем теплоты, вредных примесей и водяных паров, выделяющихся в помещении и поднимающихся вверх с нагретым воздухом. Поэтому вытяжные отверстия (вытяжку), как правило, располагают в В.з.п. При отсутствии в помещении вредных выделений приточный воздух в холодное время года целесообразно подавать через тепловую подушку — слой теплого воздуха, располож. в В.з.п.

ВЕТЬ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ — горизонт. теплопровод, соединяющий стояк системы отопления с подводками к отопительным приборам или к обогреваемым помещениям, располож. по горизонтали одно за др. В.с.о. наз. подающей, когда используется для распределения теплоносителя между подводками, и обратной — для сбора отдавшего теплоту теплоносителя. В *однотрубной системе водяного отопления* и *бифилярной (двухпоточной) системе отопления* функции распределения и сбора теплоносителя совмещаются в одной В.с.о.

В.с.о. размещается в обслуживаемых помещениях открыто у стены или скрыто (при обосновании) в спец. выемке в стене, в полу или под полом. Прокладывается с *уклоном теплопровода*; допускается прокладка без уклона при скорости движения воды или конденсата в трубах более 0,25 м/с. При конструировании В.с.о. предусматривается компенсация темп-рного удлинения труб путем изгиба их в местах присоединения к стоякам и подводкам, установки спец. компенсатора в *системе отопления*.

При гидравлич. расчете потери давления в В.с.о. многоэтажного здания $\Delta p_{вет}$ не должны быть меньше $\Delta p_{е.макс}$ — макс. естеств. циркуляц. дав-



Ветвь системы отопления

a — в горизонтальных системах водяного отопления с нижней разводкой; *б* — то же, с верхней разводкой; 1 и 2 — подающие (Т1) и обратные (Т2) магистрали; 3 и 4 — подающие и обратные стояки; 5 и 7 — подающие и обратные подводки; 6 — отопительные приборы; 8 — однотрубные ветви; 9 — бифилярные ветви (стрелки показывают направление движения теплоносителя)

ления, возникающего при охлаждении воды в *отопительных приборах* на верхнем этаже здания, т.е. $\Delta p_{вет} \geq \Delta p_{е.макс}$. Для регулирования темп-ры в обслуживаемых помещениях В.с.о. дополняется регулятором прямого действия. Для аварийного отключения каждой В.с.о. в здании, имеющем более 3 этажей, на трубах вблизи стояков устанавливают запорные пробочные или шаровые краны. При этом для слива воды или конденсата из отключ. В.с.о. в дренажную линию (стояк) предусматривается спускная труба с запорным вентилем, а на противоположном конце В.с.о. — патрубок с вентилем для впуска в нее воздуха (под давлением со стороны переносного компрессора, если В.с.о. проложена без уклона).

ВЕТРОВОЕ ДАВЛЕНИЕ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗДАНИЯ — избыточное давление или разрежение, возникающее на поверхности здания, сооружения или препятствия при обтекании их ветром. Повышение давления на наветр. стороне происходит за счет перехода части кинетич. энергии потока воздуха в потенц. Разрежение на заветр. и боковых поверхностях объясняется процессом эжекции воздуха, возникающей за плохо обтекаемыми объектами. Избыточное давление и разрежение оценивают аэродинамическими коэффициентами.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРИТОЧНЫХ СТРУЙ — процесс совместного действия неск. приточных струй, обслуживающих вентилируемое помещение, приводящий, как правило, к увеличению в нем подвижности воздуха. На схеме по-

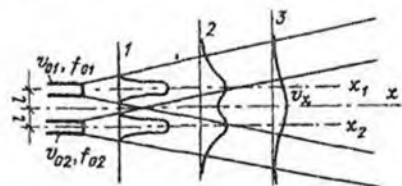


Схема взаимодействия двух струй

1 — сечение и поле скоростей до слияния струй; 2 — то же, в нач. стадии взаимодействия; 3 — полное слияние струй, максимум скорости на общей оси

казано взаимодействие двух приточных струй, располож. на расстоянии l от общей оси x . Наложение скоростных полей струй происходит постепенно по мере их слияния. Сечение 3 расположено обычно в зоне, где скорость воздуха жестко нормируется. В инж. расчетах В.п.с. учитывают, вводя коэфф. взаимодействия $K_B \geq 1$. Методич. основой для определения K_B является допущение, что в любой точке пространства при В.п.с. суммарный поток кол-ва движения (импульс) равен сумме потоков кол-ва движения в этой точке всех взаимодействующих струй. Поток кол-ва движения пропорционален квадрату проекции скорости на ось x , следовательно, для каждой точки пространства в зоне В.п.с. будет справедливо равенство $v_{сум} = \sqrt{\sum v_{xi}^2}$, где $v_{сум}$ — суммарная (результатирующая) скорость воздуха; v_{xi} — скорость воздуха в этой же точке при действии одной из струй.

Суммарная скорость на общей оси x равна для двух струй:

$$v_x = v_0 m (\sqrt{f_0/x}) K_B; K_B = 1 - 1/2 (v_{сум}/v_0)^2 \sqrt{2},$$

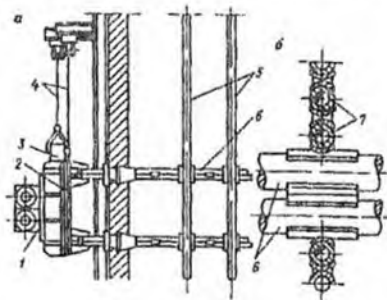
где v_0 — нач. скорость воздуха в каждой струе; m — коэфф. затухания скорости, зависящий от типа приточного насадка; f_0 — площадь нач. сечения струи; x — расчетное расстояние; c — эксперимент. постоянная (по И.А. Шепелеву, равная 0,082).

ВЗРЫВНОЙ КЛАПАН — устройство для предотвращения разрушения энергетич. установок в случае взрыва горючих газов, угольной пыли и др. Представляет собой отверстие (окно, лаз и т.д.) во взрывоопасных элементах энергетич. установок, закрытое дверцами или материалами (асбестовое полотно и др.), легко разрушающимися во время взрыва. В.к.,

соединенный с отводом для газов, предохраняет персонал от ожогов. В.к. оборудуются топочные камеры, газоходы паровых котлов и печей, система пылеприготовления и др.

ВЗРЫВООПАСНАЯ ВОЗДУШНАЯ СМЕСЬ — воздух, содержащий горючие газы, пары, волокна или аэрозоли с концентрацией, при которой горение распространяется взрывообразно на весь объем, и при этом развивается давление взрыва, превышающее 5 кПа.

ВИБРАЦИОННАЯ ОЧИСТКА КОТЛА — метод периодич. очистки поверхностей нагрева котлагрегата (экранов, пароперегревателей, водяного экономайзера) от золошлаковых отложе-



Вибрационное устройство для очистки вертикальных труб

а — вид сбоку; б — сопряжение виброштанги с обогреваемыми трубами — вид сверху; 1 — вибратор; 2 — плита; 3 — пружины; 4 — трос; 5 — виброштанга; 6 — труба; 7 — уплотнение прохода штанги через обмуровку

ний с использованием вибрат. устройств — источников колебаний системы. В.о.к. основана на том, что при колебании труб с большой частотой нарушается сцепление золошлаковых отложений с металлом поверхности нагрева. Наиболее эффективна В.о.к. свободно подвеш. вертикал. труб — ширм и пароперегревателей. Для В.о.к. преимущественно применяют электромагнитные вибраторы. Трубы пароперегревателей и ширм прикрепляют к тяге, к-рая выходит за пределы обмуровки котла и соединяется с вибратором. Тяга охлаждается водой, место ее прохода через обмуровку уплотнено. Электромагнитный вибратор состоит из корпуса с якорем и каркаса с сердечником, закрепл. пружинами. Вибрация очищаемых труб осуществляется за счет ударов по тяге с частотой 3000 ударов в 1 мин и амплитудой колебаний 0,3...0,4 мм. Наиболее эффективна высокочастотная очистка с угловой скоростью $\omega > 100$ Гц (628 рад/с).

ВИБРАЦИЯ (от лат. vibratio — колебание, дрожание) — механич. колеба-

ния. В технике (машинах, механизмах, сооружениях, конструкциях и т.д.) бывает полезная и вредная В. Полезная В. возбуждается преднамеренно вибраторами, используется в стр.-ве, дорожных и др. машинах, в котлагрегатах с целью вибрат. очистки поверхностей нагрева от золошлаковых отложений и для др. целей. Вредная В. возникает при движении трансп. средств, работе двигателей, турбин и др. машин, иногда приводит к нарушению режима работы и даже разрушению устройств. Для подавления вредной В. и снижения ее действия применяют различные меры защиты, в т.ч. виброизоляция.

ВИБРОИЗОЛЯЦИЯ — защита сооружений, машин, приборов и людей от вредного воздействия вибрации путем введения промежуточных деформируемых элементов между источником вибрации и защищаемым объектом. Обычно используют пассивную В. В этом случае виброизоляторами являются промежуточные элементы, деформирующиеся под действием источника вибрации. В ответств. случаях для снижения низкочастотной вибрации вводят активную В., при которой деформации упругих элементов управляет система автоматич. регулирования. Чем ниже частота и больше амплитуда вибрации, тем податливее должны быть амортизаторы. При защите от периодич. вибрации демпфирование (т.е. принудит. гашение колебаний) должно быть слабым; от неперидич., в т.ч. от случайной вибрации и одиночных ударов, — сильным. В системах отопления в трубу или воздуховод вставляют виброизолирующую вставку — патрубок из упругого материала.

ВИХРЕВАЯ ТОПКА, циклонная топка — топка, в к-рой осуществляется спиральное движение газовоздушного потока, несущего частицы топлива и шлака топливного. В.т. используются в качестве предтопок камерных топок на ТЭС, в технологич. печах и др. В.т. получили распространение в 50-х гг. XX в. В В.т. частицы топлива поддерживаются во взвеш. состоянии за счет несущей силы мощного вихря, вследствие чего в ней не выпадают даже крупные частицы (5...150 мм и более). В современ. В.т. сжигаются куски твердого топлива размером 2...100 мм при скорости струи подаваемого воздуха 50...200 м/с. Существуют горизонт. и вертикал. циклонные предтопки, при этом последние применяются значительно реже. Осн. преимущество В.т. — высокое энерговыделение. В.т. характеризуются высокими тепловым напряжением сечения топочной камеры — 42...63 ГДж/(м²·ч) и степенью улавливания шлака — до 90%. В камерной топке тепловое напряжение объема в 10...20 раз

меньше, а степень улавливания шлака превышает 80%.

ВЛАГОЕМКОСТЬ МАТЕРИАЛА — хар-ка материала, численно равная увеличению его влажности, приходящейся на единицу увеличения принятого потенциала влагопереноса в изотермич. условиях. В.м. $S_m = (d\omega/d\theta)_T$, где ω — влажность материала, кг/кг, θ — потенциал влагопереноса (или общий потенциал влажности), °М. Напр., если в качестве потенциала используется упругость водяного пара, то уд. пароемкость $\xi = d\omega/dP$. Если же в качестве потенциала используется относительная влажность воздуха, то относит. уд. пароемкость $\xi_0 = d\omega_1/d\varphi = -P\xi$, где P — упругость водяного пара, Па; φ — относит. влажность воздуха, %; ω_1 — сорбц. влажность материала, %; ξ — уд. пароемкость, 1/Па.

ВЛАГООБМЕН — процесс обмена влагой части строит. конструкции с окружающим воздухом. Принимается, что этот В. осуществляется паробразной влагой и описывается ур-нием, выражающим граничное условие III рода: $q = \alpha_m(P_n - P_b)$, где q — плотность потока влаги, выходящего с поверхности конструкции, кг/(м²·с); α_m — коэфф. В., кг/(м²·с·Па); P_n, P_b — упругости водяного пара соответственно в порах материала у поверхности конструкции и в воздухе, Па. Коэфф. влагообмена в общем случае зависит от темп-ры, упругостей водяного пара, подвижности воздуха около поверхности конструкции. Для условий конвекции свободной А.В.Нестеренко получил критериальное ур-ние, связывающее эти параметры. К.Ф.Фокис полагал, что для практич. расчетов достаточно приближ. значений сопротивлений влагообмену (величина, обратная коэфф. влагообмена): у внутр. поверхности — $R_{в.п} = 2,66 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{Па} / \text{кг}$, у наружной — $R_{н.п} = 1,33 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{Па} / \text{кг}$. В.Н.Богословский рекомендует для коэфф. влагообмена след. ур-ние: $\alpha_m = -3,18 \cdot 10^{-3} \Delta t^{1/3} \Delta P^{2/5}$, где Δt — разность темп-ры воздуха и поверхности, °С; ΔP — разность упругостей водяного пара в воздухе и в порах материала у его поверхности, Па.

ВЛАГОПЕРЕДАЧА НЕСТАЦИОНАРНАЯ — физ. процесс переноса влаги в строит. конструкции, отличающийся перем. во времени потоком влаги и влагонесущим материалом. Именно такой процесс характерен для влагопереноса в эксплуатируемых конструкциях. Осн. причиной В.н. являются нестационарные темп-ра и влажность окружающей среды. Изменение этих параметров у поверхности конструкции вызывает изменение по-

тока влаги, входящего или выходящего из конструкции, что в свою очередь приводит к изменению влагосодержания составляющих ее материалов. Общее уравнение В.н. имеет вид $\partial u / \partial \tau = -\text{div}(q)$, где u — концентрация влаги в материале, $\text{кг}/\text{м}^3$; τ — время, с; q — плотность потока влаги, $\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \text{с}$. Из этого уравнения можно вывести все используемые при практич. расчетах уравнения. Напр., при использовании метода последоват. увлажнения в одномерном случае это уравнение принимает вид: $\gamma_0 (\partial \omega / \partial \tau) = \partial / \partial x (\mu \partial P / \partial x + \beta \partial \omega / \partial x)$, где ω — влажность, $\text{кг}/\text{кг}$; P — парциальное давление водяного пара, Па; μ — коэфф. паропроницаемости, $\text{кг}/(\text{м} \cdot \text{с} \cdot \text{Па})$; β — коэфф. влагонепроводности, $\text{кг}/(\text{м} \cdot \text{с})$; γ_0 — плотность сухого материала, $\text{кг}/\text{м}^3$; x — пространств. координата, м; τ — временная координата, с.

Связь влажности на поверхностях конструкции с влажностью окружающего воздуха осуществляют с помощью уравнений граничных условий. В.н. в конструкции в общем случае сопровождается *теплопередачей нестационарной*, к-рая также может быть описана соответствующими уравнениями. При В.н. в ограждающей конструкции со временем изменяется как распределение влажности по толщине, так и средняя влажность однородных слоев конструкции. Для ограждающей конструкции отапливаемого помещения в осенне-зимний период увеличивается *диффузия водяного пара* из воздуха помещения в конструкцию вследствие значит. градиентов темп-ры и *упругости водяного пара*. В то же время удаление влаги через наружную поверхность из конструкции является менее интенсивным вследствие снижающегося при приближении к наружной поверхности градиента упругости водяного пара, замерзания части жидкой влаги в материале конструкции у ее наружной поверхности и снижения коэфф. *влагопро-*



Изменение средней влажности материала ограждающей конструкции при ее эксплуатации

водности. Этот период наз. периодом влагонакопления, и к его окончанию в марте-апреле влажность в конструкции максимальна. При повышении темп-ры наружного воздуха весной вследствие увеличения интенсивности перемещения жидкая

влага из внутр. частей конструкций поступает к ее поверхностям, где испаряется в воздух. К концу лета — нач. осени влажность в конструкции минимальна. Нач. период эксплуатации конструкции характеризуется сравнительно интенсивным удалением технологич. влаги, к-рый может продолжаться неск. лет, после чего наступает т.н. квазистационарный влажностный режим конструкции.

ВЛАГОПЕРЕДАЧА СТАЦИОНАРНАЯ — процесс влагопереноса в конструкции, при к-ром влажность и поток влаги являются неизменными во времени. Такой влагоперенос на практике осуществляется очень редко. Напр., он может быть в ограждающих конструкциях, разделяющих помещения с разл., по пост. темп-р и влажностными условиями. Ур-ние В.с. в общем случае имеет вид: $\text{div}(q) = 0$, где q — плотность потока влаги, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$. Это уравнение принимает конкретный вид при изоляционных или иных частных потенциалах влажности (или общего потенциала влажности). Чаще всего при рассмотрении одномерной В.с. в ограждающих конструкциях в качестве частного потенциала влажности используют упругость водяного пара, и приведенное выше уравнение принимает вид: $\mu \partial P / \partial x = \text{const}$, где P — упругость водяного пара, Па; μ — коэфф. паропроницаемости, $\text{кг}/(\text{м} \cdot \text{с} \cdot \text{Па})$; x — пространств. координата, м. Следовательно, в этом случае при пост. коэфф. паропроницаемости упругость водяного пара изменяется по толщине конструкции линейно. В.с. чаще всего рассматривают при оценке ограждающих конструкций, напр. при определении зоны конденсации в конструкции. При этом темп-ру и влажность как наружного, так и внутр. воздуха принимают постоянными. Однако в связи с замедленностью процессов влагопереноса темп-ру и влажность наружного воздуха принимают равными среднемесячным наиболее холодного месяца. Для этих условий рассчитывают стационарное распределение темп-ры по толщине конструкции. Зная его значение, определяют распределение макс. упругости водяного пара. Зонай конденсации считается та часть конструкции, где упругость водяного пара превышает макс. значения. Можно также рассчитать влагонакопление в ограждающей конструкции в течение года исходя из стационарных условий влагопередачи в течение каждого месяца. Соответствие этих расчетов натурным данным в большой степени зависит от выбора расчетной темп-ры и влажности наружного воздуха и от длительности периода увлажнения.

ВЛАГОПРОВОДНОСТЬ — изотермич. процесс влагопереноса в материале, определяемый наличием градиента влажности. Поскольку почти вся влага, содер-

жащаяся в материале при положит. темп-ре, находится в жидком состоянии, то часто под В. понимают способность материала проводить жидкую влагу. Количественной характеристикой В. является коэфф. В. β , численно равный массе влаги, проходящей через единицу площади образца материала толщиной в единицу длины за единицу времени при единичном перепаде влажности [$\text{кг}/(\text{м} \cdot \text{с} \cdot \%)$]. Можно выделить статич. (стационарную) и динамич. (нестационарную) В. Статич. В. обнаруживается при установившемся пост. потоке влаги в сечении материала. Осн. механизмами влагопереноса в этом случае являются перемещение влаги под действием градиента капиллярного давления, пленочное течение влаги под действием градиента разности давления и капиллярная *диффузия водяного пара*. Теория такой В. под действием только градиента капиллярного давления была разработана О. Кришсером. Экспериментально этот коэфф. определяется стационарным методом. Образец материала в форме призмы с влагонезащищенными боковыми гранями устанавливается в сосуд с водой так, что нижняя грань его соприкасается с поверхностью воды, щель между боковыми гранями и стенками сосуда замазывается паронепроницаемым материалом, верхняя невлагонезащищенная грань образца омывается воздухом. Сосуд с образцом помещают в стационарные темп-ро-влажностные условия. Путем периодич. взвешиваний сосуда с образцом определяют плотность потока влаги через образец и устанавливают факт выхода процесса в стационарный режим. После этого определяют распределение влаги по высоте образца и рассчитывают значения градиента влажности по высоте образца. Значения коэфф. В. вычисляют по формуле $\beta = -(q / (\text{grad } \omega))$. Таким образом получают значения коэфф. В. материала в зависимости от его влажности. Поскольку при сорбционной влажности материала изотермич. влагоперенос в нем описывают с помощью коэфф. паропроницаемости, то В. часто рассматривают только при влажности материала, превышающей макс. сорбционную. При меньшей влажности коэфф. В. и паропроницаемость связаны между собой соотношением $\beta = \mu (P_s / 100) / (d\omega / d\rho)$, где μ — коэфф. паропроницаемости, $\text{кг}/(\text{м} \cdot \text{с} \cdot \text{Па})$; $\omega(\rho)$ — изотерма сорбции водяного пара материала, % по массе; P_s — макс. упругость водяного пара, Па.

Динамич. В. отмечается в материале при капиллярном всасывании воды. В этом случае влагоперенос проходит в осн. по механизму капиллярного поднятия. При этом по капиллярам большего радиуса вода поднимается быстрее. Зависимость как статич., так и динамич. коэфф. от

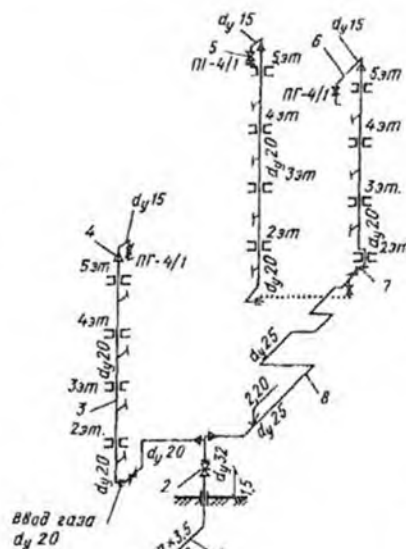
влажности материала может иметь разл. характер и определяется пористой структурой материала, она может быть монотонно возрастающей или иметь максимум при нек-ром значении влажности. Сравнит. эксперименты показывают, что динамич. коэфф. β на 1...2 порядка больше статического. Как тот, так и др. коэфф. прямо пропорциональны поверхностному натяжению и обратно пропорциональны вязкости воды, что приводит к след. темп-рной зависимости коэфф.: $\beta_t = \beta_{20} \cdot (-8,46 \cdot 10^{-7} t^3 + 1,16 \cdot 10^{-4} t^2 + 1,89 \cdot 10^{-2} t + 0,582)$, где β_{20}, β_t — коэфф. β материала при темп-ре 20°C и t соответственно при $-40 \leq t \leq 40^\circ\text{C}$.

ВЛАГОСОДЕРЖАНИЕ ВОЗДУХА (удельное) — кол-во водяных паров, содержащихся во влажном воздухе, отнесенное к 1 кг его сухой части (см. *Воздух*). Измеряется г/кг или кг/кг.

ВЛАГОСОДЕРЖАНИЕ МАТЕРИАЛА — хар-ка состояния материала. Физ. величина, численно равная массе воды во всех фазах, содержащейся в единице массы материала; измеряется в кг/кг.

ВЛАЖНОСТЬ МАТЕРИАЛА — хар-ка состояния материала. Физ. величина, численно равная кол-ву воды (во всех фазах), выраженному в единицах массы (массовая влажность) или объема (объемная влажность), содержащейся в порах материала и приходящейся соответственно на единицу его массы или объема. При этом в качестве воды, содержащейся в порах материала, принимается та вода, к-рая может быть удалена из него при сушке тем или иным способом. Следовательно, ω_m является величиной, зависящей от способа его сушки. В большинстве случаев применяется сушка образцов материала до пост. массы при темп-ре 105°C . Влажность выражается либо в долях единицы (кг/кг для массовой, $\text{м}^3/\text{м}^3$ для объемной влажности), либо в %. Массовая влажность ω_m связана с объемной ω_v след. соотношением: $\omega_m = 1000 \omega_v / \rho_0$, где ρ_0 — плотность сухого материала, $\text{кг}/\text{м}^3$; 1000 — плотность воды, $\text{кг}/\text{м}^3$.

ВНУТРЕННИЕ ГАЗОПРОВОДЫ — система трубопроводов, включающая арматуру, предназначенч. для транспортирования и распределения газа по газовым приборам, располож. в помещениях здания. В газопроводах, прокладываемых внутри жилых зданий, разрешено давление газа не более 3000 Па (300 мм вод. ст.). В.г. чаще всего подсоединяют непосредственно к внутрикварт. газопроводам низкого давления, но иногда и к сетям среднего или высокого давления при обязат. наличии установки, редуцирующей



109. Схема газопроводов 5-этажного жилого дома

1 — газовый ввод низкого давления цокольный; 2 — задвижки с изолирующим фланцем на вводе в здание; 3 — газовый стояк; 4 — переход с большего на меньший диаметр; 5 — ответвление к газовой плите; 6, 7 — пробковые краны на ответвлении для отключения стояка; 8 — разводящие газопроводы от ввода до стояков

давление газа до низкого (домовой регулятор давления газа, шкафная газорегуляторная установка). В.г. состоит из вводов, стояков и квартирных разводов. В.г. вводят в жилые и обществ. здания через нежилые помещения (лестничные клетки, кухни, коридоры), доступные для осмотра труб. Обычно устраивают один ввод на секцию здания, но может быть отд. ввод на каждый стояк. На вводе в здание устанавливают отключающее устройство и изолирующие вставки (муфты), к-рые монтируют снаружи здания. Для вводов низкого давления отключающие устройства размещают на стенах здания на расстоянии не менее 0,5 м от дверных и открывающихся оконных проемов. При расположении отключающей арматуры на высоте более 2,2 м сооружают площадку с лестницами. Допускают вводы в технич. коридоры и подполья зданий при подводке наружных газопроводов низкого давления во внутриквартальных коллекторах. В.г. во все здания можно вводить с помощью цокольных вводов. Вводы В.г. влажного газа следует укладывать с уклоном в сторону внутрикварт. газопровода. Разводящие газопроводы от ввода до стояков прокладывают в верхней части стен (под потолком) первого этажа. Прокладку В.г. предусматривают открытой, но допускают в бороздах стен, закрываемых легкоснимающимися

щитами, имеющими отверстия для вентиляции. В.г. в жилых зданиях прокладывают по нежилым помещениям. При проходе через стены они не должны пересекать дымовые и вентиляц. каналы и др. технол. пустоты. В.г. в местах движения людей прокладывают на высоте не менее 2,2 м от пола до низа газопровода. Прокладку В.г., транспортирующих осушенный газ, выполняют без уклона, а влажный газ — с уклоном не менее 0,003. В местах пересечения строит. конструкций (фундаменты, перекрытия, лестничные площадки, стены и перегородки) В.г. прокладывают в стальных футлярах (отрезок трубы большего диаметра, чем газопровод). В пределах футляра газопровод не должен иметь стыковых соединений.

Газовые стояки, по к-рым газ подают в квартирные разводы, представляют собой вертикально расположенные газопроводы, проходящие все этажи. Их обычно прокладывают в помещениях кухонь или на лестничных клетках. Прокладка стояков в жилых помещениях, ванных комнатах и сан. узлах не разрешается. На стояках и разводящих газопроводах в местах, удобных для обслуживания, устанавливают устройства для отключения стояков, обслуживающих более 5 этажей.

Квартирная разводка служит для подачи газа от стояков к газовым приборам и состоит из разводящих газопроводов и опусков к приборам. Разводящие газопроводы прокладывают с уклоном не менее 0,001 к стояку или приборам. Опуски к

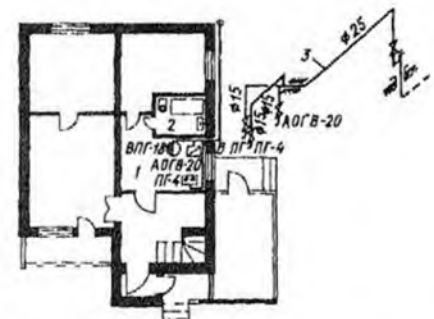


Схема газоснабжения дома для индивидуального строительства

1 — кухня; 2 — санузел; 3 — схема газопровода; ВПГ-18 — водонагреватель проточный газовый; АОГВ-20 — аппарат отопительный газовый; ПГ-4 — плита газовая 4-горелочная

приборам выполняют отвесно, и на них устанавливают кран, а на опусках после крана — сгон.

Соединение труб В.г. осуществляется сваркой. Разъемные (резьбовые и фланцевые) соединения предусматривают только в местах установки запорной арматуры газовых приборов.

Для внутр. систем газоснабжения используют стальные прямошовные, спиральношовные сварные и бесшовные трубы, изготовленные из хорошо сваривающейся стали. Для систем внутр. газоснабжения жилых зданий применяют трубы с миним. толщиной стенок 3 мм, а внутр. сечением (условный проход) 15; 20; 25; 32; 40 и 50 мм (соответственно в дюймах: 1/2; 3/4; 1; 1 1/4; 1 1/2; 2).

ВОДА (H₂O, оксид водорода) — простейшее устойчивое соединение водорода с кислородом. Жидкость без запаха, вкуса и цвета. В. принадлежит важнейшая роль в формировании физич. и хим. среды, климата и погоды на Земле. Ни одно в-во не используется столь разнообразно и широко, как В. Это — хим. реагент в произ-ве кислорода, водорода, щелочей, азотной к-ты, спиртов, альдегидов, гашеной извести и мн. др. хим. продуктов. В. — необходимый компонент при схватывании и твердении вяжущих материалов (цемента, гипса, извести и т.п.). Как технологич. компонент для варки, растворения, разбавления, выщелачивания, кристаллизации В. применяется в многочисл. производств. процессах. В. хорошо растворяет многие полярные и диссоциирующие на ионы в-ва. Обычно растворимость возрастает с увеличением темп-ры, но иногда темп-рная зависимость имеет более сложный характер. Так, растворимость многих сульфатов, карбонатов и фосфатов при повышении темп-ры уменьшается или повышается, а затем проходит через максимум. Растворимость малополярных в-в (в т.ч. газов, входящих в состав атмосферы) в В. низкая и при повышении темп-ры обычно сначала снижается, а затем проходит через минимум. С ростом давления растворимость газов возрастает, проходя при высоких давлениях через максимум. Многие в-ва, растворяясь в В., реагируют с ней. В технике В. служит энергоносителем (гидравлич. турбины), *теплоносителем* (*водяное отопление, горячее водоснабжение*, охлаждение газообр. и жидких продуктов в *теплообменных аппаратах* и оборудовании), рабочим телом (в паровых машинах, паровых турбинах, гидравлич. прессах и гидромониторах). Нек-рые свойства В. использованы при определении единиц фундамент. физич. величин: массы, плотности, темп-ры, теплоты и уд. теплоемкости. Физич. свойства В. аномальны: наиболее высокая теплоемкость среди всех твердых и жидких в-в, за исключением аммиака (4,187 кДж/(кг·К) при 15°C); наиболее высокая уд. теплота плавления льда, за исключением аммиака (при норм. условиях 332,4 кДж/кг); самое высокое из всех в-в поверхностное натяжение на границе с *воздухом* (73,48 мН/м при 15°C); наиболее высокая среди всех жидкостей

теплопроводность (63,4·10⁻² Вт/(м·К) при 40°C на линии насыщения); объем льда в процессе плавления при атм. давлении уменьшается на 9%.

Рост водопотребления обуславливает борьбу с истощением и загрязнением водных ресурсов на планете, необходимость предупреждения опасности отрицат. влияния В. на здоровье и сан. условия жизни человека. Один из путей частичного решения этой проблемы — создание замкнутых оборотных систем водоснабжения на произ-вах, исключая

ющих сброс сточных В. в водоемы. Природная В. поверхностных и подземных источников — сложная многокомпонентная система, в состав к-рой входят минер. и иногда органич. в-ва, газы, коллоидные и крупнодисперсные частицы, микроорганизмы. По величине минерализации, г/л, различают природные В.: ультрапресные — до 0,2, пресные — 0,2...0,5, слабоминерализов. — 0,5...1,0, солоноватые — 1,3, соленые — 3...10, с повышенной соленостью — 10...35, переходные к рассолам —

Таблица 1. Химический состав, мг/л, вод некоторых рек

Река	Место забора	Дата	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Сумма ионов
Амударья	г. Турткуль	07.1940	89,5	3,2	11,4	140,4	78,9	45,4	369
Белая	г. Уфа	2.09.1940	114,0	25,0	17,0	272,1	166,9	18,0	613
Волга	г. Вольск	21.12.1938	80,4	22,3	12,5	210,4	112,3	19,9	458
Волхов	г. Новгород	29.06.1938	27,4	5,8	20,8	80,4	13,3	38,4	186
Вятка	г. Киров	18.09.1940	33,6	9,3	24,8	186,0	7,4	8,0	269
Днепр	с. Разумовка	27.07.1938	55,7	11,8	2,3	195,2	12,9	9,2	287
Дон	с. Аксайская	4.07.1939	82,0	18,0	52,2	260,0	112,0	44,0	568
Енисей	г. Красноярск	20.09.1939	19,3	4,0	1,5	73,2	4,0	2,6	104,6
Зеравшан	устье р. Фандарья	15.07.1940	41,4	3,2	9,4	102,3	36,2	10,8	203
Иртыш	г. Омск	25.08.1940	24,5	4,7	0,1	79,3	15,3	3,4	127
Ками	г. Чистополь	6.09.1940	82,2	21,0	10,3	190,3	132,0	13,5	449,3
Кубань	х. Тиховский	20.07.1938	37,0	3,0	12,0	108,0	18,0	17,0	195
Кура	с. Сальяны	24.07.1940	47,5	19,7	34,5	170,8	71,6	38,3	382
Лена	с. Кюсюр	8.09.1940	18,0	3,8	18,8	66,4	21,2	15,2	143
Москва	с. Татарово	1914—1926	61,5	14,2	23,0	250,7	5,6	2,3	358,5
Нева	с. Ивановское	9.07.1946	8,0	1,2	3,8	27,5	4,5	38	48,8
Обь	г. Новосибирск	21.08.1940	24,3	5,4	0,4	85,6	13,0	—	129
Печора	с. Усть-Цильма	19.06.1941	4,6	2,1	3,2	24,4	2,6	3,0	40
Пяндж	с. Такой	15.07.1940	59,6	3,2	2,9	149,4	39,5	8,0	254
Сев. Двина	д. Звоз	27.08.1946	41,4	9,4	13,4	122,0	41,1	140,0	247
Донец	ст. Усть-Белокалитвинская	31.08.1939	114,0	17,9	116,3	246,4	163,0	171,5	829
Сырдарья	кишлак Кок-Булак	14.07.1940	105,8	1,2	1,2	153,1	105,3	35,9	403
Терек	ст. Каргалинская	26.09.1939	89,9	18,6	21,2	216,9	123,4	24,9	495
Урал	г. Оренбург	12.08.1940	106,2	27,4	11,0	265,4	156,4	14,2	580
Эмба	уроч. Дюссюке	31.05.1941	165,7	46,7	332,2	245,9	345,5	504,6	1641

Таблица 2. Химический состав, мг/л, вод некоторых озер (по О.А. Алекину, 1953 г.)

Озера	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Сумма ионов
Байкал	15,2	4,2	6,1	59	4,9	1,8	91
Балхаш	25,7	164,0	694,0	443,8	893	574,0	2843,4
Валдайское	29,1	3,3	2,5	100,6	4,3	4,2	145,0
Иссык-Куль	114,0	294,0	1475,0	240,0	2115,0	1585,0	5823,0
Ладожское	7,1	1,9	8,6	40,2	2,5	7,7	68,0
Онежское	54,2	1,6	1,5	20,4	1,3	1,5	30,2
Севан	33,9	55,7	77,3	414,7	16,9	62,9	662,0

35...50, рассолы — более 50. К главным компонентам природных В. относятся ионы Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, H⁺, Cl⁻, HCO₃⁻, CO₃²⁻, SO₄²⁻ и газы O₂, CO₂ и H₂S. Ниже в табл. 1 и 2 приведены данные о составе В. нек-рых рек и озер.

Питьевая В., подаваемая централизов. системами водоснабжения, должна быть безопасна в эпидемич. отношении и по хим. составу, иметь благоприятные органолептические свойства. Безопасность В. в эпидемич. отношении определяется числом микроорганизмов (не более 100 в 1 мл) и числом бактерий группы кишечных палочек (не более 3 в 1 л). Концентрация хим. в-в, к-рые встречаются в природной В. или добавляются при ее обработке, не должна превышать, мг/л: алюминий (Al³⁺) — 0,5; бериллий (Be²⁺) — 0,0002; молибден (Mo²⁺) — 0,25; мышьяк (As³⁺, As⁵⁺) — 0,05; нитраты (NO₃) — 45; полиакриламид — 2; свинец (Pb²⁺) — 0,03; стронций (Sr²⁺) — 0,001; фтор (F) для различных климатич. р-нов — 0,7...1,5. Содержание влияющих на органолептические свойства В. примесей, встречающихся в природных В. или добавляемых к В. при ее обработке, не должно превышать, мг/л: железо (Fe²⁺, Fe³⁺) — 0,3; марганец (Mn²⁺) — 7; медь (Cu²⁺) — 1; полифосфаты (PO₄³⁻) — 3,5; сульфаты (SO₄²⁻) — 500; хлориды (Cl⁻) — 350; цинк (Zn²⁺) — 5. Общая жесткость питьевой В. не должна превышать 7 ммоль/л, сухой остаток — 1000 мг/л, pH — 6...9. Для питьевой В., подаваемой без спец. обработки, по согласованию с сан.-эпидемиологич. службой, допускается содержание, мг/л: сухой остаток — до 1500, железо — до 1, марганец — до 0,5; общая жесткость — до 10 ммоль/л.

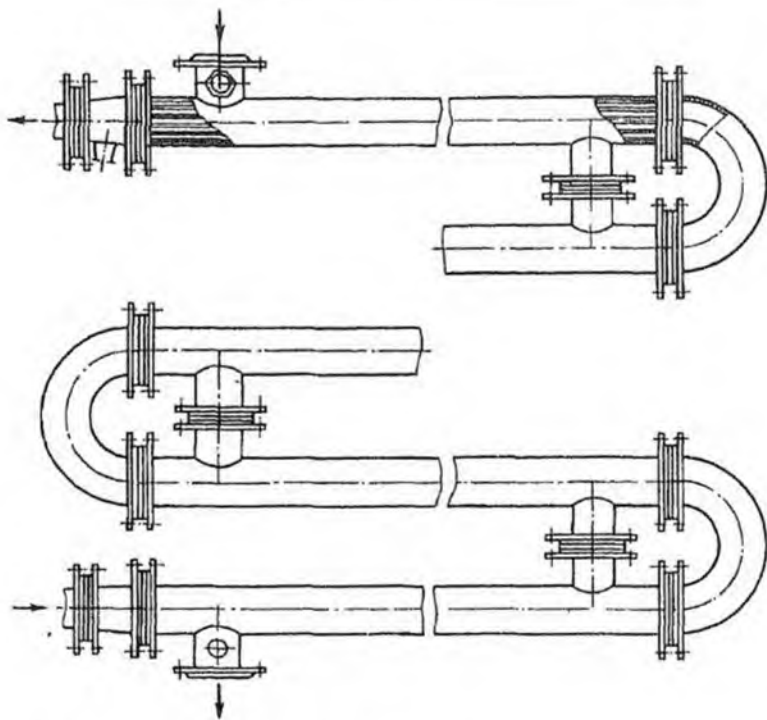
В., расходуемому пром. предприятиями, принято наз. технической. Ее применяют главным образом в качестве охлаждающего агента, транспортирующей среды, растворителя и для др. целей. Во всех отраслях пром-сти 70...75% общего расхода В. используют как хладагент по циркуляц. схеме. При этом возникает

проблема предотвращения солевых отложений, коррозии, биологич. обрастаний. Осн. ионами, к-рые могут приводить к отложениям минер. солей, являются анионы HCO₃⁻, CO₃²⁻, SO₄²⁻, SiO₃²⁻ и катионы Ca²⁺, Mg²⁺. Наиболее часто встречающийся компонент солевых отложений — CaCO₃. Предотвратить отложение карбонатов можно подкислением В. H₂SO₄ или HCl, ес. рекarbonизацией (обычно обработкой топочными газами, содержащими CO₂), действием полифосфатов [(NaPO₃)₆ и Na₅P₃O₁₀], органич. фосфатов и др. Для снижения коррозии труб и теплообменного оборудования в В. добавляют ингибиторы коррозии различных составов. Для предупреждения биологич. обрастаний В. хлорируют и иногда озонируют.

ВОДНЫЙ РЕЖИМ КОТЛА — поддержание предел. качеств. показателей поступающей в паровой котел питат. и циркулирующей в нем котловой воды для предохранения поверхности нагрева котла и пароперегревателя, а также паровых турбин от отложения солей и коррозии. Вода на разных стадиях процесса в котлоагрегате имеет разл. названия: исходная, получаемая непосредственно из источников водоснабжения и подвергшаяся дальнейшей обработке; добавочная подпиточная, специально приготовляемая в установках очистки воды и предназначенная для питания парового и водогрейного котлов, дополнит. к возвращаемому конденсату; питательная вода — подаваемая питат. насосами в котел; котловая вода — циркулирующая в контуре котла. Качество исходной, подпиточной, питат. и котловой воды характеризуется: кол-вом взвеш. частиц, сухим остатком, общим содержанием, жесткостью, щелочностью, содержанием кремниевой к-ты, концентрацией водородных ионов и наличием коррозионно-активных газов. Чистота внутр. поверхностей нагрева котла помимо надлежащей обработки питат. воды обеспечивается поддержанием в паро-

вых котлах с естеств. циркуляцией фосфатного режима котловой воды.

ВОДО-ВОДЯНЫЕ ПОДОГРЕВАТЕЛИ — теплообменные аппараты, греющим и нагреваемым теплоносителями к-рых является вода. Применяют в тепловых пунктах для нагрева воды, подаваемой в системы горячей водоснабжения, а также циркулирующей в системе отопления при независим ее присоединении к тепловой сети (см. Абонентский ввод). Наибольшее распространение получили кожухотрубные В.п., к-рые обеспечивают многообразие условий работы и значений тепловых нагрузок. Используют также В.п. пластинчатого типа. Кожухотрубные В.п. собирают из стандартных секций длиной 2...4 м, поэтому их наз. секционными. Каждая секция состоит из заканчивающегося фланцами цилиндрич. корпуса, внутри ко-рого к-рое расположено пучок труб. Один теплоноситель движется внутри трубок, др. — в межтрубном пространстве. Между собой теплоносители не смешиваются. Корпус изготовлен из стальных бесшовных труб с наружным диаметром 57—325 мм. Трубный пучок состоит из латунных трубок диаметром 16 x 1 мм, концы к-рых завальцованы в двух трубных досках. При входе в В.п. и выходе из него устанавливают патрубки. Грубую доску зажимают между фланцами секции и патрубком. Между собой секции соединены с помощью калачей, при этом трубные доски устанавливают между фланцами калачей и секций. Число трубок в пучке в зависимости от диаметра корпуса секции изменяется от 4 до 151. Теплоноситель поступает во входной патрубке, движется внутри трубок секции и по калачу поступает в пучок след. секции. Проходя все секции, выходит из В.п. через выходной патрубок, к-рый имеет штуцер для установки датчика темп-ры терморегулятора. Др. теплоноситель движется противотоком в межтрубном пространстве, в к-рое поступает по патрубку, приваренному к корпусу теплообменника в его начале. В конце корпуса имеется такой же патрубок, соединенный фланцами с патрубком след. секции, через к-рый вода поступает в ее межтрубное пространство. Во избежание провисания латунных трубок и, как следствие, снижения тепловой эффективности применяют поддерживающие перегородки из нержавеющей стали. Для повышения коэфф. теплопередачи скорости воды, движущейся внутри трубок и в межтрубном пространстве, должны быть примерно равными. Площадь живого сечения межтрубного пространства всегда больше площади сечения трубок, поэтому трубки в кожухах размещают с макс. плотностью. Для выравнивания скоростей большой расход воды направляют по межтрубному про-



Водяной подогреватель скоростной секционный

странству, меньший — внутри трубок. Этим достигается и сближение числ. значений коэфф. теплоотдачи α в результате увеличения меньшего α . Увеличение коэфф. теплоотдачи с большим числ. значением не приводит к увеличению коэфф. теплопередачи, т.к. он не может быть больше меньшего значения α . Скорости движения теплоносителей в В.п. обеспечивают высокие коэфф. теплопередачи, и их наз. скоростными. В.п. выпускают на рабочее давление греющей и нагреваемой воды до 1 МПа (10 кгс/см²).

Водопроводную воду, к-рую нагревают для горячего водоснабжения, обычно не умягчают, и в трубах осаждаются накипь. Ее легче обнаружить и удалить, чем в межтрубном пространстве. Кроме того, сетевая вода имеет более высокую темп-ру, поэтому стальной корпус нагревается больше латунных трубок. Учитывая, что латунь имеет более высокий коэфф. линейного удлинения, чем сталь, такой порядок движения воды не приводит к темп-рным напряжениям в В.п., следовательно, можно не предусматривать темп-рную компенсацию.

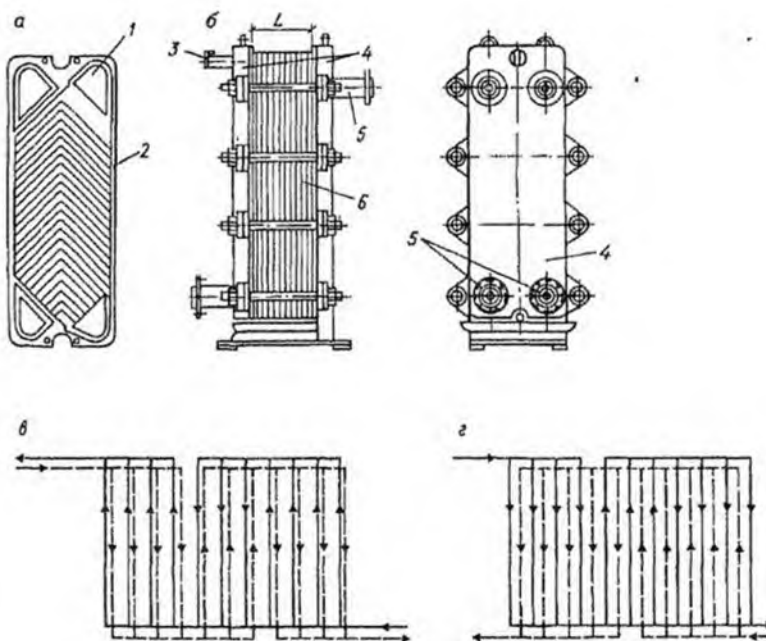
Если секционный В.п. используют для нагрева воды системы отопления, то сетевую воду пускают внутри трубок, а отопительную — в межтрубном пространстве, т.к. расход ее в данном случае боль-

ше, чем расход сетевой воды, необходимой для ее нагрева. При таком порядке движения воды для компенсации темп-рных напряжений на корпусе В.п. устанавливают линзовый компенсатор. Выпускается 16 типоразмеров секций В.п. с площадью размера нагрева секции 0,37...28 м². Раз-

меры секции подбирают (по таблицам) по площади живого сечения пучка труб и по скорости движения воды в нем. Скорость воды принимают в пределах 0,5...1 м/с. Рассчитав необходимую площадь поверхности нагрева, определяют число последовательно соединяемых секций. Если принята двухступенчатая схема присоединения В.п. горячего водоснабжения, то определяют число секций в первой ступени, задавшись темп-рой нагрева воды в ней на 5...10°C ниже темп-ры теплоносителя, выходящего из системы отопления. Затем рассчитывают число секций второй ступени. Для расчета площади поверхности нагрева определяется коэфф. теплоотдачи α , Вт/(м²·°C), для скоростных секц. В.п. определяют по ф-ле $\alpha = (1430 + 23,3t_{cp} - 0,048t_{cp}^2) v^{0,8} / d^{0,2}$, где t_{cp} — средняя темп-ра воды, °C (выражение в скобках учитывает изменение физ. констант воды с изменением темп-ры); v — скорость движения воды, м/с; d — внутр. диаметр трубки (для воды, движущейся внутри трубок) или эквивалентный диаметр межтрубного пространства, м. Определив α , рассчитывают коэфф. теплопередачи и площадь поверхности нагрева. Для определения гидравлич. потерь часто используют упрощ. зависимости. Так, потери давления в одной двухметровой секции для воды, идущей внутри трубок, можно определить из

Водяной подогреватель пластинчатый

a — пластина с гофрами в "елку"; b — подогреватель в сборе; α — симметричная схема компоновки пластин; β — несимметричная схема компоновки пластин; 1 — отверстие для входа и выхода воды; 2 — резиновая прокладка; 3 — штамп; 4 — передняя и задняя стойки; 5 — штуцеры; 6 — пластины

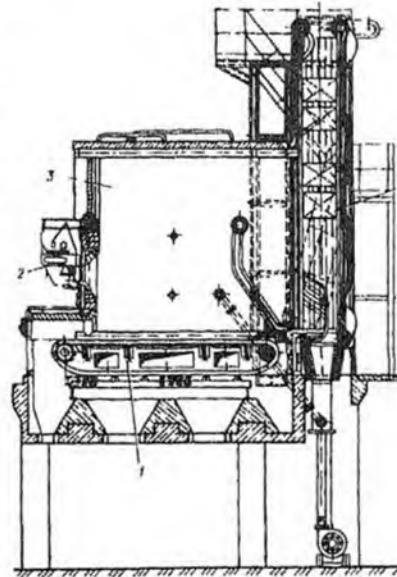


выражения: $\Delta P = 3860w^2$. Суммарный коэф. местных сопротивлений межтрубного пространства рассчитывают по Ф-ле $\xi_{\Sigma, \text{м.с.}} = 13,5 \text{ м.т./} \Gamma \text{п}$, где $\Gamma \text{м.т.}$ — площадь живого сечения межтрубного пространства; $\Gamma \text{п}$ — площадь сечения патрубка.

Осн. элементом В.п. пластинчатого типа является штамп. из листового металла пластина с гофрами "в елку". Пластина типа 0,5Е имеет размеры 1370x500x1 мм с площадью поверхности теплообмена 0,5 м². Масса пластины 5,4 кг. Гофры в поперечном сечении имеют профиль равнобедр. треугольника с основанием 14 мм и высотой 4 мм. Каждая пластина имеет по углам четыре окна для прохода воды. Теплообменник компонуют из параллельно располож. гофриров. пластин. Между двумя соседними пластинами устанавливают резиновую прокладку так, чтобы два отверстия — верхнее и нижнее правое или левое — были объединены с зазором между пластинами, образующими плоский канал, по к-рому движется греющая или нагреваемая вода. Она входит в одно отверстие (нижнее или верхнее), проходит вдоль теплообменной поверхности и через др. отверстие поступает в зазор между след. парой пластин, т.к. соседний зазор отделен от отверстия резиновой прокладкой. В этом зазоре прокладка объединяет канал, образуемый зазором с др. парой отверстий, и по нему вода перетекает в след. секцию. Т.о. резиновые прокладки, располож. в определ. порядке, компонуют пакеты пластин. Возможны и др. компоновки. Пакет состоит из группы пластин, к-рые образуют систему каналов с движением воды по ним в одном направлении (парал. движение одного теплоносителя). Пластины можно компоновать в симметричные пакеты, т.е. с одинаковым числом каналов в каждом пакете, для греющей и нагреваемой сред. При разл. расходах греющей и нагреваемой воды применяют несимметричную компоновку для получения одинаковых скоростей движения теплоносителей. Простейший В.п. должен иметь не менее трех пластин, образующих два канала (зазора). По первому из них идет греющая вода, по второму — нагреваемая. Пластины устанавливаются на раму В.п. и могут крепиться к ее верхней и нижней несущим штампам. Промежуточная пластина является поверхностью теплообмена. Крайние пластины выполнены в виде плит и имеют штуцеры для подвода и отвода воды. Одна плита — неподвижная прикреплена к полу, вторая — подвижная подвешена на скобе к верхней штампе и может перемещаться. Разборная конструкция В.п. позволяет очищать поверхности пластин от слоя накипи и др. возможных отложений. Процесс изготовления тонких штампов. пластин индустриален и менее трудоемок, чем произ-во бесшовных

труб малого диаметра для тех же целей. Компоновка В.п. из тонких пластин с малым зазором между ними позволяет в миним. объеме разместить макс. поверхность теплообмена, чего нельзя достичь в др. конструкциях В.п. В пластинчатых теплообменниках использованы сложные поверхности нагрева пластин, образующие каналы, в к-рых вода искусственно турбулизируется. Это существенно повышает интенсивность теплообмена, и в то же время гидравлич. потери в каналах остаются небольшими.

ВОДОГРЕЙНЫЙ КОТЕЛ — котел для нагревания воды, используемой в системах отопления, вентиляции и горячего водоснабжения зданий и сооружений. Пром-сть изготавливает стальные и чугу-



Котел KB-TC-10

1 — колосниковая решетка; 2 — топливоподающее устройство; 3 — топочная камера; 4 — конвективная шахта

ные В.к. Используют для р-ных котельных, ТЭЦ с целью покрытия пиковых тепловых нагрузок. В.к. выпускают в 3 модификациях — KB-ГМ (котел водогрейный газомазутный), KB-ТС (котел водогрейный, твердое топливо, слоевой способ сжигания), KB-ГК (котел водогрейный, твердое топливо, камерный способ сжигания).

В.к. мощностью 4,65...209,3 МВт разделяют на 4 группы: 1 — В.к. мощностью 4,65 и 7,56 МВт для сжигания разл. видов топлива, 2 — В.к. мощностью 11,63; 17,45; 23,26 и 34,89 МВт для работы на мазуте, газе и твердом топливе, 3 — В.к. мощностью 58,15; 116,3; 209,3 МВт для

работы на газе и мазуте, 4 — В.к. третьей группы, но работающие на твердом топливе, используемые в качестве осн. в котельных и вместо пиковых подогревателей сетевой воды на ТЭЦ. Конвективная поверхность нагрева у В.к. модификацией KB-ГМ, KB-ТС и KB-ГК расположена в вертикал. шахте с полностью экранизиров. стенками. Трубную систему для В.к. этой серии поставляют и монтируют отдельными блоками или отд. панелями. Обмуровка котла в них облегч., натрубная, из трех слоев: шлакобетона, соевелитовых плит или минераловатных матрасов и уплотнит. магнез. обмазки. Несложная замена в В.к. типа KB-ГМ подового экрана толчки колосниковой решеткой, а горелок газомазутных топливоподающим устройством (напр., пневмомеханич. забрасывателем) позволяет перевести их на слоевое сжигание твердого топлива. Все котлы этого типа оснащены устройствами для очистки наружной поверхности труб с помощью дробы, транспортируемой воздухом. В эксплуатации находится большой парк стальных В.к. старых типов ПТВМ, ГВГМ, ЭЧМ с нагревом воды до 200 °С при давлении до 2,5 МПа теплопроиз-стью 34,89...209,34 МВт.

В.к. изготавливают башенной, П- и Т-образной компоновкой. Преимущества башенного типа: малая площадь пола для котла; малый объем здания котельной при полуоткрытой компоновке; удобство эксплуатации и проведение летнего ремонта; отсутствие водоперепускных и др. необогреваемых труб; наименьшие гидравлич. сопротивления котла; наименьшее сопротивление газового тракта, обеспечивающее работу В.к. на естеств. тяге с относительн. низкой металлич. дымовой трубой, опирающейся непосредственно на каркас котла, и др. Вынос конвективной части В.к. в отд. шахту при П-образной компоновке поверхностей нагрева (ПТВМ-30) позволил уменьшить высоту агрегата. При Т-образной компоновке (ПТВМ-180) топочная камера разделяется двумя двухсветными экранами. Пиковые и отопит. котлы, предназнач. для работы на газе и мазуте, полностью автоматизированы и не требуют пост. дежурного персонала. Предусмотрена автоматич. защита В.к. (прекращение подачи топлива в топку) в аварийных случаях.

Для отопления и горячего водоснабжения жилых и обществ. зданий применяют чугунные котлы. Их изготавливают теплопроиз-стью 0,1...3 МВт. Состоят чугунные котлы из топливосжигающего устройства (механизир. или ручной топки, горелки газовой, форсуноки), топочной камеры, поверхности нагрева и комплекта автоматики. Механизир. топка для сжигания твердого топлива состоит из колосниковой решетки, шурующей планки с элек-

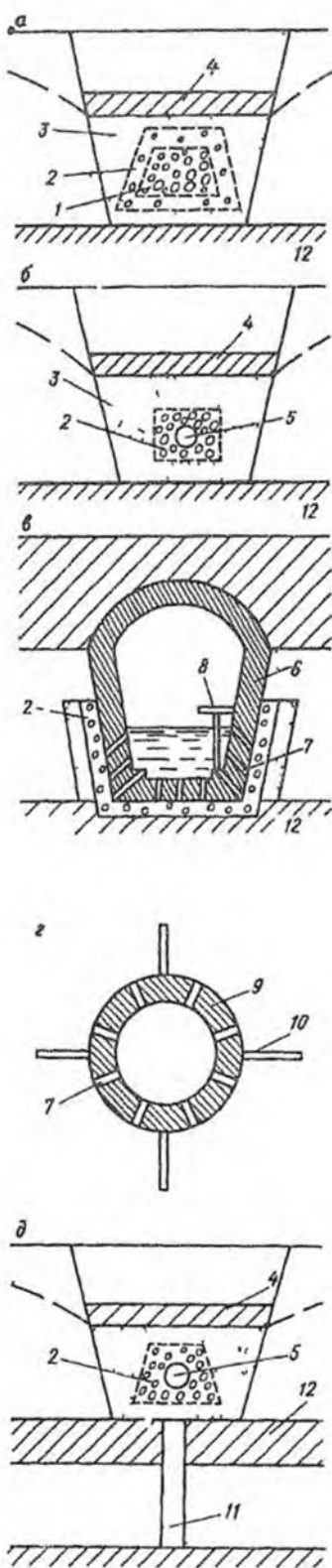
тромеханич приводом, топливного бункера, вентилятора, коллектора вторичного дутья со сводом и щита управления. Шуровая планка обеспечивает подачу топлива из бункера на колосниковую решетку и осуществляет шуровку и перемещение горящего слоя, а также сброс очаговых остатков. Система автоматики обеспечивает поддержание заданного цикла работы шуровой планки, защиту электродвигателя от перегрузок, отключение подачи воздуха и топлива при отклонении давления, температуры воды и разрежения в топке от допустимых значений. Автоматизированное газогорелочное устройство и форсунки для сжигания жидкого котельного топлива обеспечивают автоматическое розжиг, позиционное регулирование теплопроизводства и отключение котла при отклонении контролируемых параметров от заданных величин. Поверхности нагрева и топочные камеры собираются из чугунных секций.

Существуют электродные Вк марки КЭВ теплопроизводительностью до 10 МВт, с температурой воды на выходе 95–130 °С, избыточным рабочим давлением в котле 0,06–1 МПа, соответствующим напряжению 0,4 и 6 кВ. Рассчитаны на температуру воды на входе 70 °С, имеют предел регулирования мощности 100–25% при напряжении 0,4 кВ и 100–50% при напряжении 60 кВ, снабжены автоматикой, отключающей котлы при превышении температуры сверх допустимой. Электродные Вк на напряжение 6 кВ состоят из 3 корпусов.

ВОДОЗАБОР, водозаборное сооружение — гидротехническое сооружение, осуществляющее забор воды из открытого водоема — реки, озера, моря, водохранилища (поверхностные воды) или подземных водоносных горизонтов (подземные воды) для водоснабжения, гидроэнергетики, ирригации и др. Водозабор должен обеспечивать пропуск воды в водовод — трубопровод, канал, туннель в заданном объеме и в соответствии с графиком водопотребления.

См. также *Водозабор горизонтальный*, *Водозабор лучевой*, *Водозабор поверхностных вод*, *Водозабор подземных вод*, *Водоприемник* водозаборного сооружения.

ВОДОЗАБОР ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ — комплекс гидротехнических сооружений, предназначенный для отбора подземных вод из водоносного горизонта и подачи ее погребителям. В горизонтальном водозаборе, как и в вертикальном, водозабор состоит из двух основных частей — водоприемной и водоотводящей. Водоприемная служит для приема воды из водоносного горизонта, водоотводящая — для отвода воды в водосборный колодец или в сборный водовод. В горизонтальном водозаборе применяется также обратный водозабор при неглубоко залегающих водоносных горизонтах (с глубиной залегания подошвы не более 8 м) малой мощности и большой ширины. Его применение возможно в породах с относительно малой проницаемостью (в виде водосборных галерей и штолен), а также при глубоком залегании водоносных горизонтов, приуроченных к скальным трещиноватым породам. В общем случае в состав горизонтального водозабора входят водосборный колодец, смотровые колодцы, предназначенные для осмотра, вентиляции, прочистки и ремонта водоприемной и водоотводящей частей, насосная станция первого подъема. В зависимости от гидрогеологических условий применяют водоприемные устройства различных видов: каменно-щебеночный, трубчатый, водосборная галерея, водосборная штольня, комбинированный.



Наименее совершенный каменно-щебеночный Вг устраивают при глубине отбора воды до 3–4 м для водоснабжения мелких погребителей. Водоприемную часть его выполняют в виде каменно-щебеночной призмы высотой 0,3–0,5 м, которую окружают двухслойным обратным фильтром. Каменно-щебеночную призму укладывают с уклоном 0,01–0,05 в сторону водосборного колодца. Трубчатый Вг используют для с-х водоснабжения мелких и средних водопотребителей. Его устраивают на глубине до 5–8 м от поверхности земли. Конструктивно он представляет собой водоприемную трубу, уложенную в траншею и окруженную двух-, трехслойным обратным фильтром. Водоприемную часть выполняют из керамической, асбестоцементной, железобетонной или пластмассовых труб с круглой или щелевой перфорацией. При соответствующем обосновании могут применяться и металлические трубы. В керамических трубах прием воды осуществляется через зазоры в стыках. Состав и толщину обсыпки подбирают в соответствии с гранулометрическим составом водоносного горизонта. Минимальный диаметр труб составляет 150 мм, их уклон в зависимости от расхода отбираемой воды и диаметра — 0,007–0,001, скорость движения воды в трубах — не менее 0,7 м/с. Водосборные галереи применяют в любых гидрогеологических условиях для крупных систем водоснабжения. Конструктивно они представляют собой проходной или полупроходной водосборный туннель из сбор-

Конструктивные схемы водозабора горизонтального

а — каменно-щебеночного б — трубчатого в — галерейного г — штольни со скважинами и усилителями д — комбинированного 1 — крупный щебень или ровный камень 2 — фильтр из обсыпки (обратный фильтр) 3 — естественный грунт 4 — защитный экран из гравия или глины 5 — дренажная труба 6 — мостик для прохода эксплуатационного персонала 7 — водоприемные отверстия 8 — стенки галереи 9 — стенки водосборной штольни 10 — скважины усилителя 11 — вертикальный элемент комбинированного водозабора (водозаборная скважина) 12 — водоупор

ных железобет. звеньев овального или прямоугольного сечения. В нижней части галереи устроен лоток для стока воды в водосборный колодец. Водоприемные отверстия в стенках галереи (в осн. в нижней части) — это чаще всего окна-ниши с фильтрующими вставками. Водосборные галереи при небольшой глубине заложения (до 8 м) сооружают открытым способом, при большей — подземным. При открытом способе в пределах водоприемных отверстий отсыпают обратный фильтр соответствующего гранулометрич. состава. На крутых склонах речных долин подземным способом сооружают водосборные штольни. Они могут быть прямоугольного, трапецидального или овального (иногда круглого) сечения; в их стенках устанавливают водоприемные отверстия. Обратный фильтр создать обычно не удается, поэтому для увеличения водоотбора из штольни могут буриться горизонт. скважины — фильтры. В мелкозернистых грунтах обратный фильтр может быть уложен внутри штольни. В двухпластовых системах, когда под верхним менее проницаемым слоем залегает хорошо проницаемый, применяют комбинированный В.г., состоящий из горизонт. элемента и системы вертикал. скважин. Горизонт. элемент представляет собой трубчатый или галерейный водозабор и служит для сбора и отвода воды. Вертик. скважины играют роль водоприемных элементов.

Смотровые колодцы на В.г. устраивают на расстоянии от 50 до 100...150 м. Расстояние между ними в трубчатых В.г. равно 50 м — при диаметре труб менее 500 мм и 75 м — более 500 мм; для водосборной галереи это расстояние составляет 100...150 м. Водосборный колодец в зависимости от рельефа местности, условий залегания водоносного пласта и мощности водозабора располагается в конце линии В.г. или в промежуточной точке. Возможны устройство и нескольких водосборных колодцев, а также сбор воды в один колодец из нескольких ветвей В.г. Размеры водосборного колодца определяются габаритами установленного в нем оборудования (насосного, контрольного и др.).

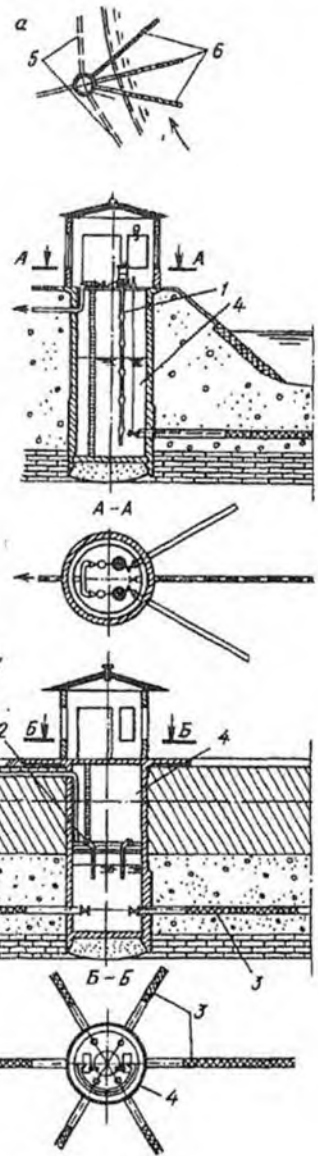
Наиболее часто В.г. устраивают в прибрежных зонах; в этом случае их трассируют параллельно урезу воды в реке (водоеме). Питаются В.г. в осн. водой, фильтрующейся из реки (водоема), поэтому их наз. инфильтрационными. В узких долинах с хорошо развитым подрусловым потоком в аллювиальных отложениях В.г. размещают поперек долины с целью более полного перехвата этого потока. В остальных случаях (напр., при эксплуатации водоносных горизонтов конусов выноса) их устраивают нормально к потоку подземных вод. В.г. проектируют на основе результатов фильтрац. и гидравлич. расче-

тов. Осн. задача расчетов В.г. — определение притока воды в них; инфильтрационных (береговых) водозаборов — удаления их от реки, при к-ром обеспечиваются требуемый расход воды и необходимая длина водозабора.

Водоприемную часть В.г. устраивают в виде спец. водоприемных круглых или щелевых отверстий в стенках (асбестоцементные, железобет. и пластмассовые трубы) или зазоров в стыках (керамич. трубы). При проектировании необходимо определить форму и размер отверстий, их кол-во и схему размещения на поверхности трубы, водопротускную способность через зазоры в стыках принятых к укладке керамических труб. Диаметр круглых отверстий в асбестоцементе и пластмасс. трубах принимают равным 1...1,5 см, ширину щели — 0,5...1 см, в бетонных и железобет. — 2...2,5 см. Отверстия располагают в шахматном порядке по верхней и боковой частям труб. Кол-во водоприемных отверстий определяют исходя из потери напора в них, равной 0,5...1 см. Потери напора в стыках керамических труб не должны превышать 3...5 см вод. ст.

С целью предотвращения выноса частиц из грунта водоносного горизонта вокруг водоприемной поверхности труб или водосборной галереи устраивают фильтрующую обсыпку, играющую роль обратного фильтра и состоящую из 1...3 слоев. Состав обсыпки подбирают исходя из гранулометрич. состава водоносного горизонта. Обводненные грунты могут быть суффозионными или несуффозионными. В первом случае более мелкие частицы грунта потоком воды выносятся между более крупными, что приводит к развитию механич. суффозии. Материал обсыпки должен быть несуффозионным.

ВОДОЗАБОР ЛУЧЕВОЙ — сооружение для захвата подземных вод, представляющее собой радиальную систему горизонт. (или наклонных) водозаборных лучевых скважин (дрен), сходящихся в центрально расположенном водосборном колодце (шахте), где установлено водоподъемное оборудование. В.л. применяют в водоносных пластах (кровля к-рых расположена от дневной поверхности земли на глубине не более 10 м, а мощность не превышает 20 м) для захвата подрусловых подземных вод аллювиальных отложений в берегах и под руслом водотоков (рек, каналов) и водоемов (озер, прудов, водохранилищ); в неоднородных по высоте водоносных пластах, когда необходимо полнее использовать наиболее водообильные слои. В.л. сооружают и при огранич. площади возможного расположения водозаборных сооружений (островное положение, залесенность, занятость застройкой и т.п.); при ограниченности территории, от-



Водозабор лучевой

a — подрусловый; *б* — береговой; 1 — вертикал. насос; 2 — горизонт. насос; 3 — водозаборные лучевые скважины (трубчатые фильтры); 4 — водосборный колодец (шахта); 5 — береговые лучи; б — подрусловые лучи

чуждаемой под зону сан. охраны; при эксплуатации линз пресных вод, расположенных в бассейне или потоке засол. подземных вод; в безнапорных водоносных пластах с малой водопроводимостью; для систем с искусств. пополнением запасов подземных вод с сезонным и многолетним их регулированием. Применение В.л. затруднено в галечниковых грунтах при крупности фракций $D_{60} \geq 50$ мм и при наличии в во-

доносных грунтах включений валунов и кол-ве более 10%.

В зависимости от местонахождения относительно источников питания В.л. подразделяют на: *п о д р у с л о в ы е* — при расположении водозаборных скважин-лучей под дном водотока (водоема), и с *в о д о с б о р н ы м* колодезем (шахтой) на берегу или в русле; *б е р е г о в ы е* — при расположении всего В.л. на берегу вблизи водотока (водоема); *б е р е г о - р у с л о в ы е* — при расположении водозабора на берегу, а водозаборных скважин-лучей и в береговой зоне и под руслом; *в о д о р а з д е л ь н ы е* — при расположении В.л. на водораздельной территории в значит. удалении от источников питания. По конструктивным особенностям В.л. классифицируют на: классического типа — с одним ярусом горизонт. трубчатых скважин (дрен)-лучей; малые — с центр. водосборным колодезем в виде буровой скважины (шурфа) с обсадкой; *м н о г о я р у с н ы е* — с расположением горизонт. водозаборных скважин-лучей на разных уровнях; комбинированные — с горизонт. и вертикал. скважинами-усилителями, к-рые бурятся из водосборного колодца (шахты) и каптируют лежащий ниже напорный горизонт подземных вод; с наклонными и наклонно-горизонт. скважинами-лучами.

Водосборный колодец (шахта) в зависимости от инж.-геол., гидрогеол. и производств. условий сооружают преимущественно цилиндрич. формы в виде: шахтного опускного колодца из монолитного (реже сборного) железобетона глубиной заложения от 5...6 до 30...40 м, диаметром 3...10 м; шахты, построенной путем щитовой проходки, глубиной до 50...60 м, диаметром 4...12 м; водосборной камеры из небольших стандартных сборных железобет. колец глубиной 3...6 м, диаметром 0,8...1,5 м; стальной обсадной трубы диаметром 0,2...2 м, глубиной 10...15 м; шахты из железобетона или стальных труб большого диаметра телескопич. конструкции. Кроме того, водосборные колодцы (камеры) любой в плане формы могут сооружаться открытым способом на глубину до 6...8 м (с водопонижением и водоотливом) диаметром до 20 м. Иногда водосборные колодцы разделяют по вертикали или горизонтали на две камеры: водосборную (рабочую) и смотровую (монтажную). В первую из них (мокрую) поступает вода из горизонт. скважин, другая (сухая) служит для осмотра, ремонта и замены водоподъемного и гидромеханич. оборудования (насосов, задвижек, трубопроводов и т.п.). В качестве водоподъемного оборудования в В.л. используют либо глубинные насосы вертикал. типа с погружными электродвигателями или вертикал. вращающимися валами, либо насосы горизонт. типа, к-рые устанавли-

вают на спец. рабочей площадке, расположенной на глубине 4...5 м от уровня подземных вод. В стенках водосборного колодца оставляют отверстия (гнезда) для последующей проходки скважин-лучей, к-рым придают раструбную форму с расширением внутрь колодца, что позволяет при установке направляющих патрубков (кондукторов) компенсировать перекосы, возможные при сооружении колодца. Число отверстий принимается в 1,5...2 раза больше расчетного числа лучей на случай замены или устройства доп. горизонт. скважин для увеличения мощности водозабора. Число, направление, глубину заложения и длину лучевых скважин принимают в зависимости от конкретных гидрогеол., геолого-литологич., строит. и эксплуатац. условий. Число лучевых скважин В.л. обычно колеблется от 3 до 12, длина — от 5 до 150 м, диаметр — от 50 до 500 мм. В однородных пластах при длине лучевых скважин менее 20 м угол между ними принимают не менее 20°, оптимальное число лучей при их равномерном расположении вокруг водосборного колодца — в пределах 3,7. Наиболее широкое распространение получили лучевые скважины с трубчатыми фильтрами.

ВОДОЗАБОР ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

— комплекс гидротехнич. сооружений, включающий водоприемник, насосную станцию с самотечными или сифонными водоводами. При выборе типа и конструкций В.п.в. учитывают следующие хар-ки поверхностных источников: расходный режим, водохоз. баланс; устойчивость ложа, поймы или берегов источника с прогнозом на 15—20 лет; требования к качеству воды, предъявляемые потребителями; качество и количество хар-ки воды с учетом возможного их изменения вследствие поступления в источник сточных вод; режимы перемещений донных отложений; наличие вечномерзлых грунтов, возможность промерзания и пересыхания источника; наличие снежных лавин и селевых явлений; осенне-зимний режим источника и шуголедовые явления в нем; темп-ру воды по периодам года и ее стратификацию; характерные особенности весеннего вскрытия источника, половодья и прохождения паводков; требования органов по регулированию использования и охране вод, сан. надзора, охраны рыбных запасов; возможность организации зон сан. охраны при необходимости забора воды на хоз.-питьевые нужды; технико-экономич. оценку условий комплексного использования источников.

Во всех *системах водоснабжения* предусматривают мероприятия по предотвращению механич., биологич. и минералогич. загрязнений воды, поступающей в

В.п.в., при последующей ее транспортировке по каналам и водоводам. В случае шуголедовых явлений в источнике водоснабжения предусматривают электрообогрев решеток, подвод к водоприемникам теплой воды или сжатого воздуха, импульсную промывку в сочетании с обратной промывкой, покрытие металлич. элементов кассет гидрофобным материалом и др. При отборе воды из источников, имеющих рыбохоз. значение, предусматривают *рыбозащитные устройства*.

В.п.в. различают по: виду водоисточника — из водотоков с равнинных, предгорных и горных рек и каналов, из водоемов (морей, озер, водохранилищ); назначению — для хоз.-питьевого, пром., ирригационного, теплоэнергетич. водоснабжения; категории обеспеченности подачи воды; компоновке осн. элементов — совмещенные (*водоприемник и насосная станция* компонуются в одном сооружении) и раздельные; месту расположения водоприемника — береговые, русловые, выносные; типу или схеме водозабора — 1) береговая насосная станция с самотечными или сифонными водоводами и водоприемниками в водоисточнике (крибе) с водоприемным ковшом, 2) с открытым или огражденным каналом, подводящим воду к насосной станции; способу приема воды в водоприемник — с верхним, боковым, нижним присосами воды; условию приема воды в водоприемник — поверхностный, глубинный и донный, по отношению водоприемника по отношению к уровню воды в водотоке или водоеме — затопляемый, временно затопляемый и затопленный; материалу, из к-рого изготовляют водоприемники, — железобетон., бетонные, металлические, деревянные; конструктивным особенностям водоприемника — с вихревой камерой, щелевые, рижевые, раструбные, трубчатые, зонтичные; воздействию на природные условия водоисточника — активные и пассивные, характеру подвижности водозабора — стационарные, гравучие и флюнкучерные; режиму эксплуатации — пост. и временные. При необходимости увеличения глубин воды у входных отверстий и регулирования забора воды устраивают приплотинные водоприемники водозаборного сооружения, к-рые могут быть как в теле плотины, так и за ее пределами.

В.п.в. по обеспеченности подачи воды подразделяют на три категории, в соответствии с к-рыми устанавливают класс сооружений. Выбор схемы компоновки этих сооружений в сложных гидроморфологич. условиях производят на основе лабораторных и натурных исследований. Использование пассивных В.п.в. или таких их компонок и конструктивных элементов, к-рые не нарушают или сводят к минимуму нарушения естественного режима водо-

источника, позволяет даже в очень тяжелых условиях забора воды обеспечить их высокую категорию. Так, при интенсивном разрушении берегов, прибрежных склонов и вдоль береговых наносов вынос насосной станции за пределы зоны ожидаемого разрушения (без устройства берегозащиты) и размещение водоприемников вне зоны действия сосредоточ. течений, выходящих из прибойных зон, позволяют обеспечить водозабор первой категории. Использование таких конструктивных элементов, как ковши, пороги, шпоры, дамбы, открылки, позволяющих улучшить местные условия забора воды (ранний ледостав, отвод от места водоотбора в водоисточнике масс воды с повыш. содержанием наносов, сора, шугольда), позволяет повысить категорию В.п.в. Конструкция В.п.в. должна обеспечивать забор из водоисточника расчетного расхода воды и подачу его потребителю; защиту системы водоснабжения от попадания в нее сора, планктона, наносов, ракушек и шугольда, а также молоди рыб от гибели и травмирования, пропуск проходных рыб к нерестилищам в водоисточниках рыбохоз. назначения; при этом быть прочной, устойчивой и долговечной.

ВОДОЗАБОР ПОДЗЕМНЫХ

ВОД — комплекс гидротехнич. сооружений, включающий каптажные устройства для приема воды из источника (водоносного пласта), насосные станции для подъема воды, водоводы для сбора и транспортировки воды в сооружения по улучшению качества воды или в резервуары. Для забора подземных вод применяют сооружения двух видов — подземные и наземные. В зависимости от характера расположения в водоносном пласте подземные водозаборы бывают вертикал., горизонт. и лучевые. Вертикал. водозаборы — скважины и колодцы шахтные; горизонт. — каменнощелебчатые дрены сплошного заполнения, трубчатые дрены, галереи, штольни; лучевые — горизонт. скважины, собирающие воду в вертикал. шахту (колодец). В ряде случаев сооружают комбинированные водозаборы с горизонт. галереями и рядом вертикал. скважин, из к-рых подземные воды изливаются в галерею под естеств. напором.

Для приема естеств. выходов подземных вод на дневную поверхность в виде источников (родников) сооружают каптажи или колодцы. При слабо выраженном выходе подземных вод на дневную поверхность во многих местах их сбор и слив в камеру-колодец осуществляется с помощью горизонт. дрен. Из сборной камеры-колодца вода подается к потребителю по водоводу самотеком, если позволяют условия рельефа, или с помощью насоса. Для добычи подземных вод на глубине ниже

10 м (до 1000 м и более), приуроченных к мощным водоносным пластам или системе пластов, сооружают водозаборы из скважин. Применяют их и в тех случаях, когда подземные воды залегают на глубине менее 10 м, а мощность водоносного пласта не менее 5—6 м. Но если при этом водоносный пласт представлен рыхлыми породами (песками, галечниками), то вместо скважин можно сооружать шахтные колодцы или лучевые водозаборы. Горизонт. водозаборы применяют для получения подземных вод первого от поверхности земли водоносного пласта, имеющего подолу на глубине до 8 м; галерейные или в виде штольни — для получения воды из водоносных пластов, залегающих на любой глубине. На месторождениях с выраженной фильтрац. неоднородностью водоносных пластов группы или ряды скважин размещают там, где эти пласты имеют наибольшую водопроницаемость (большую закарстованность, трещиноватость и т.д.). На конусах выноса предгорных равнин скважины располагают в виде линейных или дугообразных рядов нормально к направлению потока подземных вод. В долинах рек с пост. поверхностным стоком при прямой связи реки с водоносным пластом скважины располагают вдоль ее берега. Расстояние от уреза воды в реке до скважин зависит от ряда факторов: мощности водоносного пласта, качества речной воды, размываемости берегов, изменения уровня воды в реке, уровня, соответствующего расходу реки 95%-ной обеспеченности, промерзания донных и береговых участков русла, степени закарстованности русла и возможности увеличения кольматации русловых отложений при эксплуатации водозабора. В долинах рек с непост. поверхностным стоком, когда в расчете водозабора учитывается периодическая сработка естеств. запасов подземных вод и их восполнение, скважины располагают на участках с наибольшей емкостью водовмещающих пород и наличием благоприятных естеств. условий восполнения запасов в паводок. На участках с искусств. пополнением запасов подземных вод водозахватные сооружения любого типа (скважины, шахтные колодцы, горизонт. и лучевые водозаборы) располагают по отношению к инфильтрац. устройствам, как и в долинах рек с пост. поверхностным стоком. Каптаж надмерзлотных вод предпочтительнее шахтными колодцами, дренажами и галереями, более надежными по сравнению со скважинами в отношении промерзания. При сложении берегов, островов или русел рек высокопроницаемыми породами эффективно применение инфильтрац. (береговых) водозаборов. Тип водозабора на перемерзающих реках выбирают с учетом сработки за-

пасов подземных вод и промерзания талика с момента отсутствия стока до оттаивания проморож. грунта в русле реки.

При заборе воды должна быть обеспечена защита водоприемных устройств от перемерзания, для чего предусматривают: макс. заглубление водоприемных устройств (колодцев, дрен) в водоносные грунты; двойные крыши люков смотровых и водоприемных колодцев; тепляки над водоприемными шахтами; утепление колодцев на дренах и галереях, непосредственно самих дрен и галерей торфом, льдом, снегом; создание мощных фильтрующих обсыпок вокруг дрен (галерей), проходящих через мерзлые берега; электрообогрев водоприемных устройств; сброс отработ. подогретой воды, пара. Для предотвращения замерзания воды в стволах скважин необходимо обеспечивать непрерывную откачку, даже если для этого приходится сбрасывать часть отбираемого расхода в водоносный пласт при перерывах в откачке; эпизодическую подачу в скважину теплой воды или пара; обогрев линейными источниками тепла, в т.ч. электрокабелем.

В основу расчета водозаборных сооружений положены гидравлич. и гидродинамич. методы, позволяющие оценить понижение уровней (напоров) в водоприемных устройствах при заданном дебите в различные периоды и определить схематизации гидрогеологич. обстановки.

Водоприемные устройства — фильтры разл. типов должны быть ремонтпригодными, т.е. обеспечивать применение импульсных, реагентных и комбиниров. (импульсно-реагентных) способов восстановления мощности водозаборов. При истощении запасов подземных вод в р-не расположения водозаборов используют системы искусств. пополнения подземных вод, состоящие из инфильтрац. сооружений открытого (бассейны, траншеи и др.) или закрытого (скважины, колодцы) типа. Совершенствование В.п.в. достигается устройством водоприемных систем с ушир. контурами обсыпок, регулированием потока подземных вод с использованием газифицирования стока, сооружением подземных плотин, применением технологич. приемов, обеспечивающих стабильную работу водозаборов длительное время.

ВОДОПОДОГРЕВАТЕЛИ В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ — теплообменные аппараты, в к-рых подготавливают горячую воду для теплоснабжения. Если греющей теплоносителем — пар, то используют пароводяные теплообменники; если — вода с более высокой температурой — то водо-водяные подогреватели. Первые применяют на ТЭЦ или в паровых котельных в целях получения горячей во-

ды для водяных систем теплоснабжения. Подогреватели состоят из корпуса, в котором находится пучок трубок. Вода проходит внутри трубок и нагревается до необходимой темп-ры, а пар поступает в межтрубное пространство, конденсируется на наружной поверхности трубок и отдает свое тепло. Из-за наличия поверхности нагрева такие теплообменники наз. поверхностными, или рекуперативными. Греющий и нагреваемый теплоносители в этих теплообменниках не смешиваются.

Теплообменники используют также в тепловых пунктах системы теплоснабжения. В паровых системах по трубопроводам поступает пар, и для получения горячей воды применяют пароводяной подогреватель. В водяных системах рекуперативные водоподогреватели используют при необходимости разобщения греющей и нагреваемой воды, к-рое требуется для обеспечения независимых гидравл. режимов в тепловых сетях и в местных системах, а также в случаях, когда нельзя или нежелательно допустить перемешивания теплоносителей (напр., при использовании в качестве греющей воды конденсата или умягченной и деаэрированной воды или при подогреве питьевой воды). Смесит. теплообменники обычного типа в системах теплоснабжения не применяют, если не считать элеваторы, к-рые являются и нагнетателями, и смесителями горячей и охлажденной в системе отопления воды.

При использовании в качестве греющего теплоносителя пара известны его давление и темп-ра, при использовании воды — ее начальная и конечная темп-ры; кроме того, известны темп-ры на входе и выходе нагреваемой воды, кол-во передаваемой в водонагревателе теплоты и расходы греющего и нагреваемого теплоносителей. В этом случае площадь поверхности нагрева водонагревателя, m^2 , определяют по ф-ле $F = Q / K \Delta t_{cp}$, где Q — тепловая произ-сть, Вт; K — коэфф. теплопередачи, Вт/($m^2 \cdot ^\circ C$); Δt_{cp} — средняя разность темп-р между греющим и нагреваемым теплоносителями, $^\circ C$.

Темп-ра пара при его конденсации не изменяется, а темп-ра воды вдоль поверхности нагрева изменяется нелинейно. За расчетную разность принимают среднюю логарифмич. разность темп-р:

$$\Delta t_{cp} = (\Delta t_6 - \Delta t_m) / \ln (\Delta t_6 / \Delta t_m),$$

где Δt_6 — наибольшая разность темп-р между греющим и нагреваемым теплоносителями; Δt_m — наименьшая разность темп-р. Коэфф. теплопередачи определяют по ф-ле $K = \mu / (1/\alpha_1 + \sigma/\lambda + 1/\alpha_2)$, где λ — коэфф. теплоотдачи от греющего теплоносителя к стенке поверхности нагрева; α_2 — то же, от стенки к нагреваемой воде; σ — толщина стенки; λ — теплопроводность материала стенки.

В процессе эксплуатации на поверхности нагрева отлагается накипь, особенно интенсивно со стороны нагреваемой до горячего водоснабжения водопроводной воды, т.к. она, как правило, не подвергается хим. очистке от солей жесткости. Коэфф. μ , учитывающий термич. сопротивление накипи, принимают равным 0,85.

Коэфф. теплоотдачи зависит от свойств теплоносителя, характера теплообмена (конденсация, вынужденная или свободная конвекция), режима движения воды и конструкции теплообменного аппарата. Термич. сопротивлением стенки трубок, составляющим поверхность нагрева, часто пренебрегают, поэтому ф-ла для определения коэфф. K примет вид $K = \mu \cdot (\alpha_1 \alpha_2) / (\alpha_1 + \alpha_2)$.

Если вода движется в межтрубном пространстве, то в расчетах используют эквивалентный диаметр $d_{эк} = 4f/u$, где f — площадь поперечного сечения; u — смоченный периметр. Потери давления в подогревателе ΔP , Па, определяют в результате гидравлич. расчета по ф-ле

$$\Delta P = (\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi) w^2 / 2 \rho,$$

где λ — безразмерный коэфф. сопротивления трения; l — длина, м; d — диаметр, м; ξ — коэфф. местного сопротивления; w — скорость воды, м/с; ρ — плотность воды, кг/м³.

Коэфф. трения λ зависит от режима движения воды (число Рейнольдса) и эквивалентной шероховатости труб. Для средних значений он равен 0,03—0,04. Коэфф. ξ определяют в зависимости от конструкции теплообменника. Плотность берут для средней темп-ры воды. Скорость воды в трубах водоподогревателя принимают 0,5—1,2 м/с.

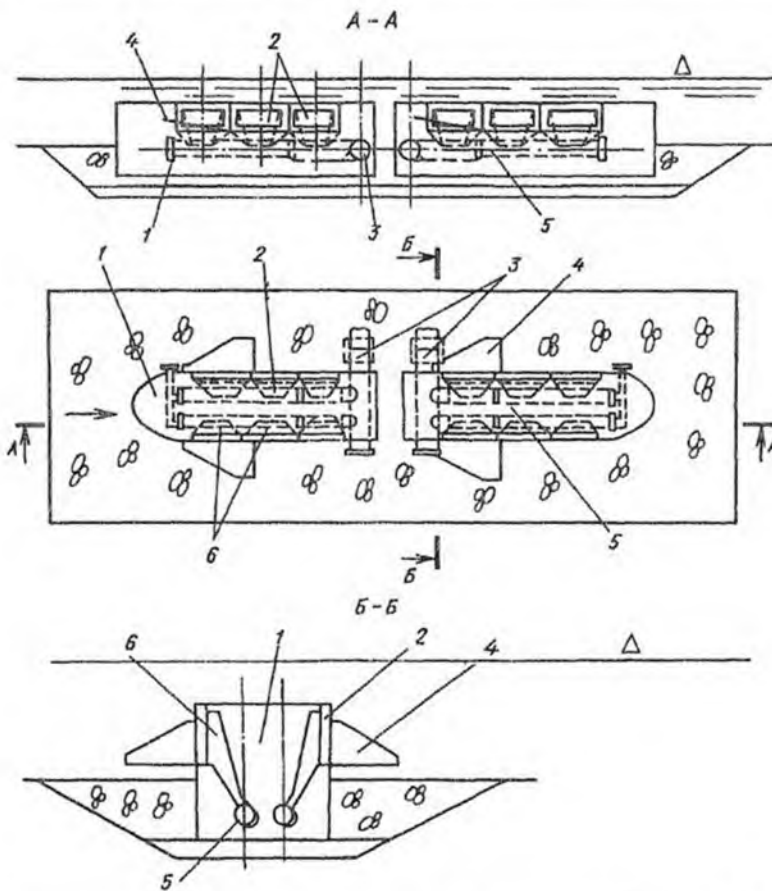
В системах горячего водоснабжения применяют кожухотрубные и пластинчатые водо-водяные подогреватели, в паровых — скоростные двух- и четырехходовые пароводяные подогреватели, в системах горячего водоснабжения с периодич. разбором воды (напр., душевые установки предприятий) — емкостные горизонт. пароводяные подогреватели.

ВОДОПРИЕМНИК — устройство, с помощью к-рого осуществляется забор воды из водотока или водоема. Оно должно сохранять работоспособность при возникновении осложнений, вызванных: снижением глубин воды у водоприемных отверстий или расходов воды; образованием в потоке внутриводного льда и шуги; шугозаполнением русла, а также транспортировкой потоком наносов, сора, карчей, топляков и т.п.; судходством, лесосплавом, регулированием стока на ГЭС; отбором воды для др. целей; захватом загрязнений водотока или водоема; переформиро-

ванием русла или побережья водотока или водоема; волнением, вдольбереговыми перемещениями наносов, нагоном сора или льда; развитием ракушки, планктона, захватом водорослей; развитием или деградацией границы вечномерзлых грунтов; ледообразованием, заторами, торшением и навалами льда. Эффективность работы водоприемников, оборудованных сородерживающими решетками, фильтрующими кассетами или рыбозащитными сетками, зависит от скорости втекания воды в них, их расположения относительно направления течения и глубины воды в водосточнике у водоприемных отверстий, а также от наличия у последних козырьков, порогов, ребер и др. элементов.

Наибольшее распространение получили В., водоприемные отверстия к-рых расположены вертикально. Применяют также В. с наклоном и горизонтально расположенными отверстиями с поступлением воды сверху вниз и в обратном направлении. Широкое применение получили затопленные В., верх к-рых размещен не менее чем на 0,2 м ниже миним. отметки нижней поверхности льда. Основной их недостаток — недоступность обслуживания при возможной аварии. Конструкция В. должна обеспечивать защиту водоприемных отверстий от наносов, шуги, мусора, а также защиту молоди рыб, равномерность скоростей по всей длине водоприемного фронта, обратную промывку сородерживающих решеток и фильтрующих элементов. Гидравлич. расчеты В. выполняют для определения: гидравлич. характеристик режима работы; размеров водоприемных отверстий, диаметров самотечных или сифонных водоводов и др. конструктивных элементов; потерь напора в водоприемнике и подводящей системе водоводов; наивысшей отметки оси насосов; степени равномерности отбора воды. В. следует защищать от подмыва обтекающим потоком путем устройства заглубленного основания и крепления ложа водосточника вокруг них.

В. разного типа (не менее двух), работающие совместно (заменяя друг друга) либо независимо один от другого и входящие в состав одного водозабора, наз. комбинированными. Комбинированные В. наиболее приспособлены к условиям работы при большом кол-ве наносов и шуги. Самыми распространенными являются водозаборы, имеющие русловой и береговой водоприемники, при этом береговой работает только в паводки и половодье, когда в реке проходит наибольшее кол-во наносов, а русловой — только в межень и в периоды шугохода. На реках с большой амплитудой колебаний уровней воды применяют водозаборы с береговыми и ковшовыми водоприемниками. Водоприемные ковши устраивают для предотвращения



Типовой загонленный водоприемник с вихревой камерой

1 — корпус водоприемника; 2 — водоприемное отверстие; 3 — самотечный водовод; 4 — наносозащитный щит; 5 — вихревая камера; 6 — переходный раструб

шуголедовых помех на водотоках. Водоприемные ковши покрываются ледяным покровом на 2—3 сут раньше речного потока, поэтому скорость течения воды в них должна быть такой, при к-рой обеспечивается всплывание к поверхности всех кристаллов ледяной взвеси. Самопромывающиеся ковши (СПК) на реках с малыми или недостаточными глубинами рекомендуются применять для поддержания у В. глубин, необходимых для бесперебойного отбора воды. При этом СПК выполняют все функции по защите В. от наносных, шуголедовых и других помех.

ВОДОПРОВОД — система водопроводных сооружений и устройств для обеспечения потребителей водой. Первые В. возникли в Древнем Риме в глубокой древности. Вода по ним подавалась к городу самотеком по каналам. При пересечении долин или оврагов каналы прокладывали по

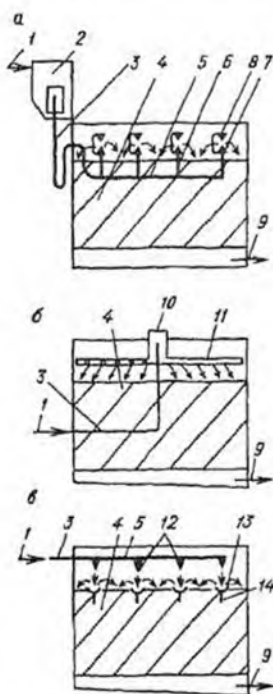
спец. мостам — акведукам. Частично сохранившиеся до наших дней, они представляют собой образцы древнего инженерного искусства. В городе вода подводилась к центр. резервуарам, откуда подавалась по трубам к обществ. баням и купальням, к дворцам и домам патрициев, а также к фонтанам и бассейнам, к-рыми пользовалось население. Первые сведения об устройстве централизов. гор. В. в странах Европы относятся к концу XII в., когда в Париже был построен первый самотечный В. В XIII в. был сооружен В. в Лондоне. Применение паровых насосов позволило значительно увеличить дальность транспортировки воды. В XII—XIV вв. построены В. для крепостей ряда русских городов. В XV в. появились самотечный родниковый В. для Московского Кремля. В 1631 в нем же был сооружен В., подававший воду с помощью "водозводной машины" в водонапорную башню. Для транспортировки воды из нее использовали свинцовые трубы. В 1718 по приказу Петра I был сооружен водопроводный канал для Летнего сада в Санкт-Петербурге, в 1721 — Петергофские фонтаны. При Петре I началось сооружение родникового В.

в Царском Селе, законченное в 1749. Для Царского Села был построен также крупный для того времени (длиной более 15 км) речной В. с забором воды из р.Таллицы. В 1804 заканчивается стр-во первого московского В., к-рый подавал самотеком грунтовую воду из села Б.Мытищи на расстояние около 16 км. Сохранился акведук мытищинского В. (у с.Ростокино) для перехода долины р.Яузы. Сооружались и в др. городах. В 1900 начал строиться и с 1902 вступил в действие первый московский В. с забором воды из р.Москвы у дер. Рублево. В наши дни В. — сложные системы водопроводных сетей и сооружений по забору воды из поверхностных и подземных источников, очистке и обработке воды разл. механич., хим. и физ.-хим. методами (см. Система водоснабжения).

ВОДОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА БИОФИЛЬТРА — система труб или лотков, обеспечивающая равномерное распределение (орошение) по поверхности биофильтра обрабатываемой сточной воды. В.с.б. подразделяют на неподвижные и подвижные. К первым относятся дырчатые желоба, спринклерная и водоструйная системы орошения; ко вторым — вращающиеся реактивные оросители. В отечеств. и зарубежной практике наибольшее распространение получили спринклерная система для прямоугольных в плане биофильтров и вращающиеся оросители для круглых.

Спринклерная система орошения состоит из дозирующего бака, магистр. трубопровода с сифоном, разводящей сети труб с вертикал. стояками, на верхних концах к-рых прикреплены спринклерные головки с отражат. элементами (зонтиками). Нач. свободный напор у спринклера должен быть 1,5 м, конечный — не менее 0,5 м; диаметр отверстий спринклерной головки — 13—40 мм, высота ее расположения над поверхностью *загрузочного материала биофильтра* — 0,15—0,2 м. Сточная вода поступает в дозирующий бак, из к-рого автоматически после его наполнения с интервалами не более 5—8 мин подается в разводящую сеть и через спринклерные головки разбрызгивается над поверхностью биофильтра. Для более равномерного орошения биофильтра спринклеры размещают в шахматном порядке таким образом, чтобы площади, орошаемые соседними спринклерами, частично перекрывались. Расчет спринклерной системы сводится к определению расхода воды из каждого спринклера, их числа, диаметров труб разводящей сети, емкости и времени работы дозирующего бака.

Реактивный вращающийся ороситель состоит из двух, четырех или шести дырчатых труб, консольно закрепленных

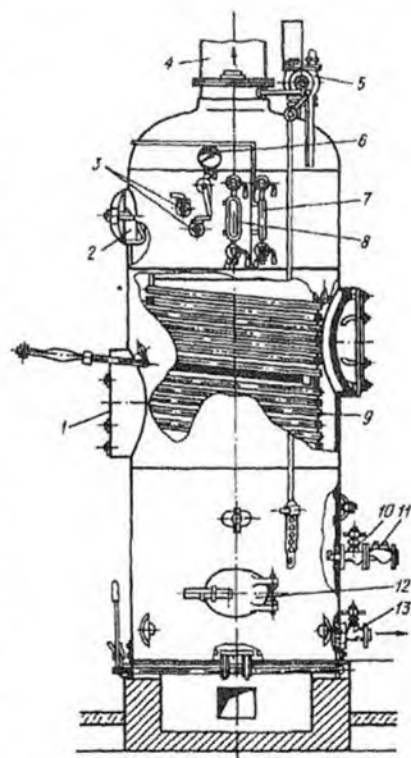


Схемы водораспределит. систем биофильтров
 а — sprinkлерная; б — с реактивным вращающимся оросителем; в — водоструйная; 1 — подача сточных вод; 2 — дозирующий бак; 3 — магистральный подводный трубопровод; 4 — биофильтр; 5 — разводящая сеть; 6 — стояк; 7 — sprinkлерные головки; 8 — отражатель струи воды (зонтик); 9 — отведение сточных вод; 10 — распределит. камера; 11 — распределит. трубы с отверстиями; 12 — насадочные элементы; 13 — водоотбойные розетки; 14 — крепежные устройства

на общем стояке. Сточная вода под напором не менее 0,5 м подается в распределит. камеру, установленную на шариковых подшипниках, к-рая свободно вращается вокруг вертик. оси. Из камеры вода поступает в радиально располож. распределит. трубы и через отверстия диаметром 10—15 мм выливается на поверхность биофильтра. Под действием реактивной силы, возникающей при истечении воды из отверстий, распределитель вращается. Расстояние между отверстиями увеличивают от периферии к центру, вследствие чего обеспечивается равномерное орошение поверхности биофильтра. Распределит. трубы располагают над загрузочным материалом на расстоянии 0,2 м. Расчет реактивного оросителя сводится к определению: числа и диаметра распределит. труб — из условия движения жидкости в них со скоростью 0,5—1 м/с; числа и диаметра отверстий в трубах — из условия истечения жидкости из них со скоростью не менее 0,5 м/с; расстояния каждого отверстия от оси оросителя; числа оборотов оросителя и напора, требуемого для его вращения.

Водоструйная система орошения состоит из магистр. трубопровода или лотка; разводящей сети из трубопроводов или лотков; сливных трубок (насадочных элементов) с отверстиями диаметром 15—32 мм, располагаемых в днище разводящих труб или лотков; водоотбойных круглых в плане розеток, имеющих плоскую или вогнутую сферич. форму с гладкими или фигурными кромками. Водоотбойные розетки располагают под сливными трубками (над загрузочным материалом) или непосредственно на его поверхности; в первом случае их подвешивают к разводящим трубопроводам или лоткам, во втором — закрепляют на поверхности загрузки. Разводящую сеть размещают над загрузочным материалом на расстоянии 0,5—1 м. Сточная вода из магистр. водовода поступает в разводящую сеть и через сливные трубки изливается в виде струй на водоотбойные розетки. Ударяясь о розетку, струя воды разбивается на мелкие брызги и струйки, равномерно орошая поверхность загрузочного материала биофильтра. Расчет водоструйной системы сводится к определению ширины и высоты лотка или диаметра труб; числа и диаметра отверстий сливных трубок. Расчет распределит. сети биофильтров производится по макс. расходу воды с учетом рециркуляц. расхода.

ВОДОТРУБНЫЙ КОТЕЛ — паровой котел, поверхность нагрена к-рого состоит из стальных труб, омываемых снаружи газообр. продуктами сгорания топлива (дымовыми газами). Внутри труб, объедин. барабанами и коллекторами в единую систему, движется вода и пароводяная смесь. Первые В.к. — горизонтально-водотрубные — были созданы во 2-й половине XIX в. В 1893 рус. инж. В.Г.Шухов создал В.к., к-рый состоял из продольного барабана и трубчатых батарей, представляющих собой 2 пучка труб, вальцов. в плоские стенки коротких цилиндрич. камер; в зависимости от числа батарей (от 1 до 5) площадь поверхности нагрева котла могла изменяться от 62 до 310 м², а паропроиз-сть от 1 до 7 т/ч при давлении пара до 1,3 МПа. В нач. XX в. появились вертикально-водотрубные котлы, к-рые за очень короткое время были доведены до высокой степени совершенства. В 30-е гг. Л.К. Рамзин (1887—1948) сконструировал В.к. с пригудит. циркуляцией. Вертикально-водотрубные и горизонтально-водотрубные котлы отличаются один от др. по конструкции, характеру расположения трубных пучков и их объединению в общую систему. В вертикально-водотрубных барабаны котлов располагаются по длине или фронту котла, а кипят. трубы, составляющие поверхность нагрева, — вертикально или с небольшим уклоном.



Водотрубный котел ММЗ-IV-0.8/9

1 — крышка; 2 — лая; 3 — пароводяные краны; 4 — дымовая труба и заслонка; 5 — предохранит. клапан; 6 — манометр; 7 — сигнализатор предельного уровня воды в котле; 8 — водоуказатель; 9 — кипятильные трубы; 10 — питат. вентиль; 11 — обратный питат. клапан; 12 — топочная дверка; 13 — вентиль для продувки котла

Котлы работают на кусковом, пылевидном, жидком котельном или газообразном топливе, снабжены автоматич. устройствами для регулирования работы котлоагрегатов. Для отопит. котельных пром-сть выпускает вертикально-цилиндрич. водотрубно-газотрувные котлы ВГД, вертикально-водотрубные типа МЗК, ММЗ, двухбараб. серии Е-1-9 и др. номин. произ-стью до 1,6 т/ч, давлением пара 0,8—0,9 МПа. Котлы Е-1-9 поставляются с блоком водоподготовки, питательным насосом, тягодутьевыми устройствами, а при сжигании газа и мазута — с автоматикой. Горизонтально-водотрубные котлы сняты с произ-ва.

ВОДЯНОЕ ОТОПЛЕНИЕ — обогревание здания или сооружения системой отопления, в к-рой в качестве теплоносителя используется вода. В.о. в XVIII в. применялось для отопления оранжерей и теплиц, а с нач. XIX в. — и зданий. В России первая система В.о. была сооружена в Петербурге в 1834 (П.Г. Соболевский,

1782—1841). В XIX в. В.о. устраивалось гравитационным — с естеств. циркуляцией воды. В 50—60-х гг. XIX в. распространилось как более дешевое В.о. высокого давления по системе англ. инж. Перкинса (патент 1831). Система состояла из замкнутых со всех сторон и заполн. водой вертикал. толстостенных трубок (внутр. диаметр 15, наружный 25 мм). Вода нагревалась в змеевике, помещ. в центр. печь. Такого же рода змеевики ("нагреват. спирали"), соедин. одной трубой (сейчас подобная связь *отопительных приборов наз. однотрубной системой водяного отопления*), размещались в обогреваемых помещениях. В системе циркулировала вода под значит. давлением (до 7 МПа), нагреваемая до 260—300°C. Кроме змеевиков в помещениях использовались *трубы отопительные* — гладкие трубы большого диаметра, а затем и ребристые трубы — первые спец. отопит. приборы. Применялось также В.о. повыш. давления (до 0,8 МПа) по системе франц. инж. Л. Дювуара — горизонт. типа с отопит. приборами в виде чугунных цилиндрич. печей со сквозным внутр. каналом (система подобного вида действует в одном из зданий в г. Нижнем Новгороде). С 70-х гг. прошлого столетия с В.о. высокого давления стало успешно конкурировать В.о. низкого давления, выполняемое заводом Сан-Талли в Петербурге по горизонт. схеме с отопит. приборами из ребристых труб (фасонные соединит. части и арматура ввозились из Германии). В последней трети XIX в. В.о. низкого давления сооружалось в разл. городах России Петербургским металлич. заводом (О.Е. Крель, 1838—1913) в виде вертикал. и горизонт. *однотрубных систем водяного отопления*. В 1875 К. Лешевич впервые устроил квартирное В.о. низкого давления с вертикал. плоскими стальными отопит. приборами, действующими самостоятельно или во время топки кухонного очага. В 80-х гг. стало распространяться центр. В.о. с вертикал. прокладкой труб по однотрубной схеме с отопит. приборами в виде вертикал. оребр. тумб разл. высоты и обходными ветками вдоль них (их наз. замыкающими участками). На каждом отопит. приборе стали устанавливать регулирующие краны. В 90-х гг. появилась *двухтрубная система отопления* (под влиянием законодателя германской отопит. техники Г. Ритшеля), где по одной из параллельно прокладываемых двух вертикал. труб в отопит. приборе подавалась нагретая вода, по др. — отводилась охлаждающая. Единственным, кто продолжал применять однотрубное В.о., был Петербургский металлич. завод (теперь ЛМЗ). На нем по собств. проектам производились предварит. заготовка и сборка отд. элементов, поэтому монтаж (также силами завода) отопит. установок в зданиях проводил-

ся в сокращ. сроки. Вертик. трубы отопления прокладывались скрыто в стенах, ребристые трубы закрывались щитами и декоративными решетками.

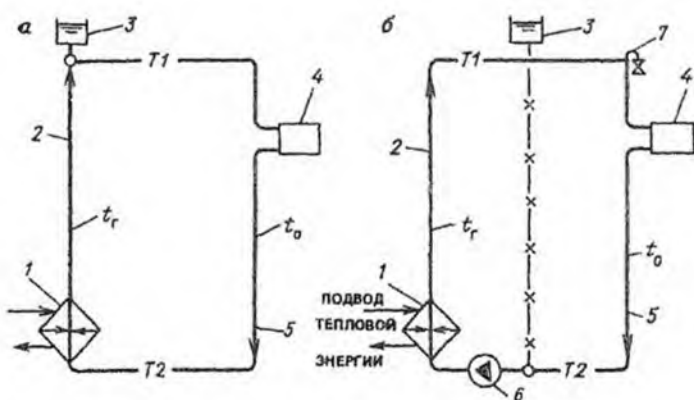
Для нач. 20 в. характерно стремление к уменьшению первонач. стоимости отопит. установок. В.о. устраивается с открытой прокладкой вертикал. труб и открытой установкой отопит. приборов (около 1900 появились чугунные отопительные радиаторы). Применяются разл. решения по повышению скорости движения воды для уменьшения диаметра труб. Побуждение циркуляции воды предлагалось осуществлять путем подмешивания к ней в подъемных трубах воздуха, пара, перегретой воды (А.К. Павловский, 1861—1923). В.М. Чаплин (1859—1931) разработал и в 1903 впервые применил в Москве паро-водяное отопление с побуждением циркуляции воды пароструйным инжектором. Для отопления здания устанавливались 2 котла: паровой для получения пара под давлением 0,05—0,3 МПа (в зависимости от высоты здания) и водогрейный для нагревания воды до 100—150°C, к-рая, смешиваясь с охладж. водой, поступала при пониж. темп-ре (не выше 90°C) для отопления помещений. Предлож. В.М. Чаплиным эжектирование охладж. воды при подаче снаружи высокотемп-рной повсеместно используется для центр. В.о. зданий. В 1905 В.А. Яхимович (1875—1942) предложил и внедрил "трубчатые приборы с рубашкой из бетона" — паробетонные приборы панельно-лучистого отопления, основ. на заделке нагреват. элементов в толщу ограждающих конструкций помещений. В последующие 10 лет было выполнено свыше 100 таких отопит. установок. В те же годы появилось районное отопление — неск. зданий стали снабжаться теплотой из одного центра, при этом в качестве теплоносителя "дальнего действия" использовался пар, в зданиях устанавливались пароводяные *теплообменные аппараты* (бойлеры) и оборудовалось В.о. естеств. циркуляцией. Таким пароводяным отоплением, в частности в 1903 было оборудовано 13 корпусов Петербургской детской больницы.

Нач. применения насосов в России для побуждения циркуляции воды с целью не только уменьшения диаметра труб, но и увеличения радиуса действия В.о. относится к 1909. Осторожное отношение к использованию насосов в В.о. последовало после отрицат. выступления Г. Ритшеля на третьем Германском съезде по отоплению и вентиляции в 1901. Насосное В.о. впервые было осуществлено в Михайловском театре в Петербурге. В двухтрубной системе водяного отопления каждый радиатор снабжался обходной веткой с переключат. трехходовым краном для пропуска воды при выключении радиатора. К

1912 насосное В.о. было запроектировано Н.П. Мельниковым в неск. крупных зданиях, в т.ч. в корпусах Ин-та инженеров путей сообщения, где устраивалось впервые водо-водяное отопление с радиусом действия около 400 м при создаваемом насосом давлении 100 кПа. В здании Эрмитажа *воздушное отопление* системы Н.А. Аммосова было заменено водяным, рассчит. на поддержание темп-ры в помещениях с колебанием в пределах 0,5°C. В общем же в России установок центр. В.о. было мало, и большинство их монтировалось в расчете на гравитац. (естеств.) циркуляцию воды. Осн. масса зданий, даже в столице, имела *печное отопление*. Область применения В.о. расширилась в 20-х гг.: согласно выпущенному Народным комиссариатом труда ОСТ предлагалось оборудовать центр. В.о. все вновь возводимые жилые здания высотой более 3 этажей (в последующем более 2 этажей). Сначала В.о. выполнялось на базе местных отопит. котельных (в подвалах зданий), затем с развитием теплофикации — при *теплоснабжении* от ТЭЦ. Период до середины XX в. характерен широким, кроме Ленинграда, применением двухтрубного распределения теплоносителя воды по отопит. приборам зданий. С развитием крупнопанельного стр-ва, в т.ч. бесчердачного, предпочтение при отоплении многоэтажных зданий стало отдаваться вертикально-однотрубному соединению отопит. приборов.

Вода как теплоноситель в системе отопления практически несжимаема, отличается значит. плотностью, теплоемкостью и вязкостью. Она изменяет свою плотность, объем и вязкость при изменении темп-ры, а темп-ру кипения в зависимости от давления; способна сорбировать и выделять газы при изменении темп-ры и давления. Применение в системе отопления нагретой воды позволяет поддерживать равномерную темп-ру помещений путем регулирования темп-ры подаваемой в отопит. приборы воды. Средняя темп-ра поверхности приборов большинства систем В.о. в течение осн. периода *отопительного сезона* не превышает 60—65°C и не вызывает разложения и сухой возгонки органич. пыли, сопровождающихся выделением вредных для людей в-в, в частности оксида углерода. Недостатки применения воды в качестве теплоносителя — значит. давление гидростатич. в системе отопления; значит. тепловая инерция воды, задерживающая изменение темп-ры помещения при регулировании теплопередачи отопит. приборов; ограниченная скорость движения воды в *теплопроводах* в связи с шумовым пределом и большими потерями давления при ее циркуляции.

Системы В.о. по способу создания циркуляции воды разделяются: с естеств.



Принципиальная схема систем

а — с естественной циркуляцией (гравитационная); б — с механическим побуждением циркуляции воды (насосная); 1 — теплообменник; 2 — подающий теплопровод (Т1); 3 — расширительный бак; 4 — отопительный прибор; 5 — обратный теплопровод (Т2); 6 — циркуляционный насос; 7 — устройство для выпуска воздуха из системы

циркуляцией (гравитац.) и с механич. побуждением циркуляции воды при помощи насосов (насосные). В гравитац. системе используется свойство воды изменять плотность при разл. темп-ре. В замкнутой вертикал. системе с неравномерным распределением плотности под действием гравитац. поля Земли возникает естеств. движение воды. В насосной системе используется насос для повышения разности давления, вызывающей циркуляцию, и в системе создается вынужд. движение воды. По темп-ре теплоносителя различают системы низкотемп-рные с предельной темп-рой горячей воды $t_r < 70^\circ\text{C}$, среднетемп-рные при $t_r 70-100^\circ\text{C}$ и высокотемп-рные при $t_r > 100^\circ\text{C}$. Макс. значение темп-ры воды ограничено 150°C . По положению труб, объединяющих отопит. приборы по вертикали или горизонтали, системы В.о. делятся на вертикал. и горизонт., в зависимости от схемы соединения труб с отопит. приборами — на однотрубные и двухтрубные. В каждом стояке или ветви однотрубной системы водяного отопления приборы соединяются одной трубой, и вода протекает через них последовательно. Если каждый отопит. прибор, установл. в помещении, разделен на 2 равные части ("а" и "б"), в к-рых вода движется в противоположных направлениях и теплоноситель последовательно проходит сначала через все части "а", а затем через все части "б", то такая однотрубная система носит назв. *бифилярной (двухпоточной) системы отопления*. В двухтрубной системе В.о. приборы отд. присоединяются к 2 трубам — подающей и обратной, и вода протекает через каждый прибор независимо от др. приборов.

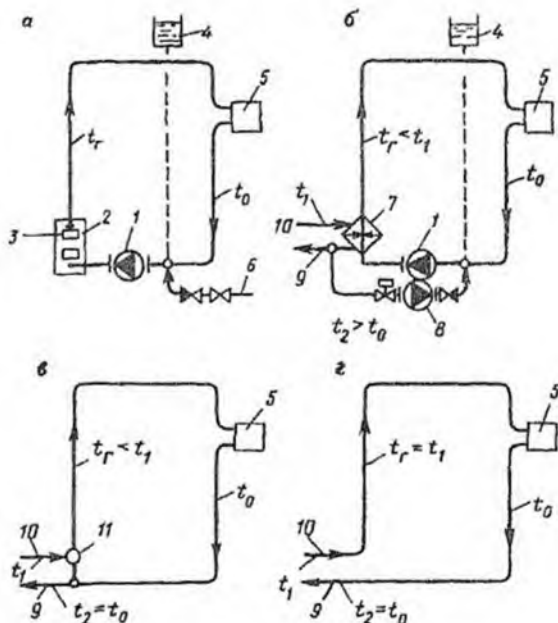
Длительное применение В.о. подтвердило гигиенич. и технич. его преимущества по сравнению с *паровым отоплением*. При В.о. обеспечиваются относительно невысокая темп-ра поверхности теплопроводов и отопит. приборов, равномерная темп-ра помещений, большой срок службы, экономия теплоты, бесшумность действия, простота обслуживания и ремонта. Получило широкое распространение насосное В.о., гравитац. применяется сравнительно редко.

В зависимости от источника теплоснабжения изменяются устройство, оборудование *местного теплового пункта* и принцип. схема системы насосного В.о. Такая система при местном теплоснабжении от собст. водогрейной котельной в отапливаемом здании показана на схеме а. Воду, нагреваемую в котлах, перемещает

циркуляционный насос, включ. в общую обратную магистраль, к к-рой присоединен также бак расширительный. Система заполняется водой из *водопровода*. При централиз. водяном теплоснабжении применяются 3 способа присоединения системы насосного В.о. к наружным теплопроводам. Независимая схема близка по своим элементам к схеме при местном теплоснабжении, лишь котлы заменяют теплообменниками и систему заполняют деаэрированной водой (лишенной растворенного воздуха) из наружной *тепловой сети*, используя высокое давление в ней или спец. *подпиточный насос*, если это давление недостаточно высоко. Воду для заполнения системы, как правило, забирают из обратного наружного теплопровода. Возможна, однако, подача воды и из подающего теплопровода, если давление высокотемп-ной воды (темп-ра t_1), передающееся при этом в систему, допустимо для всех ее элементов. При независимой схеме в системе отопления создается местный теплотидравлич. режим при пониж. темп-ре t_r греющей воды ($t_r < t_1$). Первичная вода после теплообменников должна иметь темп-ру выше темп-ры обратной воды в системе отопления ($t_2 > t_0$). Если, напр., расчетная темп-ра t_0 равна 70°C , то

Принципиальные схемы насосного водяного отопления при местном теплоснабжении (а) и присоединении к наружным теплопроводам централизованного теплоснабжения (б, в, г)

1 — циркуляционный насос; 2 — котел; 3 — подача топлива; 4 — расширительный бак; 5 — подающие приборы; 6 — водопровод; 7 — теплообменник; 8 — подпиточный насос; 9, 10 — наружные обратный и подающий теплопроводы; 11 — смесительная установка



для сокращения площади нагреват. поверхн. теплообменников темп-ра t_2 должна быть не ниже 75°C . Независимую схему присоединения применяют, когда в системе не допускается повышение гидростатич. давления (по условию прочности отопит. приборов) до давления, под к-рым находится вода в наружном обратном теплопроводе. Преимуществом независимой схемы присоединения системы В.о. кроме обеспечения теплогидравлич. режима, индивид. для каждого здания, является возможность сохранения циркуляции с использованием теплоудержания воды в течение нек-рого времени, обычно достаточного для устранения аварийного повреждения наружных теплопроводов. Система В.о. при независимой схеме служит дольше, чем с местной котельной, вследствие уменьшения коррозионной активности воды и зарастания труб и приборов.

Зависимая схема присоединения системы отопления к наружным теплопроводам со смешением воды проще по конструкции и в обслуживании. Стоимость ее ниже стоимости независимой схемы благодаря исключению таких элементов, как теплообменник, расшир. бак и подпиточный насос, функции к-рых выполняются централизованно на тепловой станции. Эту схему выбирают, когда в системе требуется темп-ра воды t_1 и допускается повышение гидростатич. давления до давления, под к-рым находится вода в наружном обратном теплопроводе. Смешение обратной воды из системы отопления с высокотемп-рной водой из наружного теплопровода осуществляют при помощи смесит. аппарата — смесит. насоса или водоструйного элеватора. Насосная *смесительная установка системы отопления* имеет преимущество перед элеваторной — ее кпд выше; в случае аварийного повреждения наружных теплопроводов возможно, как и при независимой схеме присоединения, сохранения циркуляции воды в системе отопления. Смесит. насос можно применять в системах со значит. гидравлич. сопротивлением, тогда как при использовании элеваторной смесит. установки потери давления в системе должны быть сравнительно небольшими. Недостаток зависимой схемы присоединения со смешением — незащищенность системы от повышения в ней гидростатич. давления, непосредственно передающегося через обратный теплопровод, до значения, опасного для целостности отопит. приборов и арматуры.

Прямоточная схема применяется, когда в систему допускается подача высокотемп-рной воды ($t_1 = t_2$) при значит. гидростатич. давлении или при прямой подаче низкотемп-рной воды. Недостаток зависимой прямоточной схемы присоединения — невозможность местного

Расход труб и площади радиаторов, %, в различных насосных системах водяного отопления 5-этажного жилого здания при верхнем расположении подающих магистралей

Стояки с двухсторонним присоединением радиаторов	Расход труб, %		Площадь радиаторов, %
	по длине	по массе	
Двухтрубные	100	100	100
Однотрубные:			
с замыкающими участками (со "сжимом")	74	93	108
проточные	72	91	98

регулирования темп-ры горячей воды (t_1) и зависимость теплового режима здания от "обезличенной" темп-ры воды в наружном подающем теплопроводе. Высота зданий, в к-рых используют высокотемп-рную воду, ограничена вследствие необходимости сохранить в системе гидростатич. давление, достаточно высокое для предотвращения вскипания воды.

При централизов. теплоснабжении с применением независимой и зависимых схем присоединения в системе отопления циркулирует деаэрированная вода. Это не только упрощает удаление воздуха из системы (фактически воздушные скопления удаляют только в пусковой период после монтажа или ремонта), но и увеличивает срок ее службы.

Система В.о. при местном и централизов. теплоснабжении применяется с верхним и нижним расположением магистралей, с тупиковым и попутным движением воды в них, с последоват. и паралл. (по направлению движения воды) соединением отопит. приборов. При проектировании систем отопления конкретных зданий составляют схемы систем, разл. образом сочетая в каждой из них магистраль, стояки и ветви с отопит. приборами. Устанавливается взаимное расположение теплообменников (котлов), циркуляц. насосов, теплопроводов, отопит. приборов и др. элементов в зависимости от размещения их в здании, т.е. закрепляется топология системы. Схемы системы отопления в 50-70-х гг. XX в. существенно видоизменялись, причем общим явлением в стране было вытеснение ранее широко распространен. двухтрубных систем вертик. однотрубными. При использовании последних вместо двухтрубных появилась возможность уменьшить длину и массу труб (табл.), унифицировать отд. узлы и детали, устранить замеры в натуре, механизировать процессы заготовки деталей, осуществлять предварт. сборку и комплектацию узлов, а в результате — сократить затраты труда и сроки монтажа систем. Потери давления в однотрубных стояках и ветвях значительно превышают потери в двухтрубных стояках, при этом устанавливается устойчивый гидравлич. режим

однотрубных систем: заданное распределение теплоносителя по отопит. приборам сохраняется в течение всего отопит. сезона, т.е. однотрубные системы менее подвержены разрегулированию, чем двухтрубные. Поэтому у приборов можно устанавливать регулирующие краны, предназначен. только для эксплуатацион. регулирования. При сдаче смонтиров. однотрубных систем в эксплуатацию не проводят пусконаладочного регулирования теплоотдачи отопит. приборов, как это делают при двухтрубных системах.

В системах В.о. используются неоцинков. (черные) стальные шовные (сварные) трубы: водогазопроводные диаметром до 50 мм (легкие и обычн.), электросварные диаметром как до 50 мм, так и большего диаметра. Водогазопроводные легкие трубы заменяются обычн. (с большей толщиной стенок) при скрытой их прокладке и в местах, где предусматриваются резьбовые соединения вместо сварных (в осн. при применении муфтовой арматуры и соединит. частей). Оцинков. водогазопроводные трубы устанавливаются только в воздушных и дренажных линиях. Трубы в системах В.о. прокладываются в осн. открыто, что проще, дешевле и позволяет использовать их поверхность как нагревательную с соответствующим сокращением площади отопит. приборов. Применяются разл. приборные узлы как с трубной регулирующей арматурой, так и без нее. При установке *конвекторов* с воздушным клапаном регулирующая арматура используется только в двухтрубных системах В.о. (для пусконаладочного регулирования).

Размещение стояков в вертик. системе В.о. зависит от положения магистралей и *подводок к отопительным приборам* и неотделимо от выбора вида этой системы. Горизонт. ветви устанавливаются на уровне греющих труб в *конвекторах* или под отопит. приборами без уклона теплопровода системы отопления, если обеспечивается скорость движения воды в них более 0,25 м/с. Размещение магистралей связано с назначением и шириной здания, видом принятой системы отопления, применением в ней *компенсаторов теплопро-*

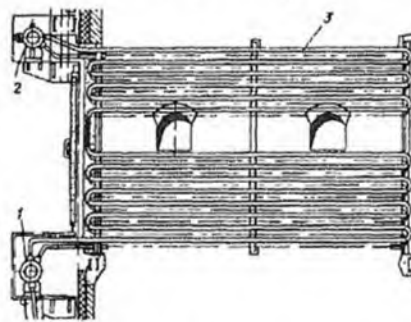
водов. Магистраль в технич. помещениях, на чердаках и в подвалах прокладываются с уклоном, вызывающим перемещение воздуха к *воздухосборникам* (верхние магистраль) и самотечный спуск воды из труб для ремонта системы (нижние магистраль). Для выпуска воздуха в атмосферу в повыш. местах системы В.о. устанавливаются *воздушные краны*. Теплопроводы систем В.о. покрывают тепловой изоляцией в местах, где возможны замерзание теплоносителя (близ наружных дверей, ворот и др. открываемых зимой проемов), воспламенение и взрыв газов и пыли, ожоги, а также в неотапливаемых и искусственно охлаждаемых помещениях. Толщина слоя тепловой изоляции должна обеспечивать кпд, близкий к 0,8. Для устранения в рабочих помещениях шума и вибраций, вызываемых работающими насосами, их фундаменты не связываются наглухо со строит. конструкциями машинных помещений. Каждый насос отделяется от теплопроводов двумя гибкими виброизолирующими вставками, под его основание помещаются виброизолирующие амортизаторы. Теплопроводы в местах пересечения стен и перекрытий помещений снабжаются амортизирующими прокладками; зазоры между трубами, прокладками и строит. конструкциями заделываются негорючей упругой мастикой.

Тепловой и гидравлический расчеты системы отопления основываются на известной ее тепловой мощности, складывающейся из *тепловых нагрузок* отд. отопит. приборов, получ. в результате расчета *теплопотерь помещений*. Исходя из нормативно установлен. значения темп-ры теплоносителя, отнесенного к расчетной темп-ре отопит. сезона, определяют его расход и проводят тепловой и гидравлич. расчеты системы, включая подбор оборудования (теплообменников, расширительного бака, циркуляц. насосов, регулирующих клапанов и т.п.).

Трубы систем В.о. соединяются сваркой, на фланцах и резьбе (при наружном диаметре до 60 мм). В качестве уплотнителя фланцевых соединений применяются термостойкая резина и паронит, для уплотнения резьбовых соединений — лента из фторопластового уплотнителя или асбестовая пряжа вместе с льняной пряжей, пропит. графитом, замеш. на олифе. Смонтиров. системы В.о. подвергаются гидростатич. испытанию путем заполнения водой под избыточным давлением, превышающим на 25% рабочее, но не менее 0,2 МПа в самой нижней точке системы. Система В.о. признается выдержавшей испытание, если в течение 5 мин при отсутствии утечки воды падение созданного в ней давления не превысит 0,02 МПа, а при последующем ее пуске под рабочим давлением утечек воды также не наблюда-

ется. Для систем панельного В.о., как и для теплообменников, устанавливаются более жесткие требования. Перед сдачей смонтиров. системы В.о. в эксплуатацию проводится пусконаладочное (монтажное) ее регулирование. Перспективным направлением применения В.о. можно считать расширение области его использования при комбиниров. отоплении как с разл. режимом работы, так и в сочетании с др. видами отопления, для низкотемп-рного отопления — с утилизацией природной и сбросной теплоты.

ВОДЯНОЙ ЭКОНОМАЙЗЕР — элемент *котлаосредата, теплообменный аппарат*, в котром питательная вода перед подачей в котел подогревается уходящими газами. В.э. выполняют в виде чугунных, стальных гладкотрубных и стальных из оребр. труб. Для работы при давлении до 2,3 МПа и темп-ре пит. воды ниже темп-ры *точки росы* дымовых газов или недеклариров. воды В.э. изготовляют из гладких или ребристых чугунных труб. Поверхность нагрева в этом случае образована из оребр. труб, соедин. в змеевики гладкотрубными V-образными *калачами* для перепуска воды, обычно вынесенными из зоны непосредств. обогрева продуктами сгорания за *обмуровку котлов*, что обеспечивает удобство ремонта и повышает надежность работы В.э. Однако ребристая поверхность более чувствительна к внешн.



Водяной экономайзер с параллельным включением змеевиков

1, 2 — входная и выходная камеры; 3 — змеевики

загрязнению. В стальных гладкотрубных В.э. поверхность нагрева выполняют из паралл. включ. змеевиков, с небольшим внутр. диаметром, располож. в шахматном порядке. Входные и выходные концы змеевиков объединяют в коллекторы, находящиеся на стенках конвективного газохода. По ходу газов В.э. разбит на пакеты высотой 1—1,5 м. Плоскость змеевиков может располагаться паралл. или перпендикулярно задней стенке газохода. Схема расположения змеевиков должна обеспечить требуемую скорость движения воды.

Для повышения эффективности поверхностей нагрева применяют В.э. из стальных оребр. труб. По уровню нагрева воды В.э. бывают кипящего и некипящего типов. В последних закипание воды недопустимо, т.к. может привести к образованию паровых пробок. В В.э. кипящего типа до 20—25% *иссей воды испаряется*. По высоте В.э. делят на отд. пакеты с проемами между ними, вследствие чего облегчается его очистка от золы. В проемах, кроме того, выравнивается газовый поток, что способствует более полному омыванию В.э. дымовыми газами. С целью равномерного распределения воды по змеевикам и предотвращения образования паровых пробок скорость входа воды в змеевики должна быть не менее 0,5 м/с при полной нагрузке. Темп-ра нагрева воды в В.э. определяется рабочим давлением и гном экономайзера (кипящий или некипящий). В теплофикационных В.э. нагреваемая вода затем используется для целей теплофикации. В старых котельных с низким кпд вследствие высокой темп-ры уходящих газов иногда устанавливают групповые теплофик. В.э., повышающие кпд котельной.

ВОЗДУХ — естеств. смесь газов, составляющая атмосферу (газообразную оболочку Земли). Состав атм. В. вблизи земной поверхности зависит от сезона, погоды и места расположения нас. пункта. Состав и концентрация примесей изменяются в широком диапазоне. Соотношение между осн. компонентами воздуха — азотом и кислородом — практически пост. для всего Земного шара. Стандартный сухой атм. В. состоит, % (по объему) из: азота — 78,1; кислорода — 20,9; инертных и пр. газов — 0,97; диоксида углерода (CO₂) — 0,03. В атм. В. всегда имеется нек-рое кол-во водяного пара. Степень насыщения им В. зависит от темп-ры и кол-ва влаги в нем. Хар-ки, определяющие влажностное состояние В.: парциальное давление водяного пара; *относительная влажность воздуха*; *влажностное содержание воздуха*. Для каждого значения темп-ры (при заданном давлении) имеется свой предел полного насыщения воздуха парами воды (парциальное давление водяных паров при полном насыщении). При низкой темп-ре зимой полное насыщение В. наступает при содержании 1—2 г влаги на 1 кг сухой части В.; в теплое время года в р-нах с влажным и жарким климатом в В. может находиться до 20—30 г/кг сухой части В. Тепловые хар-ки влажного В. — темп-ра по сухому термометру, *температура мокрого термометра*, *точка росы*, уд. энтальпия (теплосодержание). Темп-ра мокрого термометра и точка росы связаны с влажностным состоянием воздуха. Для оценки тепловлажностных хар-к влажного В., проведения инж. расчетов,

связ. с изменением состояния В., построения процессов изменения состояния В. служит спец. диаграмма — т.н. *диаграмма I—d влажного воздуха*. Показателями, наиболее важными для жизнеобеспечения человека и животных, являются темп-ра, содержание кислорода и насыщенность В. водяным паром. Темп-ра В. и окружающих человека поверхностей определяет интенсивность сброса теплоты, вырабатываемой теплокровным организмом. Влажность В. определяет интенсивность испарения влаги при дыхании организма и с поверхности тела. Это один из важнейших элементов системы терморегуляции живого организма. Очень важный фактор, определяющий гигиенич. свойства В., — его ионный состав (см. *Ионизация воздуха*).

В В. городов, жилых поселков и в отдалении от них содержится множество всяких примесей (*сизов, паров, аэрозолей*), являющихся прежде всего продуктом жизнедеятельности людей. Естеств. природные процессы (выветривания, вулканич. и т.п.) также загрязняют В. атмосферы. Наружный В. содержит пыли 0,2—20 мг на 1 м^3 и более, поэтому, как правило, нуждается в очистке в *фильтрах воздушных приточных вентиляционных систем*. Уровень загрязнения вытяжного В. может оказаться очень высоким, поэтому перед выбросом в атмосферу его очищают от вредных примесей. Загрязненность ими воздуха в жилых массивах и на пром. площадках ограничивают *предельно допустимой концентрацией* (ПДК). Валовой выброс вредных в-в в удаляемом вентиляц. В. также ограничивают предельно допустимым выбросом. В наружном и тем более внутр. В. помещений всегда содержатся бактерии (в т.ч. болезнетворные) — бактериофаги (от неск. десятков до сотен тыс. в 1 м^3). В больничных зданиях перетекание воздуха между смежными помещениями часто приводит к распространению инфекц. заболеваний. Для снижения загрязнения воздуха бактериями и их зародышами применяют бактериологич. фильтры.

Физ. свойства В. при атм. давлении 101 325 Па (760 мм рт. ст.) и темп-ре 0°C : плотность (сухого В.) — $1,293 \text{ кг/м}^3$; уд. массовая теплоемкость при пост. давлении — $1004,5 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$; теплопроводность — $0,0243 \text{ Вт/(м}\cdot\text{K)}$ (при 100°C — $0,03014$); коэфф. теплового объемного расширения — $0,00367 \text{ 1/град}$; кинематич. вязкость — $15,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$; скорость звука — 330 м/с . Норм. содержание (парциальное давление) кислорода в В. для дыхания оценивают в пределах 21 000—18 600 Па, нижний предел — появление признаков кислородной недостаточности. При снижении парциального давления кислорода ниже 15 000 Па появляются

признаки гипоксии, а снижение до 8000—6700 Па считается опасным для жизни. Недосток кислорода в В. может наблюдаться в помещениях с процессами открытого горения, плохо проветриваемых помещений с большим числом людей и др. Повышение содержания кислорода выше норм. переносится безболезненно.

Др. компонент атм. В. — азот при норм. условиях инертен, но при повышении давления (более 8 атм) оказывает наркотич. действие, растворяясь в крови человека (кессонная болезнь). Диоксид углерода — физиологич. возбуждатель дыхат. центра нервной системы человека. Обычное — незначит. и норм. содержание CO_2 (до 0,03—0,04% по объему) не ощущается организмом. Повышение его концентрации ведет к увеличению частоты дыхания; высокое содержание CO_2 по вдыхаемому В. — к появлению асфиксии, т.е. его избытку в крови, и гибели нервных клеток центра дыхания. Паралич дыхат. путей может наступить у человека, вдыхающего В. при содержании CO_2 выше 14—15%. Повышение содержания CO_2 в В. помещений происходит в осн. за счет выделения при дыхании человека (около 20 л/ч) и поступления продуктов горения. В обычном помещении CO_2 , как правило, остается в пределах безвредных концентраций. Но этот газ, концентрация и потоки к-рого легко зафиксировать, является индикатором появления в В. др. весьма вредных для здоровья аэрозолей и газообразных органич. соединений, выделяемых людьми. Средством обеспечения требуемой чистоты В. в помещениях служит *вентиляция*. В. используют для транспортировки вредных примесей, выделяемых технологич. оборудованием, материалами, изделиями и отходами (см. *Аспирация; Пневматический транспорт*). Во многих технологич. процессах, связанных с окислением, а также в печах и котлах энергетич. объектов В. применяют как окислитель. Обогащенный кислородом В. способствует интенсификации мн. хим. и металлургич. процессов. В технике широко используют сжатый и жидкий В. Первый применяют как рабочее тело в системах автоматики и для разбрызгивания воды в системах доувлажнения воздуха.

ВОЗДУХОВОД, воздуховод — трубопровод для перемещения воздуха, применяемый в системах *вентиляции, воздушного отопления, кондиционирования воздуха*, а также в технологич. целях, напр. для транспортировки сыпучих материалов в системах *пневматического транспорта* и т.п. В. могут иметь круглое или прямоугольное сечение, выполняться из листовой стали, пластмасс, бетона и др. материалов. См. также *Аэродинамика систем вентиляции*.

ВОЗДУХОВОД ПЕРФОРИРОВАННЫЙ — один из видов *воздухораспределителя*, представляющий собой *воздуховод* круглого или прямоугольного сечения с небольшими располож. в нем рядов отверстиями (перфорация) в стенках. Их прорезают зигзагообразной или прорубают (обычно в нижней части круглого или на трех сторонах прямоугольного воздуховода). Образующийся язычок отгибается внутрь В.п. и служит направляющей для выходящего воздушного потока. Для равномерного распределения *воздуха* по длине В.п. их делают конусными или ступенчатыми. С помощью В.п., выполн. в виде перфориров. потолочной *отопительной панели*, можно создать прямоточный без возвратных течений малотурбулентный поток воздуха сверху вниз по всем объему помещения. Воздух при этом удаляется из нижней его зоны. Такой способ подачи воздуха позволяет вентилировать особенно чистые помещения и создавать в них наибольшую кратность *воздухообмена* (200 и более в 1 ч). С помощью В.п. можно создавать в помещении отд. зоны с повыш. чистотой воздуха. Для этого В.п. размещают непосредственно над рабочим местом т.о., что рабочий участок оказывается "заоплемен" значит. объемами приточного воздуха без активного перемешивания с окружающим воздухом. В.п. обычно размещают в потолке в виде полос, квадратов, круглых участков, к-рые хорошо вписываются в интерьер. Большое применение В.п. нашли в обществ. помещениях малой высоты, т.к. позволяют добиться небольших скоростей воздуха в обслуживаемой зоне при большой кратности воздухообмена. Осн. хар-кой В.п. является коэфф. живого сечения, т.е. отношение площади отверстий ко всей площади поверхности, на к-рой они размещены.

ВОЗДУХОВОД РАВНОМЕРНОГО ВСАСЫВАНИЯ ВОЗДУХА — вытяжной *воздуховод*, позволяющий создавать

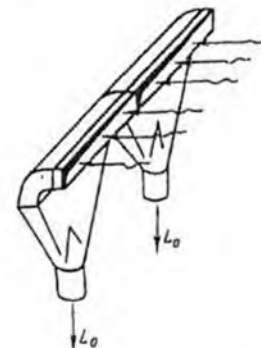


Схема устройства равномерного всасывания воздуха через отдельные блоки воздуховодов L_0 — расход воздуха

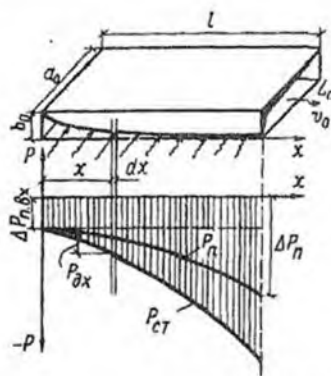
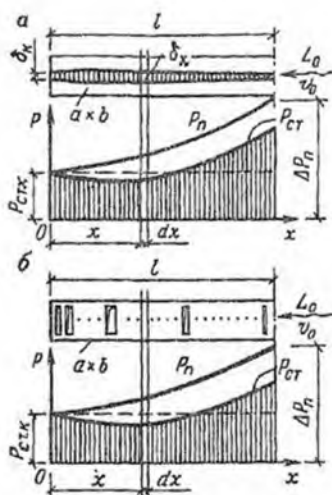


Схема воздуховода со щелью в боковой стенке и эюра распределения давления в нем
 a_0, b_0, l — геометрич. размеры воздуховода; L_0 и v_0 — соответственно расход и скорость воздуха в конце воздуховода; $\Delta P_{л.вх}$ — потеря давления на вход, численно равная полному и статич. давлению в сечении $x = 0$; $P_n, P_{ст}$ — полное и статич. давление при $0 < x < l$; $P_{дх}$ — динамич. давление в сечении; ΔP_n — потеря давления в воздуховоде в воздуховоде

равномерный по длине сток воздуха. Вытяжные В.р.в. применяют в местных отсосах и отсосах воздуха бортовых, в рассредоточ. вытяжных воздуховодах общеобменной вентиляции и разл. технологич. устройствах. Простейший конструктивный прием организации равномерного всасывания воздуха — компоновка. Отсос осуществляется через прямоугольное отверстие в торце всасывающего воздуховода, к-рый затем плавно (с помощью конфузора) переходит в круглый транспортирующий воздуховод. Неск. таких всасывающих отверстий, установл. рядом, образуют единое вытянутое равномерно по длине всасывающее щелевое отверстие. Др. прием — равномерный отсос воздуха через щель в стенке всасывающего прямоугольного воздуховода.

ВОЗДУХОВОД РАВНОМЕРНОЙ РАЗДАЧИ ВОЗДУХА — приточный воздуховод-воздухораспределитель, главной особенностью к-рого является линейная зависимость от длины расхода воздуха в поперечном сечении воздуховода. В.р.в. применяют для создания плоских струй в воздушных завесах и в активиров. местных отсосах, для подачи воздуха (притока) в протяж. помещения и др. **Аэродинамика** В.р.в. отличается от аэродинамики участков воздуховодов с пост. расходом воздуха. Изменение расхода по длине воздуховода приводит к пост. перераспределению энергии между двумя ее видами — кинетич. и потенц. Полная энергия потока воздуха в этом случае убывает по длине воздуховода не только из-за потери на преодоление сопротивления, но и за счет потери массы, обладающей кинетич. энергией. В В.р.в. продольное движение газа



Схемы воздуховодов при постоянном поперечном сечении и распределение давления воздуха
 а — с продольной щелью в боковой стенке; б — с отверстиями; L_0 — расход воздуха, m^3/c ; v_0 — скорость воздуха в начальном сечении, m/c ; l — длина воздуховода, m ; a, b — поперечные размеры, m ; δ_k и δ_x — ширина щели в конечном и промежут. сечениях воздуховода, m ; $P_{ст}$ и $P_{ст.к}$ — статическое давление воздуха в произв. и конечном сечениях, Pa ; P_n — полное давление воздуха, Pa ; ΔP_n — потеря давления в воздуховоде, Pa

или жидкости сопровождается расходом через боковые стенки канала. Стенки могут быть пористыми или с отверстиями с заданными хар-ками. Скорость воздуха в боковых отверстиях или щели в стенке воздуховода зависит от статич. давления в каждом сечении. Статич. давление в сече-

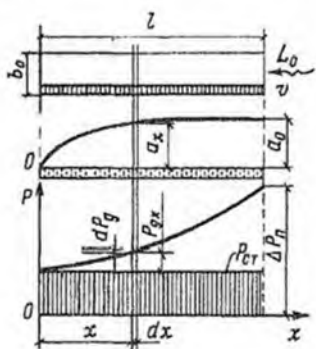


Схема воздуховода при постоянном статическом давлении воздуха
 Δx — изменяющийся размер воздуховода, m ; v_0 — пост. размер воздуховода, m ; L_0 — расход воздуха; v_0 — скорость воздуха в начальном сечении; ΔP_n — потеря давления в воздуховоде, Pa

нии формируется в зависимости от потери полного и изменения динамич. давления. Последнее зависит от расхода воздуха и площади поперечного сечения.

Существуют два принципа проектирования В.р.в.: 1) при перем. по длине воздуховода статич. давлению — воздуховоды пост. сечения или заданного изменяющегося по длине поперечного сечения (клинообразный, конич., ступенчатый и др.); 2) при пост. по длине воздуховода статич. давлению, при этом площадь поперечного сечения воздуховода определяют спец. расчетом. В первом случае размеры отверстий или щели в стенке воздуховода переменны по длине, во втором — постоянны. Расчет В.р.в. обычно ведут, принимая след. допущения: коэфф. местного сопротивления выхода воздуха из всех отверстий и по длине щели постоянны, сопротивление движению воздуха по воздуховоду создается только трением, а местные сопротивления при делении потока не учитываются, коэфф. сопротивления трения пост. и равен среднему по длине воздуховода значению. Статич. давление в конце воздуховода (против последнего отверстия), т.е. при $x = 0$, определяют по ф-ле $P_{ст.к} = \zeta_{вых} (v_{вых}^2/2)\rho$, где $\zeta_{вых}$, $v_{вых}$ — соответственно коэфф. местного сопротивления и скорость воздуха на выходе, m/c ; ρ — плотность воздуха, kg/m^3 .

ВОЗДУХОДУВКА — аэродинамич. машина, предназнч. для создания высокого давления (или разрежения) в составе

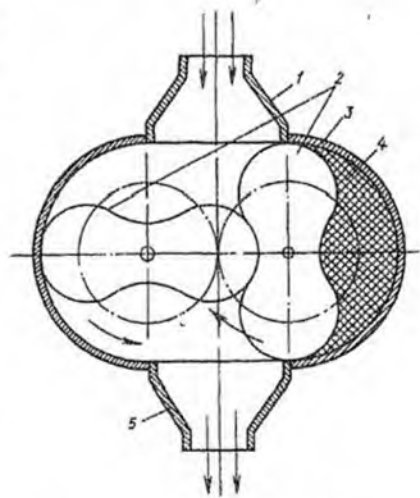


Схема ротационной воздуходувки
 1 — входной патрубок; 2 — шестерни; 3 — корпус; 4 — нагнетаемый воздух; 5 — патрубок на выходе

пневматического транспорта. Используются В. разл. типов, соответствующие виду установок пневматического транспорта, его эксплуатационной хар-ке (расход воздуха, гидравлич. сопротивление и т.п.). От правильности выбора В. зависят

надежность и экономичность работы всей системы.

При высоких расходах воздуха применяют одноступенчатые турбовоздуходувки типа ТВ. Их корпус имеет форму улитки и отлит из серого чугуна. Воздух поступает на рабочее колесо в осевом направлении и выбрасывается в патрубок, направленный вверх. Производительность турбовоздуходувки ТВ — 3—21 тыс. м³/ч, создаваемое разрежение — 12—60 кПа, мощность привода — 55—125 кВт, частота вращения рабочего колеса — 49 с-1, кпд колеблется в пределах 0,6—0,75. Пример обозначения типа воздуходувки: ТВ-250-1,12 — турбовоздуходувка производительностью 250 м³/мин и давлением 1,12 атм (или 112 кПа). Турбовоздуходувки монтируют на бетонных фундаментах в отапливаемых помещениях. Их электродвигатели имеют закрытое исполнение, чтобы исключить попадание в них пыли.

При небольших расходах воздуха (до 1400 м³/ч) и значит. разрежении или давлении целесообразно применять ротационные В. типа 1А. Нагнетат. элементами в них являются пары шестерен, имеющих в сечении форму восьмерки. Такие В. отличаются постоянством расхода воздуха. В. совместно с электродвигателем смонтирована на общей чугунной фундаментной плите. Производительность В. 1А составляет 24—1440 м³/ч, создаваемое давление — 2,94·10⁴—7,82·10⁴ Па, мощность привода — 2,2—55 кВт.

При работе В. на вакууме необходимо воздух тщательно очищать от пыли, т.к. попадание ее в больших кол-вах на шестерни может вывести В. из строя.

ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЬ — см. *Калорифер*.

ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛИ ЗОНАЛЬНЫЕ — поверхностные теплообменники в системах кондиционирования воздуха, применяемые в многозональных центрально-местных системах кондиционирования воздуха для подогрева его до требуемой темп-ры. В.з. устанавливают на ответвлении воздуха на входе в каждую зону; используют в качестве *воздухонагревателей первого и второго подогрева центрального кондиционера*. Могут применяться и как зональные воздухоохладители.

ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛИ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ПОДОГРЕВА — воздухонагреватели, устанавливаемые по ходу воздуха до *камеры орошения* и после нее. Первый предназначен для подогрева наружного или смеси наружного и внутр. рециркуляц. воздуха до темп-ры, определ. заданными параметрами ее на выходе из оросит. камеры, и работает в холодное и

переходное время года. Теплоснабжение воздухонагревателя, как правило, осуществляется непосредственно из *тепловой сети*. Тепловая мощность воздухонагревателя первого подогрева регулируется изменением темп-ры *теплоносителя, байпасированием воздуха* и изменением расхода теплоносителя. Для предотвращения замерзания воды в трубках *теплообменного аппарата* при низкой темп-ре наружного воздуха предусматривают автоматич. защиту.

Воздухонагреватель второго подогрева предназначен для подогрева воздуха, выходящего из камеры орошения, или смеси последнего с внутренним воздухом (второй рециркуляции) до темп-ры, близкой темп-ре приточного воздуха. Нижний предел темп-ры приточного воздуха для обеспечения заданной относит. влажности внутр. воздуха ограничивают. Этот воздухонагреватель работает круглый год. Его теплоснабжение осуществляется подключением к *трубопроводу* обратной воды тепловой сети, а тепловая мощность регулируется изменением расхода теплоносителя.

ВОЗДУХООБМЕН — расход воздуха, подаваемого и удаляемого из помещения системами общеобменной *вентиляции, системой кондиционирования воздуха* или через открытые аэрац. проемы, *фонтаны аэрационные* и вытяжные шахты с целью удаления из помещений вредных выделений и создания в них допустимых параметров воздуха. Различают требуемый и расчетный В. Требуемый В. — миним. определяемый по одному виду вредных выделений (теплоизбытки явной и полной теплоты, влаговыделения, выделения газов и паров) для одного из расчетных периодов года (теплый, холодный и переходные условия). Если В. осуществляется *вентиляционными системами* с механич. побуждением, то расчетный В., как правило, принимаем по большему из требуемых для холодного периода и переходных условий. При этом для организации В. в теплый период года необходимо провести расчет *аэрации здания*. Существуют 3 метода: расчета требуемого В. общеобменной вентиляции: 1) балансов при однозонной модели вентилируемого помещения, 2) балансов при многозонной модели вентилируемого помещения и 3) физ. моделирования процесса вентиляции с последующей обработкой результатов методами математич. статистики. Первый, вошедший в соврем. нормы, сводится к совместному решению 2 ур-ний: баланса по воздуху и по выбранному вредному выделению. Напр., для помещения, в к-ром избытки явной теплоты составляют Q_{изб^я}, кДж/ч, система балансовых ур-ний имеет вид: Q_{изб^я} + G_пс_вt_п - G_ус_вt_у = 0; G_п - G_у = 0, где

G_п и G_у — искомые расходы приточного и вытяжного воздуха, кг/ч; t_п и t_у — темп-ра притока и вытяжки из помещения, °С; с_в — уд. массовая теплоемкость воздуха, кДж/(кг·°С).

Решение этой системы: G_у = G_п - Q_{изб^я}/G_в(t_у - t_п).

Для получения результата необходимо знать темп-ру уходящего из помещения воздуха (вытяжки), т.е. по нормируемой темп-ре воздуха в рабочей или обслуживаемой зоне t_в вычислить t_у. Зависимость между ними определяется множеством факторов: габаритами помещения, распределением источников теплоты в плане и по высоте, способом организации В., видом и местом расположения *воздухораспределителей*, местом расположения вытяжных отверстий и т.д. Поэтому при использовании метода однозонной модели применяют разл. полуэмпирич. зависимости и коэфф. Наиболее логичным считается темп-рный коэфф. В. к_{вт}, определяющий эффективность выбранной схемы вентиляции: k_{вт} = (t_у - t_п)/(t_в - t_п). При однозонной модели помещения, но при заданных расходах и параметрах воздуха местных приточных систем G_{мп}, t_{мп} и вытяжных систем G_{мо}, t_{мп} с учетом коэфф. k_{вт} ф-ла для решения системы примет вид:

$$G_y = [Q_{изб}^{я} + G_{мп}c_v(t_{мп} - t_p) - G_{мо}c_v(t_{мо} - t_p)] / c_v(t_y - t_p).$$

При этом требуемый приток равен: G_п = G_у + G_{мо} - G_{мп}. Аналогичный вид имеют ф-лы для расчета требуемого В. по др. видам вредных выделений. В расчете В. по избыткам полной теплоты вместо параметра с_р используют *энтальпию влажного воздуха* I, кДж/кг, по влаговыделениям — *влагосодержание воздуха* d10⁻³, кг/кг, по вредным газам и парам — массовую концентрацию примеси с_р в, мг/кг. Каждому виду вредного выделения соответствует свой коэфф. В. (k_{вд}, k_{вд}, k_{вд}).

Метод балансов при многозонной модели помещения сводится к решению системы ур-ний тепловых и воздушных балансов всех зон, на к-рые разбито помещение, зоны к-рого — условные объемы, совпадающие по контурам с *приточными струями* и *конвективными воздушными струями*, нижней или верхней зонами. При составлении ур-ний балансов учитывают аналитич. зависимости, описывающие потоки воздуха и распределение источников и стоков теплоты по объему помещения. Решение системы относительно требуемого притока и вытяжки находят с помощью ЭВМ. Так же, как и при однозонной модели, здесь требуется соблюдение всех гигиенич. требований к параметрам воздуха в рабочей зоне и на входе в нее приточных струй. Разработ. двухзонная

модель вентилируемого помещения позволяет в отличие от многозонной получить аналитич. зависимость для определения требуемого В. Для двухзонной модели: $G_{\text{в}} = G_{\text{п}} = [Q_{\text{вз}} + Q_{\text{в}} (\beta - 1) \beta] / [c_p (t_{\text{в}} - t_{\text{п}})]$, здесь $Q_{\text{вз}}$ и $Q_{\text{в}}$ — избытки явной теплоты в нижней (рабочей) и верхней зонах помещения, кДж/ч; β — относит. расход воздуха в приточной струе на входе ее в нижнюю зону помещения. Сопоставляя приведен. выше ф-лы, получаем аналитич. выражение для темп-рного коэфф. В.: $K_{\text{вт}} = 1 / [Q_{\text{вз}} + Q_{\text{в}} (\beta - 1) \beta]$, где $Q_{\text{вз}} = -Q_{\text{в}} + (Q_{\text{вз}} + Q_{\text{в}})$; $Q_{\text{в}} = Q_{\text{вз}} / (Q_{\text{вз}} + Q_{\text{в}})$. Последние 2 ф-лы применяют при *теплонапряженности помещений до 23 Вт/м³*. Если теплонапряженность помещения высокая, то необходимо учитывать *лучистый теплообмен между зонами*, возвращающий часть теплоты из верхней зоны в нижнюю.

Метод физ. моделирования процесса вентиляции с последующей вероятностной оценкой результата гарантирует получение заданных параметров в рабочей (обслуживаемой) зоне с заданной обеспеченностью по площади помещения. Математич. модель, на базе к-рой разработана инж. методика расчета В., учитывает закономерности распределения параметров наружного воздуха, схему воздухораспределения и габариты помещения. Широкому применению этого метода препятствуют его трудоемкость и необходимость использования физ. модели с повыш. точностью измерения.

При расчете В. в помещении учитывают осн. принципы его организации: удалять воздух прежде всего следует из мест образования вредных выделений (т.е. предпочтение отдается местной вытяжке); общеобменная вытяжка должна удалять воздух из мест, наиболее загрязненных вредными выделениями; приточный воздух необходимо подавать так, чтобы он поступал в зону дыхания чистым, т.е. приточная струя не должна проходить через загрязн. зоны помещения; соотношение между расходами приточного и вытяжного воздуха для каждого из помещений надлежит выбирать с расчетом обеспечения перетекания воздуха из чистого в загрязн. смежное помещение; по каждой группе помещений, объедин. общим шлюзом (коридором), по отд. этажам и зданию в целом должно соблюдаться условие — сумма всех притоков равна сумме всех вытяжек.

Средства реализации В. в помещениях: периодически действующая вентиляция (проветривание) с естеств. побуждением движения воздуха через открываемые окна и проемы; то же, с искусств. побуждением движения воздуха за счет вентиляторов, встроенных в окна или проемы; пост. действующая канальная вытяжная вентиляция с естеств. побуждени-

ем движения воздуха при периодич. притоке через открываемые окна; то же, но с подачей воздуха от приточной вентиляц. установки; приточно-вытяжная вентиляция с искусств. побуждением движения воздуха и с его обработкой; подача кондиционир. воздуха с удалением его через системы с естеств. или искусств. побуждением движения. Выбирают наиболее простые средства, обеспечивающие расчетный В. См. также *Воздухообмен неорганизованный*.

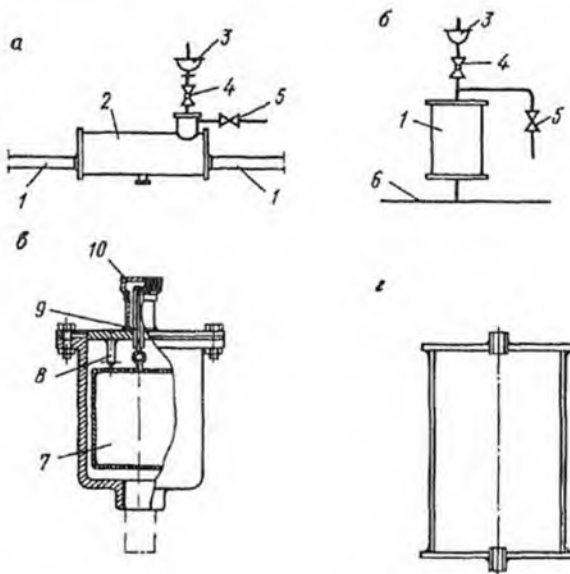
ВОЗДУХООБМЕН НЕОРГАНИЗОВАННЫЙ — проникновение наружного воздуха через неплотности ограждений в помещение, перемещение воздуха между смежными помещениями и выдавливание внутрь воздуха через неплотности ограждений, а также проникновение воздуха через открываемые двери и ворота под действием гравитац. и динамич. (ветровых) сил. В.н. через наружные ограждения наз. ин- или эксфильтрацией при движении воздуха соответственно снаружи

Снижение инфильтрации достигается лишь повышением качества стр-ва, тщательным уплотнением стен, стыковых соединений и щелей. Эксфильтрация воздуха в холодный период года способствует увлажнению строит. конструкций и, следовательно, снижает их долговечность. Врывание наружного воздуха через открываемые проемы ворот и дверей приводит к выхолаживанию примыкающей к ним части помещения. От холодного воздуха в этом случае защищают воздушные завесы. Расчет потоков воздуха при В.н. сводится к определению избыточных давлений воздуха во всех помещениях здания с учетом воздействия на него гравитац. и ветровых сил. Для этого необходимо решить систему урний воздушных балансов помещений здания. Для расчетов В.н. хорошо зарекомендовал себя инж. графоаналитич. способ, разработ. Н.Н. Разумовым.

ВОЗДУХООТВОДЧИК, в а н т у з — прибор, устанавливаемый в местах сбора или возможного скопления воздуха в

Установки воздухоотводчиков

а — с горизонтальным проточным воздухоборником; б — с вертикальным непроточным воздухоборником; в — автоматический воздухоотводчик; г — непроточный воздухоборник; 1 — магистраль; 2 — воздухоборник; 3 — воздухоотводчик; 4 — запорные краны; 5 — ручные воздуховыпускные краны; 6 — воздушная линия; 7 — поплавок; 8 — упор; 9 — пружинный клапан; 10 — защитный колпак



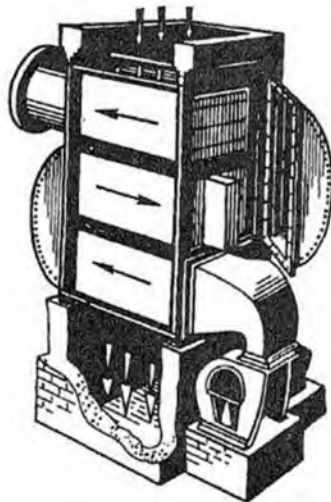
вовнутрь или изнутри наружу. В.н. между смежными помещениями наз. неорганизов. *перетеканием воздуха*. В.н. увеличивает теплотери помещений, способствует переносу по зданию вредных примесей, болезнетворных микроорганизмов, неприятных запахов и пр. Инфильтрация наружного воздуха наблюдается в нижних этажах здания и в помещениях наветр. фасада. В течение отопит. периода в связи с изменяющимися климатич. условиями теплотери на нагрев инфильтрующегося воздуха изменяются. Зона инфильтрации на фасадах пост. изменяет высоту.

системе водяного отопления. Предназначается для автоматич. (периодич. или непрерывного) выпуска воздуха в атмосферу. Применяется как в сочетании с *воздухоборником*, так и отд. от него. Автоматич. В. бывают поплавкового типа с пружинным, а также иным воздуховыпускным клапаном.

ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЬ — поверхностный *теплообменный аппарат*, используемый в *системах кондиционирования воздуха* для охлаждения воздуха. Устройство В. аналогично устройству воз-

духонагревателей. Холодоносителем служит холодная вода или рассол. В автономных кондиционерах воздух охлаждается в испарителях холодильной машины. В центральном кондиционере воздух охлаждается непосредственно в испарителе, являющемся секцией В. В зависимости от нач. темп-ры холодоносителя возможны разл. режимы работы В.: сухого охлаждения в зональных охладителях и кондиционерах-доводчиках; одноврем. охлаждения и осушки воздуха (возможно в центр., местных и автономных кондиционерах); охлаждения и осушки при выпадении инея (при непосредств. охлаждении в испарителе или холодоносителя-рассоле с низкой нач. темп-рой); охлаждения и осушки при орошении воздуха и поверхности охладителей циркулирующей водой. В секц. центральных кондиционерах охлаждение воздуха происходит в блоке теплообмена. Требуемую площадь поверхности теплообмена В. обеспечивают последоват. по ходу движения воздуха установкой батарей теплообменников. Для сбора конденсата под В. устанавливают *поддон*. Схему обвязки теплообменников трубопроводами принимают исходя из условия обеспечения рекомендуемой скорости холодоносителя (для воды с темп-рой 6—8°C скорость 0,6—0,8 м/с).

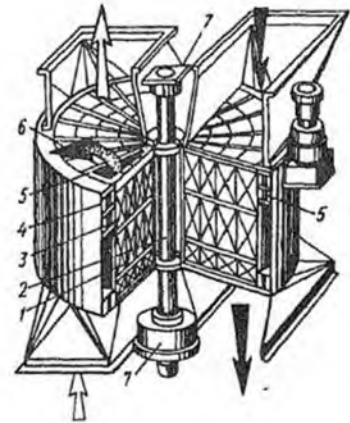
ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛЬ, в о-духонагреватель — теплообменный аппарат для нагревания проходящего че-



Рекуперативный воздухоподогреватель

рез него воздуха. В. широко применяют в котельных установках ТЭС и пром. предприятий, в печных агрегатах пром-сти, в системах воздушного отопления, вентиляции приточной и кондиционирования воздуха. В качестве теплоносителя ис-

пользуют горячие газообразные продукты сгорания (в котельных и печных установках), водяной пар, горячую воду или электроэнергию (в системах отопления и вентиляции). По принципу действия В. разделяют на рекуперативные и регенеративные. В первых теплообмен между теплоносителем и нагреваемым воздухом происходит непрерывно через разделяющие их стенки поверхностью нагрева; во вторых — попеременно нагреванием и охлаждением насадок (металлич. или керамич.) неподвижных или вращающихся. По виду применяемого материала рекуперативные В. подразделяют на чугунные, стальные и неметаллич., а по конструктивному оформлению — на пластинчатые и трубчатые. У чугунных толщина теплопередающей поверхности обычно равна 6 мм, у стальных — 0,5—2 мм. Поверхность нагрева чугунных В. обычно состоит из горизонт. или овальных с внутр. и наружной сторон оребренных (для увеличения площади поверхности) чугунных труб. Продукты сгорания проходят между трубами, воздух — внутри труб. В последние годы чугунные В. в котлостроении практически не применяют из-за громоздкости, большой массы, хрупкости. Их преимущество — стойкость против коррозии и жаростойкость. Стальные В. подразделяют на пластинчатые и трубчатые. Пластинчатые состоят из системы вертик. (протекать продукты сгорания) и горизонт. (протекать воздух) каналов. Из-за недостатков (неравномерность темп-рного поля по всей поверхности листов и, как следствие, коробление, разрыв сварных швов и др.) пластинчатые В. не используют. Наиболее распространены трубчатые В. Они состоят из пучка паралл. труб, расположенных в шахматном порядке, присоединенных к трубным доскам (верхней и нижней) и вместе образующих секцию или куб. В вертик. В. газ движется внутри труб, воздух — в межтрубном пространстве; в горизонт. В. — наоборот. Снаружи В. имеет плотные стенки и воздухоперепускные короба. По уровню нагрева воздуха все В. делят на низкотемп-рные (150—200°C), среднетемп-рные (200—350°C), высокотемп-рные (350—450°C) и радиационные (450—700°C). В зависимости от кол-ва нагреваемого воздуха, требуемой темп-ры и площади поверхности трубчатые В. имеют различную компоновку. Нагрев воздуха до 200—250°C достигают в одноходовом В., до 350—400°C — в двухходовом или двухъярусном многоходовом В., выполняемом обычно в рассечку с *водяным экономайзером*. При увеличении числа ходов растет скорость воздуха. Применение труб малого диаметра (менее 25 мм) привело к созданию малогабаритного В. При этом для сохранения прежнего значения скорости увеличивают кол-во труб.



Вращающийся регенеративный воздухоподогреватель

1 — набивка; 2 — вал ротора; 3 и 5 — радиальное и перифер. уплотнение; 4 — наружный кожух; 6 — удаление воздуха; 7 — подпирники

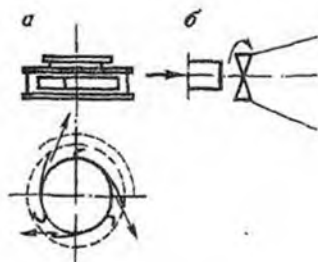
В 80-х гг. нашли применение образцовые В., в к-рых продукты сгорания проходят в межтрубном пространстве, а нагреваемый воздух — внутри труб. Их преимущество — вынос трубных досок из зоны обогрева; недостаток — высокая по сравнению с традиц. В. загрязненность *золой*. Существуют В. нетрадиц. конструкций (при необходимости нагрева воздуха до темп-ры 400°C и выше): змеевиковые из плоских и спиральных змеевиков, преимущества к-рых в компактности при относит. большой длине труб и удачном решении проблемы компенсации темп-рных удлинений; радиац. панельные, располагаемые в топке или др. зоне высоких темп-р. Для защиты от низкотемп-рной сернистой коррозии, а также для низкотемп-рных поверхностей нагрева котла используют В. со стеклянными трубами (СВП), в к-рых воздух проходит внутри труб длиной 1—3 м, а продукты сгорания — в межтрубном пространстве. Расположение труб в пучке — шахматное и коридорное вертик. и горизонт. Концы стеклянных труб закреплены в металлич. трубных досках.

В котлах большой произ-сти широко применяют регенеративные В. Регенеративный вращающийся В. (РВВ) состоит из цилиндрич. ротора, медленно вращающегося вокруг вертик. оси, и патрубков, через к-рые к ротору подводятся и отводятся дымовые газы и воздух. Преимущества РВВ по сравнению с трубчатыми В. — меньшие затраты металла, возможность использования неметаллич. антикорроз. поверхности нагрева (керамич. блоки, эмалиров. листы стали, стеклянные и керамич. шарики и т.п.) без ухудшения теплообмена, меньшая высота, простота обдувки и промывки поверхности нагрева от золовых от-

ложений; недостатки — наличие вращающихся элементов и системы водяного охлаждения ротора и подшипников, а также повышение притока воздуха в газовый поток (10—20%).

ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ ОГРАЖДЕНИЙ — свойство строит. ограждений пропускать через себя воздух. В.о. оценивают коэффициентом воздухопроницаемости ограждений. Сопротивление В.о. — величина, обратная названному коэфф., применяется для нормирования воздухопроницаемости и для расчетов расходов воздуха через ограждения (см. *Инфильтрация воздуха через ограждения*). Ф-лы для расчета расхода учитывают нелинейный характер зависимости расхода воздуха от перепада давления с двух сторон ограждения.

ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ — устройство для раздачи приточного воздуха, представляющее собой определ. формы отверстие, через к-рое воздух из приточного вентиляц. воздуховода поступает в помещение. В. характеризуются формой и направлением истекающей струи, степенью интенсивности перемешивания по-



Схемы воздухораспределителей

а — план, создающий закрученную струю; б — воздухораспределитель с вращающимся закручивателем в виде ротора

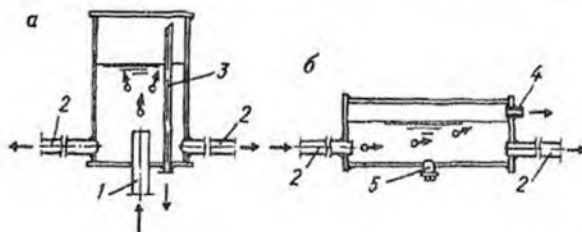
даваемого воздуха воздухом помещения. В. должен быть прост по конструкции и технологичности изготовления, иметь мин. аэродинамич. сопротивление и возможность регулирования параметров приточной струи (направления, скорости, темп-ры, интенсивности смешения и др.). Простейший В. — отрезок воздуховода с отверстиями в боковых стенках. Отверстия могут быть оборудованы шиберами, жалюзийными решетками, направляющими лопатками. Тип В. зависит от назначения и строит. особенностей помещения, а также требований, предъявляемых к микроклимату обслуживаемой или рабочей зоны. Условно все В. можно разделить на создающие компактные, плоские и веерные струи. Нек-рые из применяемых В. позволяют получать веерные (в т.ч. конич. или неполные веерные) и осесимметричные струи. В. в виде многочисл. дырчатых от-

верстий в стене воздуховода носит назв. *воздуховод перфорированный*. В., распределяющий воздух через отверстие на конце ответвления, наз. патрубком для раздачи воздуха. В. в виде насадки на конце ответвления позволяет управлять воздушной струей, меняя ее расход и направление. Примером могут служить душирующие насадки (см. *Воздушный душ*). В. в верхней части помещения, называемые плафонами, создают веерные или закруч. струи. В. в помещениях с большой теплонапряженностью и небольшой высотой применяют В. с вращающимся закручивателем потока в виде ротора, установл. вблизи приточного отверстия и приводимого в движение истекающей струей (см. схему б). Такое устройство, образующее свободн. закруч. струи, обладает значит. аэродинамич. сопротивлением и способствует быстрому падению скорости воздушного потока. В. пром. и в обществ. зданиях широко применяют В.-светильники. Распределение воздуха через люминесцентные светильники повышает освещенность помещения благодаря охлаждению ламп, а иногда и уменьшает поступление *теплоты* в помещение (при одновремен. удлинении воздуха через светильники). Для создания в помещении отд. зон с повышенной чистотой воздуха и для вентиляции особо чистых помещений применяют безвихревые (сотовые) В., состоящие из перфориров. панели и примыкающей к ней вплотную приставки с высокоэффективным фильтром. Безвихревые В. создают прямоточный, без возвратных течений малотурбулентный поток воздуха сверху вниз во всем объеме помещения; при этом воздух удаляется из нижней зоны. Применение таких В. позволяет обеспечить высокую кратность воздухообмена помещения.

ВОЗДУХОСБОРНИК — цилиндрич. сосуд, устанавливаемый горизонт. или вертик. в верхней точке системы *водя-*

Проточный воздухоборник

а — вертикальный на главном стояке; б — горизонтальный на магистрали; 1 — главный стояк; 2 — магистрали; 3 — труба Ду15 (с краном) для выпуска воздуха; 4 — муфта Ду15 для воздуховыпускной трубы; 5 — муфта Ду15 с пробкой для выпуска грязи



ного отопления или ее части. Предназначается для сбора и периодич. или непрерывного автоматического или ручного выпуска воздуха из системы в атмосферу. В. бывает проточного и непроточного типов. Диаметр проточного В. выбирается по расчету с тем, чтобы скорость протекающей через него воды была меньше 0,1 м/с, дли-

на — равной 2—2,5 диаметра, а пузырьки воздуха успели подняться в его верхнюю часть.

ВОЗДУШНАЯ ЗАВЕСА — вентиляц. устройство, предназнач. для предотвращения выхолаживания помещения потоками наружного воздуха, проникающего в здание при открывании наружных дверей. Различают В.з., препятствующие проникновению воздуха, — т.н. шиберирующие и адувающие в холодный поток теплый воздух — подмешивающие. Осн. элемент шиберирующих В.з. — плоская струя подогретого или неподогретого воздуха, перекрывающая (шиберирующая) открытый проем. Такие В.з. классифицируют в соответствии с режимом эксплуатации ворот, у к-рых они установлены: периодически или пост. открытые. В.з. периодич. действия рассчитывают так, чтобы ее работа не влияла на тепловую и воздушный режимы помещения, т.е. чтобы воздух, забираемый В.з. из помещения, возвращался со струей обратно, а темп-ра смеси воздуха, поступающей со струей, соответствовала темп-ре воздуха в защищаемом помещении. Воздух, подаваемый в шиберирующую В.з., может быть внутр. (В.з. с внутр. воздухозабором) или наружн. (В.з. с наружн. воздухозабором), а также нагретым (В.з. с нагревом воздуха) или ненагретым (В.з. без подогрева воздуха). *Воздухораспределитель* В.з. выполняют в виде *воздуховода равномерной раздачи воздуха* при пост. статич. давлении. По расположению воздухораспределителя различают В.з.: с нижней, боковой, боковой двухстор. и верхней подачей воздуха. Технологически наиболее целесообразна В.з. с нижней подачей (наибольшему перепаду давления в нижней части проема соответствует зона струи с большей скоростью воздуха). Однако из-за частого засорения щели воздухораспределителя такие В.з. нецелесообразны. В.осн. приме-

няют В.з. с боковым одно- или двухстор. выпуском воздуха. Воздухораспределитель устанавливают вертикально. Воздухораздающая щель направляет воздух параллельно плоскости ворот, а под углом 30° навстречу врывающемуся наружному воздуху.

Расчет шиберирующих В.з. перио-