

предотвращения развития в воде сапрофитных бактерий, водорослей, грибов и т.п. Примерная потребность в озоне, мг/л, составляет при очистке вод: подземных — 0,5—1, очищ. поверхностных — 2—3, очищенных из загрязн. источника — 2,5—5. высокоцветных — 3—6. Для достижения удовлетворяющих сан. нормы показателей по обеззараживанию бытовых сточных вод требуемая доза озона составляет 6,5—11 мг/л.

Озон получают непосредственно на месте потребления путем электрич. разряда в воздухе. Элементарный генератор озона состоит из двух электродов, раздел. диэлектриком. Электрод низкого напряжения представляет собой цилиндр из нержавеющей стали, в к-ром с зазором установлен полый цилиндрич. стеклянный диэлектрик, покрытый с внутр. стороны тонким слоем металла. Электрод высокого напряжения размещен строго по центру стекл. диэлектрика. Поток сухого воздуха (или кислорода) поступает в пространство между цилиндрич. электродом и стекл. диэлектриком. При наложении перем. тока высокой частоты происходит электрич. разряд и образуется озон. Работа генератора сопровождается слабым фиолетовым свечением. При электрич. разряде выделяется теплота, поэтому требуется охлаждение электрода низкого напряжения. Разность потенциалов, подведенная к электродам, составляет 10—20 кВ.

Концентрация озона в озон-воздушной смеси в среднем составляет 10—20 г/м³, произ-сть озонаторов — 50—100 г/ч на 1 м² площади поверхности, потребление энергии от 20 до 30 Вт на 1 г озона. На расход электроэнергии при получении озона из воздуха существенно влияют его влагосодержание, темп-ра и давление. Поэтому на установках воздух, подаваемый в озонаторы, компрессируется и осушается до темп-ры точки росы с тем, чтобы снизить его абсолютную влажность до 0,03—0,1 г/м³. Затраты электроэнергии при получении озона могут быть существенно снижены при использовании вместо воздуха кислорода.

Для эффективной работы озонаторных установок большое значение имеет полнота смешивания содержащего озон воздуха с обеззараживаемой водой. Озон-воздушная смесь может вводиться в воду через пористые материалы, напр. пористую керамику или перфорированные трубы. Смешение озон-воздушной смеси с водой осуществляется при этом за счет барботирования при пропуске смеси через толщу воды. Озон и его водные растворы чрезвычайно коррозионны. Поэтому все элементы озонаторных установок и трубопроводы, контактирующие с озоном или его водными растворами, должны изготавливаться из коррозионностойких материалов.

Несмотря на эффективность озона в бактерицидном и вирулицидном отношениях, вода не получает необходимой дезинфекц. защиты по длине водопроводов и распределит. сетей из-за быстрого распада озона. Свойство озона разрывать большие органические молекулы на фрагменты, — легче усваиваются микроорганизмами, а также нестабильность его — распада на молекулу и атом кислорода через короткий промежуток времени после ввода озон-воздушной смеси в воду — не позволяют предотвратить развитие микроорганизмов в длинных трубопроводах. Кроме этого, озон малоэффективен при высоких темп-рах воды (более 45°С). Являясь сильным окислителем, озон при обработке воды не только ее обеззараживает, но и на разных стадиях процесса водоподготовки взаимодействует с загрязнениями органич. и неорганич. происхождения. Так, использование озона приводит к удалению железа, марганца, хрома, меди и др. компонентов, в т.ч. входящих в органич. комплексы.

В зависимости от дозы при применении озона происходят обесцвечивание воды (на 65%), ее дезодорация и улучшение вкусовых качеств; снижение концентрации органич. примесей (на 30—50%), имеющих в своей основе гуминовые к-ты; понижение концентрации нек-рых органич. галоидных соединений (на 30—90%).

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ВОДЫ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫМИ ЛУЧАМИ

— разрушающее воздействие на нуклеиновые кислоты и белки клетки микроорганизмов, приводящее к их гибели (инактивизации). Ультрафиолетовые лучи — коротковолновые, имеют низкую проникающую способность. Особенно сильным действием обладает ультрафиолетовое излучение с длиной волны около 260 нм. Именно эту длину волны хорошо поглощают нуклеиновые кислоты, играющие важную роль в процессах жизнедеятельности микроорганизмов.

Миним. уд. доза УФ-излучения для эффективной дезинфекции составляет 16 мВт/см². Она обеспечивает уничтожение 99,999% бактерий Е.Коли. Для др. микроорганизмов доза, обеспечивающая такую же степень дезинфекции, может быть большей. На эффективность работы ультрафиолетовых установок большое влияние оказывают качество воды и интенсивность облучения. Глубина проникновения лучей в толщу воды определяется в-вами, содержащимися в ней в растворенном или суспензированном состоянии. Уменьшение глубины проникновения происходит в результате поглощения УФ-лучей органич. соединениями, гуминовыми кислотами, взвеш. частицами и солями, содержащими железо, марганец. Взвеш. частицы поглощают лучи только

частично, значит. часть их рассеивается. Таким образом, перед обеззараживанием УФ-лучами вода должна быть предварительно обработана и не иметь мутности и цветности.

В качестве источников УФ-излучения используют в основном газоразрядные излучатели, к-рые изготавливают из кварцевого стекла, пропускающего УФ-свет. Чаще всего применяют ртутные лампы низкого давления, к-рые преобразуют около 40% потребляемой мощности в УФ-лучи. Они излучают более 80% энергии с длиной волны 254 нм. УФ-лампы высокого давления преобразуют УФ-лучи только около 8% потребляемой мощности.

Устройства для бактерицидной обработки воды подразделяют на два типа: с погружными (открытыми) источниками УФ-лучей; с погружными (закрытыми) источниками УФ-лучей. Устройства первого типа отличаются простотой конструкции и удобством эксплуатации и имеют свободный доступ к УФ-источникам, что облегчает уход за ними и упрощает замену. Однако в таких устройствах на прямое (эффективное) облучение воды направлена только нижняя часть потока УФ-излучения, вследствие чего снижается кпд излучателей, уменьшается произ-сть установок и повышаются затраты электроэнергии на обработку воды. В устройствах закрытого типа УФ-источники заключены в герметичные кварцевые трубки и работают в погружных условиях. Поскольку обрабатываемая вода обтекает УФ-источники со всех сторон, на облучение расходуется весь поток излучения УФ-ламп, благодаря чему кпд УФ-излучателей повышается. За счет этого устройства закрытого типа более производительны и экономичны.

Корпус установки, как правило, изготавливают из материала, хорошо отражающего УФ-лучи, напр., нержавеющей стали, специально обработанной пластмассы, поливинилхлорида и т.п. Материал УФ-излучателей также различен. Они могут быть выполнены из кварца, тефлона, фторуглерода и т.п. Для обеспечения более надежного эффекта О.в.у.л. применяют разл. способы интенсификации процесса. Наиболее распространенный прием — создание конструкций, обеспечивающих перемешивание слоев воды вокруг излучателя. В процессе работы установок происходит обрастание ламп и корпуса солями жесткости и оксидами железа. Для предотвращения обрастания УФ-излучатели обычно помещают в кварцевые чехлы. Отложения с них снимают с помощью очистных устройств. Иногда лампы покрывают слоем фторидов, этиленпропилена, препятствующим обрастанию. В некоторых случаях воду перед обеззараживанием обрабатывают ультразвуком при частоте вибрации 20—50 Гц (оптимальная

частота 26 Гц). Контроль интенсивности излучения отд. ламп УФ-установки и управление их работой осуществляются автоматически.

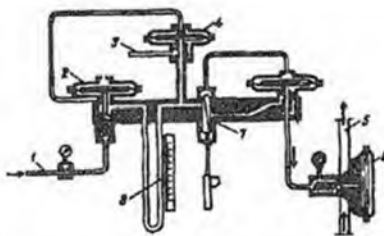
Метод О.в.у.л. прост в конструктивном оформлении, удобен в эксплуатации, т.к. является безреагентным, не изменяет органолептич. показатели воды и т.п. Однако его широкому практич. распространению препятствует то, что УФ-установки могут применяться только для обеззараживания вод, физ.-хим. показатели качества к-рых отвечают стандартам на питьевую воду. При этом бактериальная загрязненность воды должна быть невысокой (Е.Коли < 1000 ед/л).

Совместное воздействие окислителей и УФ-облучения даже при обработке воды с показателями мутности, цветности и окисляемости, не соответствующими требованиям, предъявляемым к качеству питьевой воды, обеспечивает высокую степень очистки воды и бактерицидный эффект.

На водопроводных станциях допускается параллельное расположение в два — три яруса установок УФ-излучения. На каждые одну — пять установок должна быть предусмотрена одна резервная. Установки могут монтироваться как на всасывающей, так и на напорной линиях насосов. На подводящих и отводящих трубопроводах к каждой установке обязательно должны быть задвижки для регулирования расхода подаваемой воды. Поскольку ультрафиолетовые лучи не придают воде бактерицидных свойств, предохраняющих ее от повторного заражения, следует обращать особое внимание на сан. состояние водопроводов и водопроводных сетей, по к-рым вода поступает к потребителю.

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ВОДЫ ХЛОРОМ, дезинфекция — устранение из воды болезнетворных и иных микроорганизмов и вирусов, из-за наличия к-рых вода становится непригодной для питья, хозяйственных нужд или промышленных целей, хлором или хлорсодержащими реагентами. Применение хлора — наиболее распространенный способ обеззараживания как в нашей стране, так и за рубежом. Впервые он был применен в 1894 в Германии. В России хлорирование больших кол-в воды было применено в 1910 как принудительная мера при появлении холеры в Кронштадте и брюшного тифа в Н.Новгороде.

В качестве хлорреагентов используют в основном жидкий хлор, хлорную известь, гипохлориты, диоксид хлора. Растворимость хлора в воде зависит от температуры и давления. При атм. давлении и темп-ре 10°С в 1 л растворяется около 3 л газообразного хлора (9,65 г). При растворении в воде хлор образует хлорноватистую и со-



Хлоратор фирмы "Уоллес и Тьерман"

1 — подача хлор-газа; 2 — редуктор; 3 — аварийная магистраль для сброса хлор-газа; 4 — предохранит. клапан; 5 — эжектор; 6 — обратный клапан; 7 — регулятор расхода; 8 — ротаметр

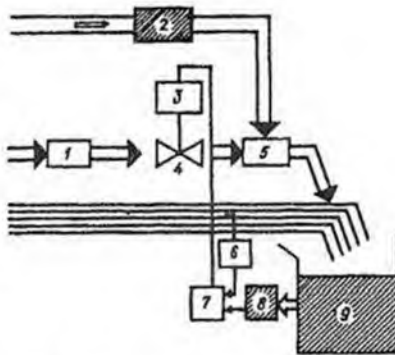


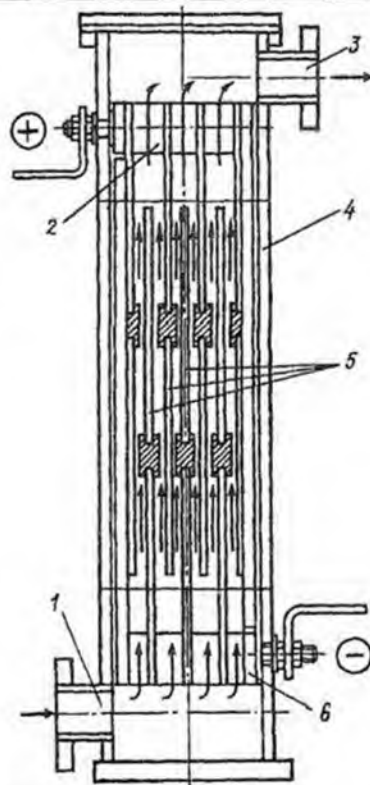
Схема автоматизации дозирования хлора расходом воды через эжектор

1 — регулятор давления; 2 — хлоратор; 3 — регулятор; 4 — регулируемый вентиль; 5 — эжектор; 6 — расходомер; 7 — электронный регулятор; 8 — анализатор хлора; 9 — контактный резервуар

ляную к-ты: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{HCl}$. Одновременно протекает вторичная реакция: $\text{HClO} \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{H}^+$. Направление этих реакций зависит от рН среды. При рН < 2 весь хлор находится в воде в молекулярной форме; при рН > 5 молекулярный хлор исчезает, превращаясь в хлорноватистую кислоту; при рН = 10 хлор переходит в форму гипохлорит-иона. В интервале значений рН = 5...10, что обычно соответствует условиям О.в.х., в воде присутствует смесь хлорноватистой к-ты и гипохлорит-ионов. Хлорноватистая к-та обладает наибольшим бактерицидным действием, в связи с чем хлор в кислой среде более эффективен, чем в щелочной.

Содержание активной части хлора в различных хлорреактах разное, %: в хлорной извести — 32—35, в гипохлоритах, производимых на химзаводах, — 70—75, при электролитическом способе производства — 10—15.

Установки для приготовления и дозирования растворов, содержащих активный хлор, бывают нескольких типов. В установках с использованием жидкого хлора последовательно осуществляются испарение хлора, его механическая очистка, дозирование и растворение в воде с образова-



Проточный электролизер

1 и 3 — патрубки для подвода и отвода раствора; 2 — анод; 4 — корпус; 5 — промежуточные электроды; 6 — катод

нием хлорной воды. Жидкий хлор поступает на очистные сооружения в стальных баллонах вместимостью 40—50 л при давлении 10 МПа или стальных контейнерах вместимостью 400—800 л при давлении 1,5 МПа. На станции с суточным расходом свыше 1 т хлор может доставляться в ж.-д. цистернах с последующим переливом в стационарные емкости.

Дозирование хлоргаза осуществляется вакуумными хлораторами. В хлораторе образуется хлорная вода, к-рая подается в обрабатываемую воду. Поддержание заданной концентрации хлора можно обеспечить с использованием системы автоматического регулирования дозирования. Устройство и эксплуатация помещений, в к-рых размещают хлораторы, требуют строгого соблюдения правил техники безопасности. Помещение должно быть на первом этаже, иметь запасный выход, оборудовано вентиляцией с 12-кратным обменом воздуха в 1 ч с вытяжкой вблизи пола. Ряд других важных правил техники безопасности приведен в специальных нормативных документах.

В установках по О.в.х. хлорной известью или порошкообразным гипохлоритом вначале также готовится хлорная во-

да определенной концентрации, затем она подается в обрабатываемую воду. Для приготовления хлорной воды используют два бака: растворный и расходный. В растворном баке готовят тестообразную массу реагента, перепускают ее в расходный бак, разбавляют до концентрации 1—2% по активному хлору, дают отстояться и сливают в дозировочный бачок, из которого вводят раствор в обрабатываемую воду.

Существуют электролизные установки для приготовления и дозирования раствора хлора. Электролизу подвергают морскую или подземную засоленную воду или раствор поваренной соли с целью получения гипохлорита натрия и последующего его введения в обрабатываемую воду. Такие установки обычно размещают поблизости от места ввода гипохлорита натрия в воду.

Сохраняя все достоинства хлорирования с использованием жидкого хлора, применение электролитич. гипохлорита натрия позволяет избежать осн. трудностей — транспортирования и хранения токсичного газа. Кроме того, при применении этого реагента устраняется пост. зависимость потребителя от 3-дов-поставщиков жидкого хлора или др. хлор-продуктов, выпускаемых централизованно хим. пром-стью, а также от использования транспортных средств, что особенно важно для отдал. р-нов. Электрохим. способ получения гипохлорита натрия основан на получении хлора и его взаимодействии со щелочью в одном и том же аппарате — электролизере:



Энергетически процесс протекает в невыгоднейшем режиме — при электролизе растворов с высокой концентрацией хлоридов, темп-ре 20—25°C, макс. возможной плотности тока и отсутствии перемешивания анодного слоя. Большое значение имеет материал анода. Аноды работают в условиях непосредств. соприкосновения с хим. активными в-вами, поэтому осн. требование к материалу анода — хим. устойчивость. Кроме того, материал анода должен способствовать разряду ионов Cl⁻, иметь высокую электропроводимость, механич. прочность и легко обрабатываться. При электролитическом получении гипохлорита натрия в осн. применяют платино-титановые аноды и электроды с активным покрытием из диоксида рутения. В качестве катодного материала могут использоваться обычная сталь, графит, титан.

На водопроводных станциях малой пропускной способности при применении поверхностных (до 800—1000 м³/сут) или подземных (до 3,5—5 тыс. м³/сут) вод, а также на сооружениях биологич. очистки сточных вод (до 200—400 м³/сут) в ряде случаев обеззараживание целесообразно осуществлять путем прямого электролиза.

Сущность метода заключается в том, что под действием электрич. тока из солей, находящихся в самой обрабатываемой воде, образуются сильные окислители, к-рые в основном и разрушают микроорганизмы. Все эти процессы происходят в одном аппарате — электролизере при прохождении через него обеззараживаемой воды. Миним. содержание хлоридов в воде должно быть 25—30 мг/л. Обеззараживание воды прямым электролизом является разновидностью хлорирования, поэтому все методы контроля качества воды и эффекта обеззараживания, применяемые при хлорировании, могут использоваться и при электролизе.

Несмотря на то, что хлорирование — самый распространен. способ обеззараживания природных вод, при применении его в воде образуются летучие галогенорганич. соединения, в осн. тригалогенметаны, обладающие канцерогенной и мутагенной активностью. В хлориров. воде обнаружено около 20 разл. летучих галогенорганич. соединений. Их качеств. состав зависит от физ.-хим. показателей источника водоснабжения. Наиболее часто отмечается присутствие тригалогенметанов и четыреххлористого углерода. Кол-во хлороформа обычно на 1—3 порядка превышает содержание летучих галогенорганич. соединений. Концентрация этих соединений возрастает при увеличении рН среды, содержания в воде органич. в-в, дозы хлора и времени контакта хлора с водой. Традиц. методами очистки (коагулирование, отстаивание и фильтрование) летучие галогенорганич. соединения из воды не удаляются. Предотвращение или значит. снижение их образования в процессе водоподготовки можно осуществлять изменением режима предрарит. О.в.х. Доза хлора в этом случае устанавливается не более 1—2 мг/л. При высокой хлорпоглощаемости воды или при транспортировании неочищ. воды на значит. расстояние необходимо проводить рассредоточ. О.в.х. по длине водовода. Кроме того, для сокращения времени контакта неочищ. воды с хлором можно изменить точку ввода хлора, приблизив ее к очистным сооружениям.

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

— уничтожение присутствующих в осадках сточных вод возбудителей болезней людей и животных. Сан.-гигиенич. показатели осадка оценивают по наличию яиц гельминтов и патогенных микроорганизмов. Для О.о.с.в. могут применяться методы: термич. (прогревание, сушка, сжигание), биотермич. (компостирование), хим. (обработка хим. в-вами) и биологич. (уничтожение микроорганизмов простейшими, грибами и растениями почвы), а также различные физич. воздействия (радиация, токи высокой частоты, ультразвуковые колебания, ультрафиолетовое излучение и т.п.).

Практич. применение получили лишь термич., биотермич. и хим. методы обеззараживания осадков. В процессе коагуляции осадков, последующего их обезвоживания и прогревания до 60°C происходят резкое снижение числа микроорганизмов и практически 100%-ная деформация и гибель яиц гельминтов. Обработка при более высоких темп-рах (пастеризация, термосушка) позволяет уничтожить в осадках не только яйца гельминтов и патогенные микроорганизмы, но и вирусы. Деформация и гибель яиц гельминтов происходят при введении в осадки негашеной извести, к-рая наряду с повышением щелочности обеспечивает в процессе гашения повышение темп-ры осадков. Требуемую дозу негашеной извести следует рассчитывать исходя из необходимости повышения темп-ры осадка до 60°C и более. Способ О.о.с.в. негашеной известью применяют на некоторых очистных сооружениях в Финляндии, Германии, Швеции, США и др. странах. Для перемешивания осадка с известью используют шнековые насосы с плунжерными смесителями, лопастные смесители и др. оборудование. При обеззараживании небольшого кол-ва осадков могут применяться хлорная известь, спирт, хлороформ, эфир, фенол и др. в-ва, растворяющие липоидную оболочку яиц гельминтов. Однако применение указанных реагентов связано с высокими затратами.

Для О.о.с.в. используют хим. в-ва, к-рые применяют также для удобрения почвы и уничтожения вредных почвенных микроорганизмов или сорняков. К таким в-вам относятся аммиак (аммиачная вода), тиозон, карбатион, формальдегид и др.

Применение безводного аммиака более эффективно, т.к. для О.о.с.в. требуется меньший расход аммиака, что связано с экзотермич. реакцией при его растворении. Применение безводного аммиака позволяет получать обеззараж. осадок меньшей влажности. О.о.с.в. безводным аммиаком достигается при дозе 3% (по аммиаку) массы осадка и экспозиции 10 сут. Для смешения осадка с аммиаком могут применяться двухвальные шнековые или лопастные смесители непрерывного действия. Тиозон в дозе 0,2—2% общей массы осадка и экспозиции 3—10 сут оказывает губительное действие не только на яйца гельминтов, но и на патогенные бактерии, в т.ч. туберкулеза, на яйца и личинки мух. Это обеспечивает получение эпидемиологически безопасного, пригодного для удобрения осадка, внесение к-рого в почву позволяет дополнительно осуществлять основную функцию тиозона, т.е. уничтожать в почве возбудителей инфекций, плесени, фитонематоды и сорняки. Овоцидное действие тиозона основано на блокировании дыхат. ферментов зародышей

яиц гельминтов продуктами распада, получаемыми в процессе гидролиза тиазона. Доза тиазона, обеспечивающая дегельминтизацию осадков станций аэрации, составляет 0,25—0,3% массы осадка при перемешивании в двухфазном смесителе с зетообразными лопастями или в ленточном растворосмесителе периодич. действия в течение 60 мин с последующей выдержкой под пленкой в течение 7—10 сут в буртах, устраиваемых на площадках с твердым покрытием.

Применение известки, аммиачной воды, тиазона, формальдегида и мочевины позволяет использовать двойное их действие — на осадки и почву, что приводит к снижению эксплуатац. затрат на О.о.с.в. и подготовку их к утилизации в качестве удобрения. Остаточное содержание в осадках указанных в-в предотвращает реактивацию микроорганизмов и поддерживает стабильность осадков. Вместе с тем тиазон, формальдегид и особенно аммиак являются токсичными в-вами, требующими осторожного обращения. Кроме того, аммиак взрывоопасен. Для предотвращения загрязнения почвы и грунтовых вод азотом необходимо устанавливать дозу внесения обеззараженного осадка в почву. Доза внесения осадков, обработанных др. в-вами, также должна устанавливаться с учетом их действия. Для снижения дозы реагентов могут применяться термхим. или термомехан. методы О.о.с.в.

В нашей стране и за рубежом для О.о.с.в. получают широкое применение методы биотермич. обработки (компостирование). Биотермич. обработка осуществляется смешением осадков с наполнителями (бытовыми отходами, опилками, торфом, молотой корой, навозом, остатками растений и т.п.) и выдержкой в буртах, штабелях, траншеях, ферментаторах, барабанах и т.п. При этом в результате жизнедеятельности микроорганизмов происходит повышение темп-ры компостируемых осадков до 55—72°C, их обеззараживание и снижение массы.

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД — завершающий этап технологич. процесса их очистки, осуществляемый для природных вод с целью обеспечения их бактериальной безвредности, сточных вод (при спуске их в водоемы) — уничтожения микроорганизмов и устранения опасности заражения водоема. Необходимый эффект О.п.с.в. может быть достигнут неск. методами. Одни из них связаны с введением в воду хим. реагентов в концентрациях, безвредных для человека, но губительно действующих на бактериальные клетки (*обеззараживание воды хлором, обеззараживание воды озонном*, применение ионов тяжелых металлов), другие основаны на воздействии физ. факторов (ультрафиолетовое облучение,

обработка ультразвуком, термическая обработка, γ -облучение). Практическое применение для обеззараживания централизов. систем водоснабжения и водоотведения получило хлорирование газообразным хлором или в-вами, содержащими активный хлор (хлорной известью, гипохлоритами, диоксидом хлора), озонирование, а в отд. случаях ультрафиолетовое облучение. Процесс О.п.с.в. окислителями (хлоркислородными соединениями и озоном) проходит две стадии — реагент диффундирует через оболочку внутри клетки микроорганизма, а затем вступает во взаимодействие с органич. в-вом клетки. Окислению подвергается фермент дегидрогеназа фосфатриоза, к-рый найден практически во всех клетках и необходим для усвоения глюкозы. Предполагается, что реакция идет с гидросульфидными группами фермента SH. Ферменты присутствуют в клетках в очень малых кол-вах и абсолютно необходимы как катализаторы обмена в-в. Если утрачена способность глюкозы к окислению, бактер. клетки погибают.

Эффективность О.п.с.в. зависит от ряда факторов, связанных с биологич. особенностями микроорганизмов: бактерицидными свойствами реагентов, состоянием водной среды и условиями, в к-рых осуществляется обеззараживание. Биологич. особенности микроорганизмов при действии на них дезинфицирующих реагентов проявляются в разл. их устойчивости по отношению к бактерицидным в-вам. Так, хлорустойчивость палочки туляремии, бактерий тифа и др. значительно ниже, чем кишечной. Разл. устойчивость бактерий тех или иных видов связана с устойчивостью их дегидрогеназ.

К числу факторов, обуславливающих влияние среды на конечный эффект О.п.с.в., относятся pH, темп-ра воды и содержание взвеш. в-в. При увеличении щелочности воды эффективность действия хлора и хлоркислородных соединений снижается. Изменение темп-ры от 10 до 40°C при пост. концентрации остаточного хлора оказывает сравнительно небольшое влияние на бактерицидную эффективность. Отрицат. влияние низких темп-р выявляется лишь в условиях большого нач. заражения воды при обработке ее небольшими дозами окислителя и малом времени контакта. Наличие взвеш. в воде примесей как органич., так и минер. происхождения, значительно снижает эффективность О.п.с.в. На их поверхности хлор сорбируется, и его концентрация в воде снижается. Кроме того, бактерии, находящиеся внутри взвеш. частиц, в меньшей степени подвергаются влиянию хлора.

О.п.с.в. с повыш. содержанием взвеш. в-в требует увеличения доз окислителей и продолжительности контакта их с водой. При этом органолептич. показате-

ли качества воды снижаются. По мере освобождения обрабатываемой воды от взвеш. в-в и уменьшения размера частиц требуемый эффект О.п.с.в. достигается при действии относительно меньших доз окислителей. Бактерицидный эффект возрастает при увеличении времени контакта окислителей с водой. Экспозиция, требуемая для достижения необходимой степени обеззараживания, снижается при увеличении дозы вводимого реагента. В связи с обилием форм болезнетворных бактерий, а также длительностью и сложностью их определения эффект О.п.с.в. контролируют по кол-ву показат. микробов, наличие к-рых указывает на возможность присутствия в воде болезнетворных бактерий. В качестве такого косвенного показателя выбрана кишечная палочка, постоянно имеющаяся в кишечнике человека и домашних животных и потому всегда находящаяся в загрязнениях. Контроль и количеств. учет их проводится относительно легко и быстро, и они отмирают в воде неск. медленнее многих болезнетворных бактерий. Следовательно, уничтожение кишечных палочек в процессе О.п.с.в. свидетельствует также об уничтожении значит. части болезнетворных бактерий. Кол-во кишечных палочек в воде выражается колититром, т.е. объемом воды, мл, в к-ром содержится одна кишечная палочка, либо колииндексом — кол-вом кишечных палочек в 1 л воды. Требования к обеззараживанию очищ. природных вод и условия дезинфекции сточных вод оговариваются в стандартах и соответствующих правилах. Обеззараживание очищ. природных вод перед подачей населению считается достаточным, если колииндекс не превышает 3. Для биологически очищ. сточных вод перед сбросом их в водоемы колииндекс не должен быть более 1000.

ОБЕСКРЕМНИВАНИЕ ВОДЫ — удаление из воды кремниевой к-ты (H_2SiO_3) и ее солей. Содержание этих примесей в природных водах обычно колеблется от 1 до 50—60 мг/л. Высокие концентрации H_2SiO_3 и ее солей вследствие образования накипи недопустимы в воде, используемой для питания паровых котлов высокого давления, а также в нек-рых произ-вах (напр., целлюлозы, полупроводников, лекарств. препаратов и др.). При применении известки и подогреве до 98°C можно уменьшить содержание Si в воде до 0,5 мг/л (в расчете на SiO_2). При О.в. солями Fe^{3+} расход их составляет около 2 мг/л на 1 мг удаляемой коллоидной H_2SiO_3 при pH = 8,5. О.в. солями Al лучше происходит при введении в воду $NaAlO_2$ (10—15 мг/л на 1 мг SiO_2), чем $Al_2(SO_4)_3$. Обработкой $Mg(OH)_2$ и нагреванием воды до 40°C удается снизить содержание Si до 1 мг/л и нагреванием до 100°C при pH = 10,2 — до 0,25 мг/л. При использовании

обожж. доломита остаточное содержание SiO_2 снижается до 2 мг/л при темп-ре воды до 40°C и до 0,2 мг/л — при подогреве до 98°C . В случае введения в нагретую воду каустич. магнезита (10—15 мг/л на 1 мг удаляемой SiO_2) образовавшийся $\text{Mg}(\text{OH})_2$ сорбирует из воды H_2SiO_3 , при этом содержание Si уменьшается до 1,0—1,5 мг/л. Почти полное О.в. (до 0,02—0,05 мг/л) может быть достигнуто путем ионного обмена. Положит. результаты получены также при О.в. методом обратного осмоса.

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ РАСЧЕТНЫХ УСЛОВИЙ — степень надежности поддержания в помещениях заданных сан.-гигиенич. и технологич. условий, зависящих от назначения здания. При проектировании здания необходимо иметь в виду три показателя отклонения условий в помещении от расчетных: число отклонений в общем ряду случаев, суток, сезонов, лет, принятое по тем или иным причинам к рассмотрению; общую продолжительность отклонений от заданных условий за расчетный период (сезон, год); значение и продолжительность наиболее невыгодного разового отклонения к.-л. расчетного параметра или комплекса параметров.

Требуемые показатели поддержания обеспеченности расчетных внутр. условий необходимо определять для зимы и лета, а также для сезона, годового периода. Числ. показателем стабильности выдерживания расчетных условий является *коэффициент обеспеченности*.

Обеспеченность поддержания внутр. условий в помещении зависит от свойств наружных ограждений, энергетич. мощности систем отопления и охлаждения, возможностей ее регулирования, к-рые в свою очередь зависят от принятых расчетных значений параметров наружного климата, теплопроводности, др. защитных показателей и толщины защитных слоев ограждений, отклонения параметров систем отопления и охлаждения, степени регулирующей способности устройств ее регулирования и управления. Таким образом требование обеспеченности необходимых внутр. условий здания следует учитывать при выборе всех изменяющихся хар-к, входящих в расчет защитных свойств ограждений, энергетич. мощности систем обеспечения микроклимата, т.е. совокупности всех составляющих системы кондиционирования микроклимата здания.

ОБЕССОЛИВАНИЕ ВОДЫ — способ обработки соленых и пресных (до 1 г/л) вод с целью снижения концентрации раствор. солей до уровня, нормируемого потребителем. Как правило, содержание солей в обессоленной воде составляет доли мг/л. См. также *Обессоливание воды обратным осмосом*.

ОБЕССОЛИВАНИЕ ВОДЫ ОБРАТНЫМ ОСМОСОМ — процесс выделения из воды полностью или частично растворенных примесей посредством фильтрации ее под давлением до 10 МПа через полупроницаемую мембрану, к-рая пропускает растворитель (воду) и задерживает ионы или молекулы растворенного в-ва. Обратное осмотич. процесс используется также для извлечения ценных компонентов из сточных вод и жидких пром. отходов с целью их концентрации и утилизации. Давление на мембрану создается в направлении, обратном осмотическому.

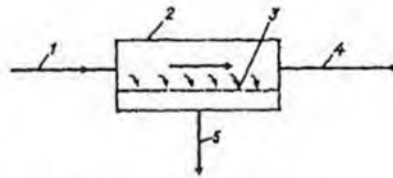


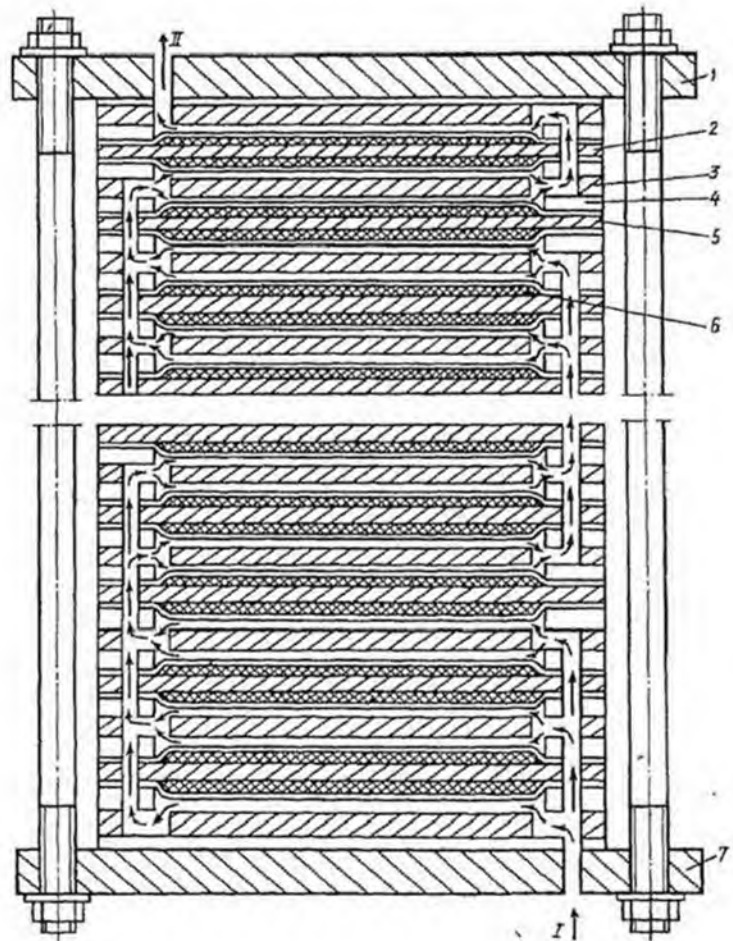
Схема обратного осмотического процесса
1 — водный р-р; 2 — обратное осмотический аппарат; 3 — полупроницаемая мембрана; 4 — концентрат; 5 — обессоленная вода

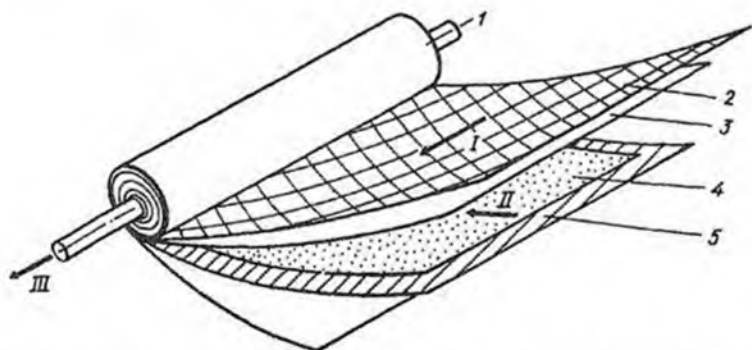
Фильтрация при обратном осмосе принципиально отличается от фильтрации при очистке воды от механич. примесей. Извлекаемое из исходной воды (раствора) в-во не должно сорбироваться ни на поверхности, ни в толще обратное осмотич. мембран. Накапливание извлеченного растворенного в-ва сопровождается повышением осмотич. давления раствора, снижением гидростатич. давления и увеличением проникновения растворенного в-ва в фильтрат. Устройства, в к-рых происходит обратное осмотич. процесс, должны быть проточного типа. В них водный раствор, поступающий в обратное осмотич. аппарат с полупроницаемыми мембранами, разделяется на два потока: обессол. вода, содержащая значит. меньше, чем исходная, растворенных в-в, и концентрат, в к-ром их больше, чем в исходной воде.

Эффективность обратное осмотич.

Фильтрационный аппарат конструкции ВОДГЕО

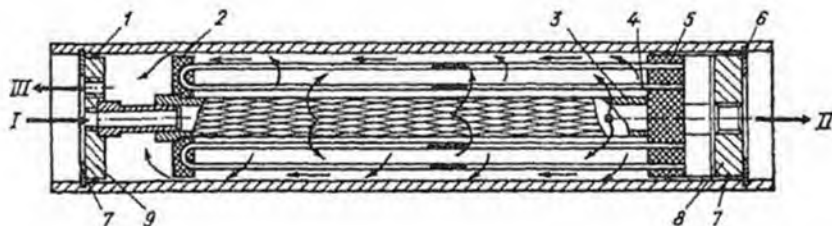
1 и 7 — фланцы; 2 — опорная пластина; 3 — направляющая пластина; 4 — углов. рамка; 5 — мембрана; 6 — дренаж; 7 — исходная вода, 8 — концентрат





Рулонный фильтрующий элемент

1 — водоотводящая трубка; 2 — турбулизатор-разделитель; 3 — мембрана; 4 — дренажное устройство; 5 — зона протитки мембранного пакета клеевой композицией; I — направление движения обессоливаемой воды; II — то же, фильтрата по дренажному каналу; III — обессоленная вода



Аппарат с мембранами в виде полых волокон

1 — корпус; 2 и 5 — апоксидные блоки; 3 — центр. трубка; 4 — полые волокна; 6, 7 — пружинные и уплотнит. кольца; 8 и 9 — крышки; I — исходная вода; II — фильтрат; III — концентрат

процесса зависит от его технологич. параметров, свойств полупроницаемых мембран и частично осевших на поверхности мембраны растворенных в-в. Технологич. свойства мембран характеризуются их водопроницаемостью (пропускной способностью) и селективностью (задерживающей способностью по растворенному в-ву). Пропускная способность мембран связана со скоростью фильтрования исходной воды, к-рая находится в прямой зависимости от давления фильтрования и осмотич. давления. При прохождении обессол. воды (растворителя), через мембрану на ее поверхности возникает т.н. концентрац. поляризация растворенных в-в при градиенте концентраций, направл. перпендикулярно поверхности мембраны. Это приводит к ухудшению обратн. осмотич. процесса.

Обратн. осмотич. мембраны могут быть получены разл. методами из разных материалов: пористого стекла, керамики, полимерных материалов, а также спец. жидкостей. Наибольшее распространение в практике очистки воды находят мембраны из ацетиленцеллюлозы и полиамидов. Мембраны могут быть плоскими (листовыми), трубчатыми и

в виде полых волокон. Плоские мембраны выпускают в виде непрерывной ленты толщиной 250—300 мкм и шириной 1 м. Трубчатые мембраны в зависимости от конструкции фильтрующего элемента могут фильт-

ровать из внутр. пространства наружу через трубу, а также в обратном направлении. Мембраны в виде полых волокон используют при подаче исходной воды к внешн. поверхности волокон. В зависимости от полимерного материала наружный диаметр полых волокон составляет 40—210 мкм при толщине стенок 10—50 мкм. Обратн. осмотич. мембраны изготавливают: розливом растворов или расплавов; размазыванием и экструзией (выдавливанием); напылом разл. в-в на пористую подложку; осаждением внутри пористого тела нерастворимых в-в, образующих в результате хим. реакций между диффундирующими реагентами; выщелачиванием или вытравливанием отд. компонентов из непроницаемой мембраны; напылением мембранообразующих в-в на пористую матрицу; соединением двух или более мембран различной пористости. Обратн. осмотич. полимерные мембраны имеют анизотропную структуру: состоят из поверхностного тонкопористого слоя толщиной 0,25—0,5 мкм и крупнопористого толщиной 100—200 мкм. Тонкопористый слой, наз. активным или селективным, играет барьерную роль для растворенного в-ва. От качества этого слоя зависит задерживающая способность мембраны. Крупнопористый слой находится под активным слоем, служит подложкой, повышающей механ. прочность мембраны и обеспечивающей отвод фильтрата в дренажную систему об-

ратноосмотич. фильтрующего элемента.

Концентрация растворенных в-в в исходной воде влияет на осмотич. давление, но не сказывается на задерживающей способности мембран в пределах концентраций 0,01—50 г/л. Дальнейшее увеличение концентраций может привести к деградации мембран из-за гидролиза или омыливания полимерного материала в результате сдвига значения pH. Влияние на свойства мембран оказывает и природа растворенных в-в. При обратн. осмотич. обессоливании сильных электролитов одновалентные ионы задерживаются хуже, чем двух- и многовалентные. Ионы в порядке увеличения их задерживания мембраной располагают в ряд, совпадающий в осн. с рядом увеличения энергий гидратации. Степень извлечения одновалентных ионов из многокомпонентных растворов выше, чем из бинарных.

Аппараты для О. в. о. о. включают в себя один или неск. фильтрующих элементов, к-рые состоят из полупроницаемых мембран, дренажных элементов и турбулизаторов-разделителей. Существуют следующие обратн. осмотич. аппараты: фильтр-прессный, рулонный, трубчатый и с полыми волокнами. В фильтр-прессном аппарате фильтрующий элемент представляет собой пакет, состоящий из опорной пластины с отверстиями для отвода фильтрата, по обе стороны к-рой находятся мембраны, опирающиеся на дренажный материал. Уплотнение между пластинами достигается с помощью рамок из паронита или полиэтилена толщиной 0,5—1 мм. Напорная камера образуется мембраной, имеющей с одной стороны пластину, разделяющую фильтрующие элементы, а с другой — уплотнит. прокладку.

Аппараты рулонного типа представляют собой трубу диаметром 70—200 мм и длиной 1—9 м, в к-рой устанавливаются рулонные фильтрующие элементы — фильтрующие пакеты, спирально накрученные на центр. перфориров. водоотводящую трубку. Фильтрующий пакет состоит из двух полупроницаемых мембран, разделенных дренажными элементами и проклеенными по периметру спец. клеевой композицией. Для предотвращения соприкосновения поверхностей мембран и с целью формирования напорной камеры определяют высоту между пакетами устанавливают турбулизатор-сепаратор.

Устройство аппаратов трубчатого типа зависит от конструкции фильтрующего элемента, состоящего из мембраны, микропористой подложки и дренажного каркаса. Пористый дренажный каркас в виде трубки служит опорой для мембраны и обеспечивает отвод обессол. воды. В практике нашли применение две конструкции аппарата этого типа: с расположением мембраны внутри трубки и с вынесением

ее на наружную поверхность трубки. Аппараты с мембранами в виде полых волокон представляют собой напорный корпус, в котором находится фильтрующий элемент. Он состоит из центр. трубки и уложенных паралл. оси аппарата пучков полых волокон, к-рые укрепляют в эпоксидных блоках с обеих сторон трубки. Торцы одного из блоков обрабатывают с целью обнажения капилляров полых волокон. Для плотной упаковки их слои, состоящие из пучков мембран, поджимают вокруг центр. трубки пористым нетканым материалом. Подвод исходной воды, а также отвод фильтра (обессол. воды) и концентрата осуществляется через штуцеры в торцевых крышках, к-рые вставляются в корпус и удерживаются пружинными шайбами.

В комплект обратноосмотич. установок входят насосы высокого давления, обратноосмотич. аппараты, трубопроводы, запорная и регулирующая арматура, приборы контроля и оборудование для промывки, стерилизации и консервации обратноосмотич. аппаратов.

Станция О.в.о. состоит из след. осн. элементов: установок предварит. подготовки исходной воды, обратноосмотич. установки, оборудования для обработки концентрата, кондиционирования обессоленной воды, автоматич. и ручного управления и контроля за работой установки. Предварит. подготовка исходной воды в зависимости от источника может осуществляться по традиц. схеме: коагуляция — отстаивание — фильтрование — обеззараживание. Оборудование для обработки концентрата может состоять из выпарных установок и устройств для доведения досуха получ. рассолов.

ОБМУРОВКА КОТЛА — система ограждений котлоагрегата, отделяющих его топку и газоходы от окружающей среды. О.к. применяют в котлах, не имеющих цельносварных газоплотных экранов. Назначение О.к. — придать надлежа-

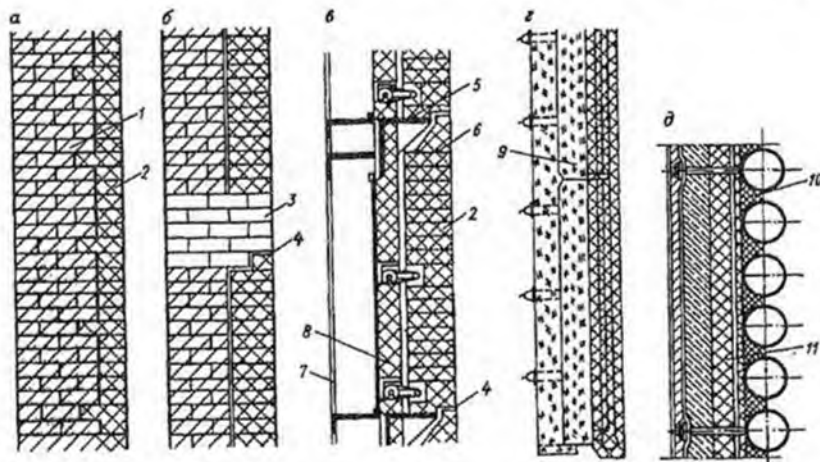
щее направление потоку дымовых газов в котлоагрегате, уменьшить потери теплоты в окружающую среду и предотвратить приток наружного воздуха в газоходы котла при разрежении в них или выбивании дымовых газов в помещение котельной, если давление в газоходах выше атмосферного. О.к. должна обеспечить при всех режимах работы котла температуру наружных поверхностей в местах, доступных для обслуживающего персонала, не выше 45, в зависимости от температуры окружающей среды — не выше 55 при температуре окружающей среды 25°C. Удельные тепловые потери в окружающую среду должны быть не более 350 Вт/м². Большое влияние на экономич. показатели работы котла оказывает плотность О.к. При увеличении притока воздуха по тракту на величину $\Delta\alpha = 0,2$ КПД котла снижается на 0,8—1%. Во избежание больших приточных воздушных О.к. часто закрывают снаружи обшивкой из стальных листов толщиной до 2 мм либо обмазывают уплотнит. штукатуркой или эластичной обмазкой. Конструкция О.к. зависит от температуры ее внутр. поверхности и интенсивности хим. воздействия на нее шлака топливного. О.к. представляет собой комбиниров. систему из кирпича, огнеупорных плит, изоляц. материалов, метал. скрепляющих частей, уплотнит. обмазок, метал. обшивки и др. элементов.

В зависимости от конструкции и способа крепления О.к. разделяют на типы: тяжелая — стеновая кирпичная, опирающаяся непосредственно на фундамент; облегч., изготовл. из огнеупорного и диатомитового кирпича, изолирующих плит и стальной обшивки; закрепл. на каркасе

котла металлич. конструкциями; легкая — из шамотобетонных или жаростойких бетонных плит, теплоизоляц. плит и металлич. обшивки или уплотнит. обмазки. Стеновую (тяжелую) О.к. применяют для котлов малой мощности при высоте стен до 12 м и выполняют из красного кирпича, облицов. в зоне высоких температур огнеупорным шамотным кирпичом. Этот вид О.к. прост по конструкции, но имеет значит. толщину (до 640 мм) и массу (до 1200 кг на 1 м² кладки). Для предотвращения разрушающих кладку внутр. температурных напряжений в стенах кладки предусматривают температурные швы, заполненные асбестовым шнуром, к-рые обеспечивают ее свободное расширение. Для котлов средней и большой мощности такую О.к. не применяют из-за больших массы и габаритов, высокой стоимости и неудобства монтажа. Облегченная О.к. крепится на каркасе котлоагрегата и состоит из слоя шамотного и красного кирпича и слоя изоляц. материалов (диатомитовый кирпич, совелит, вермикулит, шлаковая вата и др.) и в зависимости от толщины имеет массу до 400 кг на 1 м² кладки. Уменьшение толщины и массы О.к. позволяет выполнять ее любой высоты, устанавливая через 1—1,5 м разгрузочные пояса. Вся стенка при этом делится на ярусы, каждый из к-рых опирается на крошечные, укрепл. на каркасе котла. В котлах с меньшей степенью экранирования топки применяют легкую О.к. накаркасного типа из щитов, состоящих из двух слоев теплоизоляц. материалов, защищ. со стороны омывающих их газов слоем жароупорного бетона. Плиты, предназначен. для установки в незащищ. трубах местах с высокой температурой, имеют большую массу и толщину. Накаркасную О.к. применяют преимущественно возле *напорных перегревателей*, газопереходных камер и конвективной шахты котлов. В топках накаркасные О.к. устанавливают на прямых стенках. Достоинства накаркасных О.к. — небольшая масса и существов. облегчение монтажных работ; недостатки — трудности с ремонтом и обеспечением ее плотности. Натрубную О.к. выполняют в виде отд. слоев, последовательно наносимых в пластичном состоянии на трубы экранов и др. поверхностей нагрева, или в виде плит-панелей из огнеупорным и теплоизоляц. слоями, устанавливаемых на поясах жесткости, закрепл. на трубах. При этом панели изготовляют на заводе, а жароупорный слой может быть нанесен в пластичном состоянии на трубы экрана и вручную. Для натрубной О.к. топочной камеры несущими элементами являются трубы экранов; в результате тепловых удлинений О.к. перемещается вместе с ними. В котлах, сжигающих низкорект. топливо (напр., АШ), часть экранов в зоне горения прикрывают огнеупорными материалами в виде зажат.

Обмуровка котла

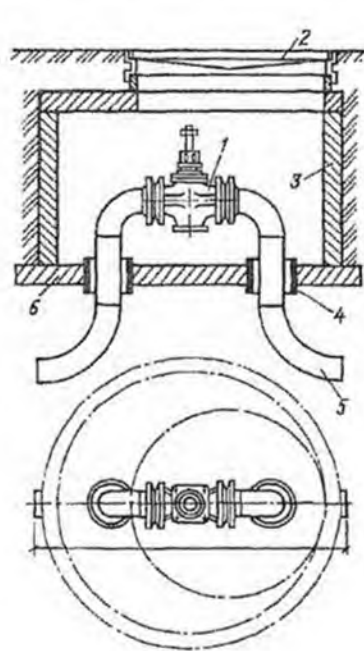
а — свободстоящая; б — массивная; в — облегченная накаркасная; г — щитовая; д — натрубная; 1 и 2 — красный и шамотный кирпич; 3 — перевязочный ярус; 4 — температур. шов; 5 и 6 — фасонный шамотный кирпич; 7 — металлич. обшивка; 8 — разгруз. пояс; 9 и 11 — теплоизолирующие и теплоизоляционные плиты; 10 — хромитовая или шамотная масса



пояса. Для этого к экранным трубам приваривают шипы диаметром 10 и длиной до 25 мм, к-рые затем покрывают набивной пластичной хромитовой массой ПХМ-6.

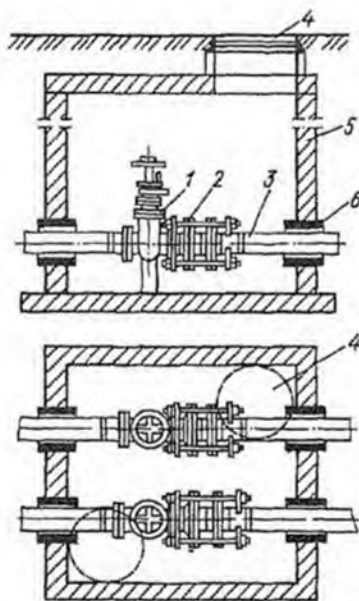
ОБОРУДОВАНИЕ ГАЗОПРОВОДОВ — технич. устройства, устанавливаемые на газопроводах с целью повышения эффективности и безопасности функционирования системы газоснабжения. К ним относятся запорная арматура, конденсатосборники, компенсаторы, контрольные проводники, контрольно-измерит. пучки и контрольные трубки. В качестве запорной арматуры на газопроводах применяют краны и задвижки, на газопроводах низкого давления могут применяться гидрозатворы. Надежные и быстродействующие краны обеспечивают большую герметичность отключения, чем задвижки. Краны изготовляют с диаметрами условных проходов 15—100 мм, рассчит. на рабочее давление 0,01—0,6 МПа. В зависимости от способа герметизации краны разделяют на натяжные и сальниковые, от материала — на бронзовые, латунные, чугунные. С газопроводами краны соединяют фланцами и муфтами. Для демонтажа муфтовых кранов на газопроводах устанавливают сгоны. Задвижки в качестве запорной арматуры используют на газопроводах всех давлений с диаметрами условных проходов 50 мм и более. Паралл. задвижки устанавливают на газопроводах с давлением до 0,3 МПа, а клиновые — на газопроводах всех давлений. При давлении газа до 0,6 МПа применяют чугунные задвижки, а при большем — стальные. На газопроводах больших диаметров и при высоких давлениях газа используют задвижки, оборудов. редуктором и червячной передачей или электроприводом. Для облегчения подъема затвора задвижки имеет обводной трубопровод с краном для выравнивания давления по обе стороны затвора. На подземных газопроводах отключающую арматуру устанавливают в колодцах. В осн. применяют сборные железобет. и кирпичные колодцы. Для защиты от грунтовой влаги, дождевых и паводковых вод колодцы гидроизолируют. Для газопроводов диаметром до 100 мм обычно сооружают колодцы мелкого заложения глубиной 800—900 мм. Их достоинство — в обслуживании и ремонте запорного органа с поверхности земли. Задвижки устанавливают в колодцах глубокого заложения с габаритами, обеспечивающими удобство монтажа и обслуживания оборудования.

Место прохода газопровода в стене колодца заделывают смоляным канатом в футляре, концы к-рого заливают битумом. Конденсатосборники устанавливают в низших точках газопровода для сбора и удаления конденсирующихся водяных паров и тяжелых углеводородов. Их конструкция и размеры зависят от давления газа в



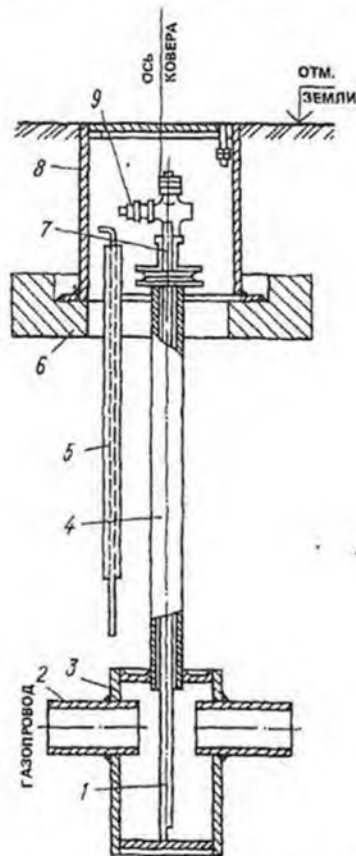
Установка кранов $D_u = 25...100$ мм в железобетонном колодце мелкого заложения

1 — кран с проходной сальниковой фланцевой; 2 — дюк колодца; 3 — железобетонный колодец; 4 — футляр; 5 — отводы из бесшовных труб; 6 — железобетонное дно



Колодец железобетонный глубокого заложения с установкой двух задвижек $D_u = 100...200$ и 200...400 мм

1 — задвижка параллельная; 2 — компенсатор двухлинзовый; 3 — газопровод; 4 — люки; 5 — колодец; 6 — футляр



Конденсатосборник для газопроводов $D_u = 50...150$ мм высокого давления $P < 0,6$ МПа, транспортирующих осушенный газ

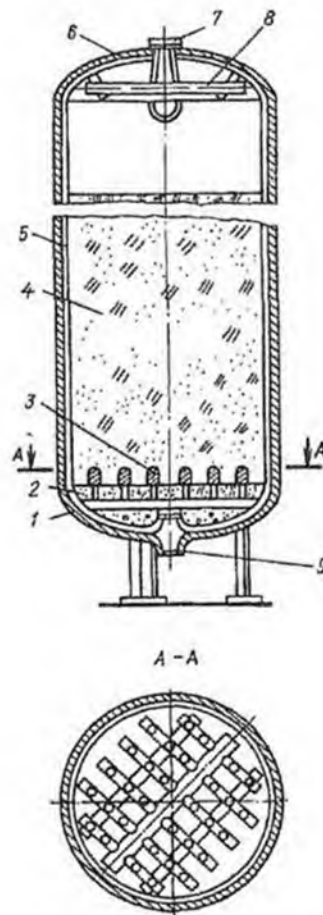
1 — внутренняя труба в сборе с отверстием; 2 — газопровод; 3 — корпус; 4 — наружная труба (кожух); 5 — электрод заземления; 6 — основание ковера; 7 — пластина для измерения разности потенциалов; 8 — ковер большой; 9 — кран

сети и кол-ва конденсирующейся влаги. Конденсатосборники устанавливают на газопроводах всех давлений. Из конденсатосборника низкого давления конденсат удаляют с помощью насоса или вакуумцистерны, а среднего и высокого давлений — давлением газа. Трубки конденсатосборников выводят под ковер и их дополнительно используют при продувках газопроводов и выпуске газа при ремонте. Ковер предназначен для защиты выходящих из земли разл. устройств подземных газопроводов от механич. повреждений. Состоит из железобет. основания и корпуса (литого или сварного) с крышкой, устанавливаемой на уровне поверхности покрытия проезжей части. Трубка конденсатосборника для газопроводов среднего и высокого давлений имеет сверху отверстие диаметром 2 мм, к-рое позволяет уравнивать давления в трубке и газопроводе, поэтому конденсат не поднимается вверх по трубке, что исключает возможность его замерза-

ния. Слив конденсата на проезжую часть дорог, в грунт или выброс в атмосферу категорически запрещены. Рядом с трубкой устанавливают электрод заземления, а на самой трубке пластину, используемую для измерения разности потенциалов между трубкой и грунтом.

Для предохранения газопроводов и их оборудования от температурных напряжений, а также возможности установки и ремонта арматуры служат компенсаторы — линзовые, резиноканавые, осевые волнистые и гнутые (Π-образные). Линзовые изготавливают из тонколистовой стали в виде отд. свариваемых между собой полулинз, пространство между к-рыми заполняют битумом. Устанавливают линзовые компенсаторы в неск. сжатом состоянии с учетом их макс. компенсирующей способности и осевых усилий. Резиноканавые компенсаторы применяют в пучинистых грунтах и сейсмоопасных р-нах. Их выполняют из резины с прослойками капронового волокна в виде винтообразного шланга, усил. снаружи капроновым канатом. Контрольные проводники предназначены для электрич. измерений на газопроводах и представляет собой изолиров. стальные стержни, привар. к газопроводу и вывед. на поверхность под ковер. Контрольные трубки устанавливают в наиболее ответств. местах газопровода (над стыками в местах присоединения отводов на предприятиях), выводят на поверхность под ковер, они предназначены для быстрого выявления утечек газа из подземного газопровода. Для предохранения газопроводов от больших динамич. и статич. нагрузок при пересечении железных и шоссейных дорог, коллекторов и колодцев, стен и фундаментов зданий или при прокладке газопроводов на малой глубине их заключают в футляры, представляющие собой отрезок стальной трубы, диаметр к-рой больше диаметра газопровода. Зазор между футляром и газопроводом герметизируют. Футляр оборудуют контрольной трубкой, выводимой под ковер.

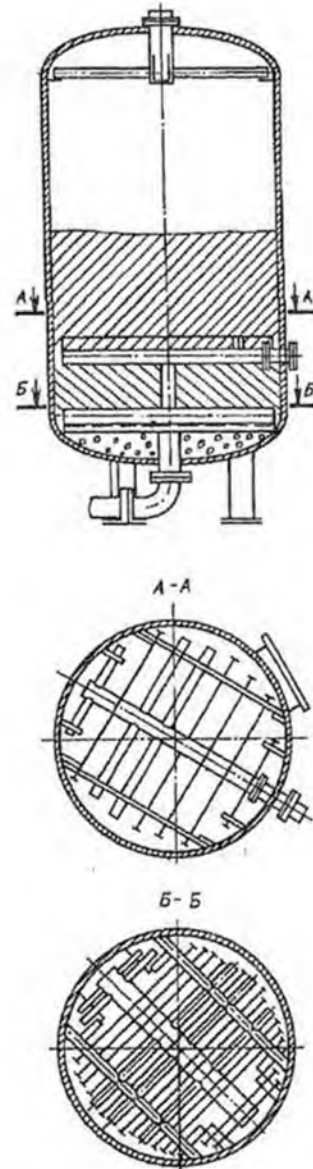
ОБОРУДОВАНИЕ ИОНООБМЕННЫХ УСТАНОВОК — оборудование, предназнач. для очистки природных и сточных вод от растворен. примесей, а также обессоливания и опреснения воды. Оно включает: ионообменные фильтры с обработкой воды в плотном или псевдооживленном слое ионита; пульсационные колонны или резервуары с механич. или пневматич. перемешиванием для контактирования ионитов с водой. В фильтрах с плотным слоем загрузки в нижней части имеется днище с дренажным устройством, позволяющим пропускать только воду и задерживать твердые частицы ионита. Верхняя часть фильтра снабжена распределит. устройством для подачи и равномерного распределения воды по всему его



И-катионитовые фильтры вертикальные, параллельно-точные ХВ-042-1 и ХВ-042-2

1 — корпус; 2 — нижнее дренажное устройство; 3 — дренажные колпачки; 4 — загрузка (ионит); 5 — антикоррозийная изоляция; 6 — крышка; 7 — верхний штуцер для подвода обрабатываемой воды и регенерационного р-ра; 8 — верхнее распределит. устройство; 9 — нижний штуцер для вывода обработ. воды и элюата, подвода промывочной воды

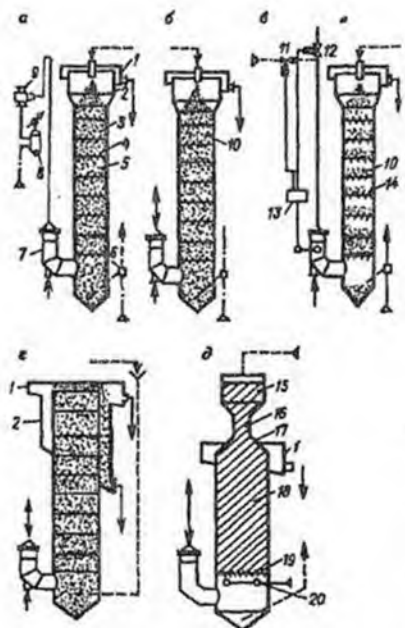
сечению. Зернистый ионит загружают в фильтр в набухшем состоянии. Вода, подаваемая сверху вниз, проходит через слой ионита и дренаж с заданной скоростью до проскока извлекаемых примесей. При появлении примесей в фильтрате процесс очистки воды приостанавливают, чтобы восстановить первоначальное рабочее состояние ионита, т.е. регенерировать его. Процесс регенерации ионитов осуществляется пропуском фильтрата регенерирующего агента через фильтр прямооток (сверху вниз) или противотоком (снизу вверх). После регенерации иониты отмывают от избытка регенерирующего агента и продуктов регенерации. Отмытые иониты используют для очистки следующей порции сточной воды. Цикл — фильтрация воды, регенерация и отмывка ионита — многократно повторяется.



Фильтр смешанного действия с внутренней регенерацией

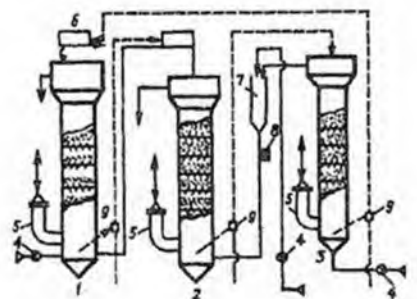
В практике очистки и обессоливания сточных вод наиболее распространены ионообменные натрий- и водород-катионитовые фильтры: параллельно-точные типа ФИПа 1-2,0-6, ФИП-1-2,6-6, ФИП-1-3,0-6, ФИП-1-3,4-6.

При глубокой очистке и обессоливания сточных вод после очистки с целью корректирования значения рН применяют фильтры смешанного действия (ФСД), в к-рые загружают смесь анионита и катионита. При этом используют катиониты и аниониты с различными плотностями. На обоих концах таких фильтров предусмот-



Схемы пульсационных ионнообменных колонн для очистки р-ров

а — со свободным осаждением ионита (ПСК-1); б — со стеновым осаждением (ПСК-2); в — с транспортной пульсацией (ПСК-Т); г — прямоточная (ПСК-П); д — с гидравлически зажатым слоем (ПСК-И); е — сливной короб; 2 — верхняя отстойная зона; 3 — реакционная зона; 4 — тарелка КРИМЗ ($\Gamma = 35-60\%$); 5 — частицы сорбента; 6 — эрлифт; 7 — пульскамера; 8 — ресивер; 9 — пульсатор; 10 — псевдооживленный слой сорбента; 11, 12 — электромагнитные клапаны; 13 — блок управления; 14 — тарелка КРИМЗ ($\Gamma = 5-15\%$); 15 — бачок; 16 — дренаж-клапан; 17 — дренаж; 18 — слой сорбента; 19 — распределитель тарелка; 20 — распределитель р-ра



Установка непрерывного ионного обмена для очистки сточных вод

1 — сорбционная колонна (ПСК-Т); 2 — колонна для регенерации ионита (ПСК); 3 — промывная колонна; 4 — расходомер; 5 — пульскамера; 6 — сепаратор; 7 — смеситель; 8 — концентратомер; 9 — эрлифт

ренны дренажные устройства, а в середине — спец. коллекторные патрубки для введения регенерационных растворов и отмывочной воды. Фильтры смешанного действия бывают двух видов: с внутренней и выносной регенерацией. В комплект оборудова-

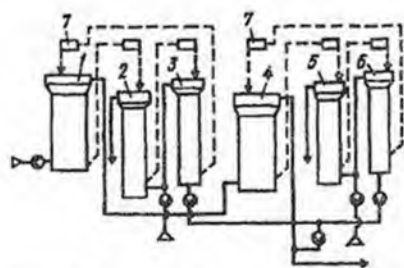


Схема обессоливающей установки непрерывного действия

1, 4 — сорбционные колонны; 2, 5 — регенерационные колонны; 3, 6 — промывные колонны; 7 — грохоты

ния ФСД с выносной регенерацией входят, кроме рабочих фильтров, еще два регенератора. Один из них оборудован верхним, нижним и средним распределителем устройствами, другой этих устройств не имеет. Наличие двух регенераторов позволяет проводить совместную регенерацию катионита и анионита в одном регенераторе и раздельную в каждом из них. Преимущество очистки или обессоливания сточных вод в ФСД по сравнению с процессами катионирования и анионирования в раздельных фильтрах заключается в том, что использование рабочей обменной емкости в ФСД достигает 80—90%, тогда как в раздельных фильтрах — 60—65%. Процесс ионного обмена осуществляется при проточке очищаемой воды через смешанный слой ионитов. После проскока катионов или анионов производится раздельная регенерация катионита и анионита соответствующими растворами к-ты и щелочи. Процесс регенерации может происходить только после разделения ионитов, для чего снизу вверх подается вода под большим давлением. При этом ионит с меньшей плотностью (анионит) поднимается в верхнюю часть фильтра, а с большей (катионит) остается в его нижней части. Затем через катионит снизу вверх пропускают раствор к-ты до зоны анионита, а через анионит сверху вниз — раствор щелочи. Регенерирующие растворы через анионит и катионит можно пропускать одновременно или поочередно и выводить через средние коллекторы. После окончания регенерации производится предварит. отмывка ионита обессоленной водой, перемешивание ионитов сжатым воздухом — снизу вверх и окончат. отмывка ионитов потоком обессоленной воды сверху вниз. После отмывки фильтр включается в работу в след. цикле.

Процесс очистки и обессоливания воды можно осуществить непрерывно (нециклично). В этом случае вместо фильтров используют пульсационные колонны (ПСК). Существует несколько типов ПСК: проточные с псевдооживленным слоем; прямоточные с псевдооживленным

слоем; прямоточные со сплошным слоем. Пульсация раствора необходима для равномерного распределения ионита в воде и по сечению ПСК и их перемешивания. Установка непрерывного ионного обмена состоит из неск. ПСК, каждая из к-рых предназначена для проведения одного технологич. процесса: ионного обмена, регенерации, промывки. Поскольку очистка и обессоливание сточных вод обеспечиваются последоват. их катионированием и анионированием, то полная схема такого процесса включает две установки, в одной из к-рых циркулирует катионит, а в другой — анионит. При применении ПСК в 5—20 раз сокращается необходимое кол-во ионита и уменьшаются габариты установки, кроме того, появляется возможность (особенно при противотоке) получить стабильные высокие концентрации извлекаемых в-в из регенерационных растворов, сократить расход промывных вод, упростить схему регулирования и полностью ее автоматизировать.

Значительно меньшее распространение в практике ионнообменной очистки и обессоливания сточных вод имеет статич. метод — безпроточная очистка. В статич. условиях процесс очистки растворов и извлечения из них разл. в-в происходит в резервуарах, куда помещаются иониты — раздельно катионит и анионит. Преимущество статич. методов состоит в том, что процесс аппаратурно оформлен — процесс проводится в емкостях, оборудованных перемешивающими устройствами.

Для очистки и обессоливания сточных вод применяют комплекты обессоливающие установки УЦ-2, УЦ-10, УЦ-25, производя 2; 10; 25 м³/ч. Их можно использовать для обработки сточных вод, не содержащих органич. в-в и значит. кол-ва железа, т.к. в их составе отсутствует узел предварит. очистки воды. Помимо установок непосредственно предназначен. для ионного обмена (ионнообменные фильтры, ПСК), в составе ионнообменных установок должны быть емкости для хранения реагентов и очищенной воды, приготовления регенерирующих растворов, мерники и дозаторы реагентов, приборы для автоматизации процессов. Емкостное оборудование подбирают в зависимости от производительности установки, частоты регенерации загрузки фильтров и ПСК и др. условий. Для защиты от коррозии внутр. поверхности корпусов ионнообменных аппаратов и емкостей либо гуммируют, либо покрывают кислотостойкими смолами и лаками. Гуммиров. емкости вместимостью 0,25—1 и 1—40 м³ серийно выпускаются пром-стью. Нижние распределит. устройства трубчатого типа ионнообменных фильтров, крепежные детали внутри корпуса и др. арматуру изготовляют из нержавеющей стали; верхние распределит. устройства — из полиэтилена.

поверхности в помещении, теплового баланса воздуха помещения и объемов настилающихся струй воздуха. Граничные условия для решения системы уравнений обычно задаются в виде темп-ры наружного воздуха и теплоносителя системы обогрева—охлаждения, нач. темп-ры и расхода воздуха приточных струй, темп-ры уходящего воздуха и интенсивности источников или стоков теплоты. Искомыми в этом случае будут темп-ры характерных в тепловом отношении поверхностей и объемов воздуха настилающихся и свободных струй, а также воздуха помещения. Полную систему уравнений обычно решают на электр. аналоговых моделях или с помощью ЭВМ.

Расчет О.т.п. упрощается, если уравнения сгруппировать для трех характерных категорий поверхностей (охлаждающих, нагревающих и нейтральных) и воздуха помещения. В этом случае система состоит из четырех уравнений: для всех обогревающих поверхностей (напр., для отопит. потолочной панели); для всех охлаждающих поверхностей наружных ограждений; для всех поверхностей внутр. ограждений и воздуха помещения. В практич. расчетах темп-ры внутр. поверхностей наружных ограждений и внутр. воздуха, как правило, известны, что позволяет ограничиться двумя уравнениями для нагревающих и нейтральных поверхностей с искомыми темп-рами последних. При заданной темп-ре обогревающей поверхности неизвестной является ее площадь. Дальнейшее упрощение расчета О.т.п. достигается, если среднюю темп-ру внутр. ограждений считать приближенно равной темп-ре внутр. воздуха. В такой постановке систему уравнений заменяют одним уравнением для обогревающей поверхности с неизвестным значением ее темп-ры τ_n или площади $F_n = L_n + K_n + \tau_n = 0$.

Лучистый теплообмен обогревающей панели L_n , Вт, с наружным ограждением с учетом прямого и косвенного (отраж. от внутр. поверхностей) лучистого теплообмена определяют по формуле $L_n = \epsilon_{n,0} C_{Фб_{n,0}} (\tau_n - \tau_{н,0}) F_n = \alpha'_{л,n} (\tau_n - \tau_{н,0}) F_n$, где коэфф. полной облученности Φ равен сумме коэффициентов прямой φ и косвенной $\Delta\varphi$ облученности $\Phi = \varphi + \Delta\varphi = (F_{н,0}/F_n - \varphi^2) / (F_{н,0}/F_n - 2\varphi + 1)$, здесь $F_{н,0}$ и $\tau_{н,0}$ — площадь и темп-ра поверхности наружного ограждения.

Конвективный теплообмен K_n , Вт, панели с воздухом помещения $K_n = \alpha_{к,n} (\tau_n - t_n) F_n$, где $\alpha_{к,n}$ — коэфф. конвективного теплообмена, Вт/(м²·°С).

Теплопроводность K'_n , Вт, поверхности панели $T_n = K'_n (\tau_n - \bar{t}_{т,н}) F_n$, где K'_n — коэфф. теплопередачи от поверхности панели к теплоносителю с

известной средней темп-рой $\bar{t}_{т,н}$.

Уравнение общего теплообмена (включая помещения с комфортными условиями в помещении) позволяет произвести полный расчет теплового режима помещения с обоснованным выбором темп-ры и площади обогревающих или охлаждающих поверхностей.

ОБЩИЙ ТЕПЛОБМЕН НА ПОВЕРХНОСТИ В ПОМЕЩЕНИИ — суммарный теплообмен на поверхности конвекцией, излучением и теплопроводностью. Интенсивность общего теплообмена произвольной i -й поверхности площадью F_i и темп-рой τ_i в стационарных условиях описывается уравнением теплового баланса: $[\alpha_{к,i} (\tau_i - t_n) + \alpha_{л,i} (\tau_i - \bar{t}_R) + K'_i (\tau_i - t_{ср,i})] F_i \pm Q_i = 1$, где $\alpha_{к,i}$ и $\alpha_{л,i}$ — соответственно коэфф. конвективного и лучистого теплообмена, Вт/(м²·°С); t_n — темп-ра внутр. воздуха, °С; \bar{t}_R — радиационная температура помещения, °С; K'_i — коэфф. теплопередачи, Вт/(м²·°С), от внутр. поверхности до внешн. среды с темп-рой $t_{ср,i}$; Q_i — теплота пр. источников и стоков ее на поверхности (проникающая, прямая и рассеянная солнечная радиация, испарение или конденсация водяных паров и т.п.).

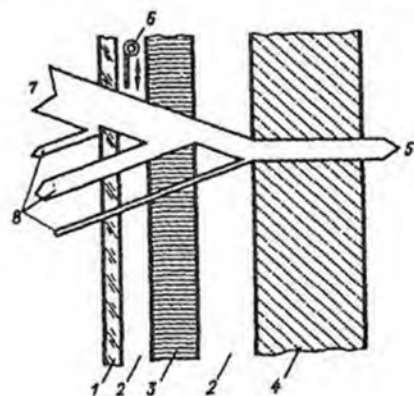
Для охлаждающих поверхностей (напр., наружных ограждений) коэфф. K'_i является приведенным коэфф. теплопередачи от внутр. поверхности к наружному воздуху, отнесенным к площади F_i , а темп-ра $t_{ср,i}$ равна темп-ре наружного воздуха. Для нагретых поверхностей (отопительные панели и др. отопительные приборы) коэфф. K'_i отсчитывается от поверхности панели к теплоносителю со средней темп-рой $t_{ср,i}$. Для поверхностей внутр. ограждений (нейтральных в термич. отношении) составляющая теплообмена — теплопроводность равна нулю. При омывании поверхности струей нагретого или охлажд. воздуха изменение условий теплообмена по направлению движения струи обычно учитывают, разбивая поверхность на элементарные площадки, в пределах к-рых все параметры (скорость, темп-ра струи и площадь поверхности) принимают осредненными, и составляя для каждой элементарной площадки свое уравнение теплового баланса, аналогичное приведенному.

ОБЪЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ И СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ — помещения, в к-рых должен быть обеспечен расчетный микроклимат. В них, как правило, осн. переменные управляемых процессов изменяются во времени и в пространстве. В случае если пренебречь распределенностью параметра по координа-

там не представляется возможным, говорят об объекте с распредел. параметрами. В противном случае, т.е. когда отказ от учета изменения параметра по координате не приводит к существен. погрешности в управлении, можно считать, что объект обладает сосредоточ. параметрами. При управлении параметрами микроклимата в здании объектом управления являются помещение и обслуживающие его вентиляционные системы, системы отопления и охлаждения. Помещения и отд. элементы систем представляют собой объекты с распредел. параметрами. В помещениях большого объема темп-ра распределяется в плане и по высоте, что требует разбивки их на зоны с организацией локальных управляющих систем. Во многих случаях распределенность темп-ры и др. параметров микроклимата невелика, что позволяет отказаться от учета их распределенности, и значительно упрощает задачу управления. Процессы, протекающие в объектах с распредел. параметрами, описываются уравнениями в частных производных, к-рые составляют соответствующую математич. модель с распредел. параметрами.

ОГНЕУПОРНОСТЬ — свойство материалов и изделий противостоять, не расплавляясь, воздействию высоких темп-р. О. выражают через темп-ру, °С, при к-рой образец из данного материала (треугольная усеч. пирамида высотой 30 мм со сторонами оснований 8 и 2 мм), наклоняясь в результате размягчения, касается своей верхней частью поверхности подставки.

ОГРАЖДЕНИЕ С ПРОЗРАЧНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЕЙ — разновидность пассивной системы солнечного отопления "стена — коллектор". Солнечные лучи, пройдя прозрачную теплоизоляцию,



Конструкция наружной стены

1 — остекление; 2 — воздушная прослойка; 3 — прозрачная теплоизоляция; 4 — массивная часть стены; 5 — поток теплоты внутрь помещения; 6 — солнцезащитный экран; 7 — поток солнечной радиации; 8 — потери теплоты в окружающую среду

поглощаются поверхностью стены, окрашенной в темный цвет, и преобразуются ею в тепловую энергию. Часть этой энергии в зависимости от эффективности теплоизоляции, свойств прозрачной теплоизоляции направляется через ограждение внутрь помещения, а часть теряется в окружающей среде. Для предотвращения перегрева помещения в жаркое время прозрачную теплоизоляцию закрывают солнцезащитным экраном или др. солнцезащитными устройствами. Солнцезащитный экран может применяться ночью и в пасмурный зимний день для предотвращения потерь излучением в окружающую среду. Для защиты от атм. воздействий прозрачная теплоизоляция остекляется. В качестве прозрачной теплоизоляции применяют аэрогель ($\lambda = 0,03 \text{ Вт/(м·К)}$; $\tau = 0,37$), капиллярные структуры вдоль направления солнечных лучей из поликарбоната ($\lambda = 0,039 \text{ Вт/(м·К)}$; $\tau = 0,67$), сотовые структуры из того же материала ($\lambda = 0,04 \text{ Вт/(м·К)}$; $\tau = 0,67$), акриловое полистекло ($\lambda = 0,06 \text{ Вт/(м·К)}$; $\tau = 0,4$) и др. Применение О.п.т. целесообразно в р-нах с низкими темп-рами и высокой интенсивностью солнечной радиации в холодный период. Данные системы, как правило, дублируют доп. теплоисточниками.

ОДНОТРУБНАЯ СИСТЕМА ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ — обогревательная установка, стояки или ветви которой состоят из одной трубы, соединяющей последовательно ряд отопительных приборов. Теплоноситель вода в такой системе отопления протекает, постепенно охлаждаясь, через все приборы ряда. По положению трубы, соединяющей отопит. приборы, О.с.в.о. может быть вертикал. (со стояками) и горизонт. (с ветвями); по положению магистралей системы отопления — с верхней разводкой (с верхним расположением подающей и нижней прокладкой обратной магистралей), нижней разводкой (с нижним расположением обеих магистралей) и "опрокинутой" циркуляцией воды (с нижним расположением подающей и верхней прокладкой обратной магистралей).

Вертик. О.с.в.о. с верхней разводкой получила распространение в нач. 50-х гг. Выполнялась с двухстор. (стояки I, II, IV), а потом одностор. присоединением отопит. приборов к стоякам (стояки III и V). Приборные узлы делались как проточными (стояк I), так и с замыкающими (стояки II и III) и обходными (стояки IV и V) участками. В конкретной системе применяется к.-л. один (иногда два) тип стояка. Замыкающие, постоянно проточные участки устраивались осевыми (по оси стояка — стояк II) и смещенными от оси (стояк III), со "сжимами", т.е. с уменьшением диамет-

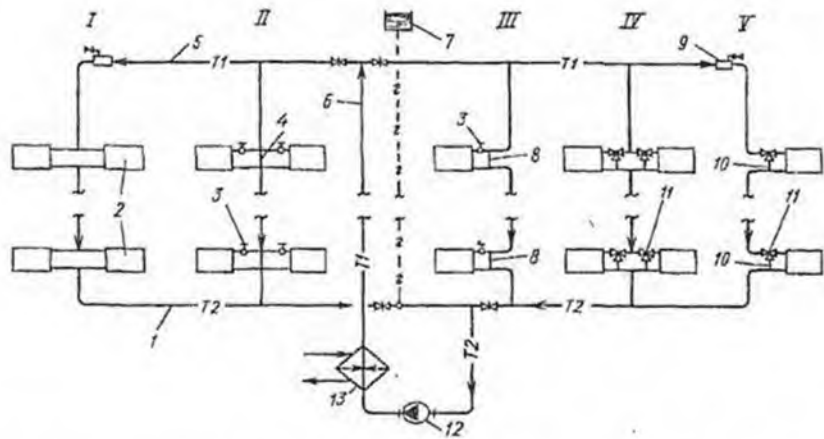


Схема вертикальной однотрубной системы водяного отопления с верхней разводкой и стояками различной (условно) конструкции

I — проточный стояк; II, III — стояки соответственно с осевыми и смещенными замыкающими участками; IV, V — приточно-регулируемые стояки; 1 — обратная магистраль; 2 — отопительные приборы; 3 — краны КРП; 4 — осевой замыкающий участок; 5 — подающая магистраль; 6 — главный стояк; 7 — расширительный бак; 8 — смещенный замыкающий участок; 9 — проточный воздухооборуд.; 10 — обходной участок; 11 — краны КРТ; 12 — циркуляционный насос; 13 — теплообменник

ных участков стояков. Обходные участки (поз. 10 на схеме), предназн. для периодич. использования при индивид. регулировании теплоотдачи приборов трехходовыми кранами (см. Арматура на трубопроводах), устраивали сначала осевыми, а затем, как правило, смещенными. Вертик. О.с.в.о. с верхней разводкой применяется со стояками всех трех типов (проточными, с замыкающими участками

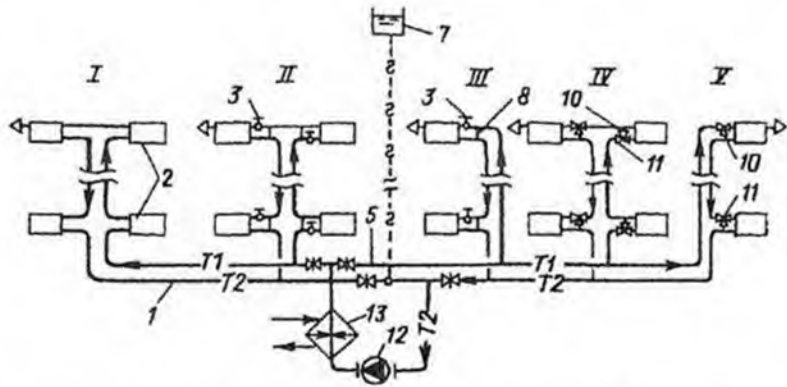


Схема вертикальной однотрубной системы водяного отопления с нижней разводкой и П-образными стояками различной (условно) конструкции

I — проточный стояк; II, III — стояки со смещенными замыкающими участками; IV, V — приточно-регулируемые стояки; остальные обозначения см. на аналогичной схеме с верхней разводкой

ра против диаметра осн. участка стояка, и без "сжимов". Затем было доказано, что "сжимы" осевых замыкающих участков несущественно изменяют кол-во воды, затекающей в приборы (см. Затекание воды в отопительный прибор). В большей степени увеличивается расход воды в приборах при использовании смещенных (от оси стояков) замыкающих участков, при этом обеспечивается и компенсация удлинения труб при нагревании водой межприбор-

и проточно-регулируемыми) в зданиях, имеющих 4—9 этажей и более.

Вертик. О.с.в.о. с нижней разводкой стала распространяться с начала 60-х гг. в связи с массовым стр-вом бесчердачных зданий. В т.ч. П-образных стояках, состоящих из восходящей и нисходящей частей, применялись проточные приборные узлы (стояк I), узлы с замыкающими участками (стояк II) и проточно-регулируемые узлы (стояк IV). При непарных отопит. приборах "холостой" детали восходящую часть стояков (стояки III и V). В пробках верхних радиаторов отопительных или в верхних точках стояков с конвекторами устанавливали воздушные краны. Регулирующую арматуру (краны КРП и КРТ) помещали на подводках, по к-рым

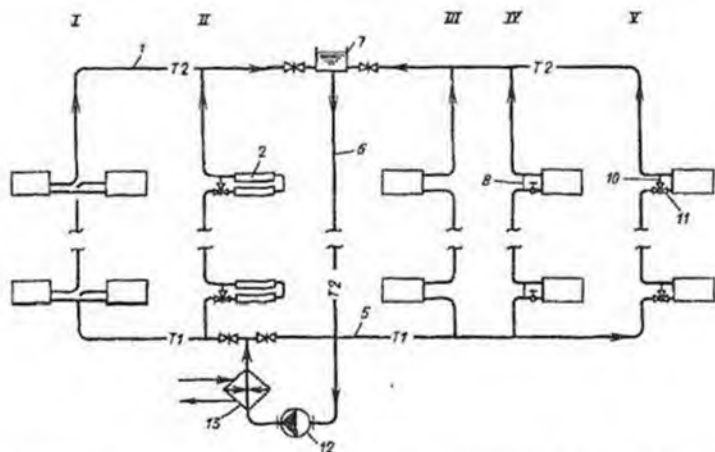


Схема вертикальной однотрубной системы водяного отопления с "опрокинутой" циркуляцией воды, проточным расширительным баком и стояками различной (условно) конструкции I — проточный стояк с конвекторами КН; II, V — проточно-регулируемые стояки с конвекторами КА (II) и радиаторами (V); III — проточный стояк с радиаторами; IV — стояк со смещенными к радиаторам замыкающими участками; остальные обозначения см. на аналогичной схеме в верхней разводке

нием отопит. приборов к трубам и смещенным обходным участком (стояк IV). В таком виде эту систему применяют в бесчердачных многоэтажных (3—7 этажей и более) зданиях, имеющих технич. подполья или подвальные помещения. Систему отопления с II-образными стояками можно включать в действие в процессе монта-

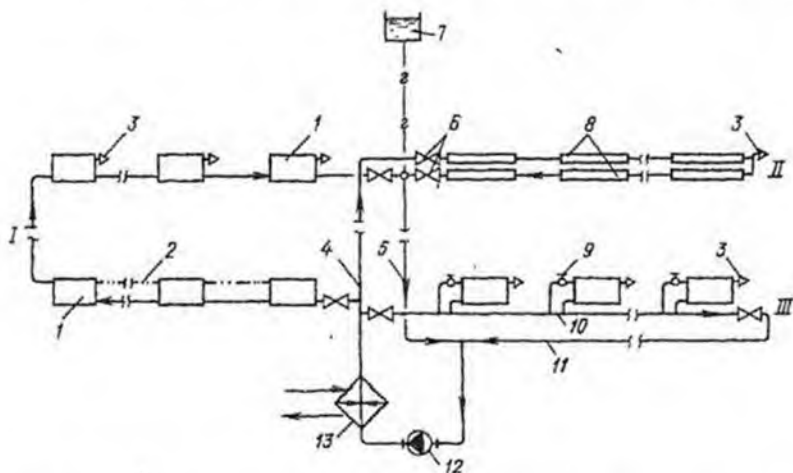


Схема горизонтальной однотрубной системы водяного отопления с ветвями различной (условно) конструкции

I — проточная ветвь для приборов на разных этажах; II — проточная бифилярная ветвь; III — ветвь с замыкающими участками; 1 — радиаторы; 2 — воздушная труба; 3 — воздушные краны; 4 — подающий стояк; 5 — обратный стояк; 6 — вентилю; 7 — расширительный бак; 8 — конвекторы двухтрубные; 9 — краны КРП; 10 — замыкающий участок; 11 — обратная магистраль; 12 — циркуляционный насос; 13 — теплообменник

теплоноситель подается в приборы. В стояках типа стояка II при движении воды снизу вверх уменьшается затекание ее в отопит. приборы, особенно при увеличении их сопротивления. Поэтому предпочтение отдавалось проточно-регулируемым приборным узлам с одностор. присоеди-

жа поэтажно (с временными перемычками); эту особенность системы используют в зимнее время при выполнении внутр. отделочных работ в строящемся многоэтажном здании.

Вертик. О.с.в.о. с "опрокинутой" циркуляцией воды стала применяться с середины 1960-х гг. в зданиях повыш. этажности (10 этажей и более). Стойки таких систем делают проточными (стояки I и III) или со смещенными замыкающими (стояк IV) и обходными (стояки II и V) участками. Осевых замыкающих и обходных участков не применяют. Встречается двустор. присоединение приборов к стояку, напр., при установке конвекторов типа "Комфорт" с двумя горизонтально расположенными греющими трубами (стояк I). Потери дав-

ления в стояках таких систем при расчете предусматривают повыш. для обеспечения устойчивого гидравлич. режима при эксплуатации. В этой системе иногда применяются проточные баки расширительные. Система с "опрокинутой" циркуляцией воды способствует поддержанию равномерного теплового режима во всех помещениях и установке приборов одинаковой площади по высоте здания, когда степень охлаждения воды в стояках соответствует уменьшению теплопотерь однотипных помещений по вертикали. При проектировании этой системы избегают применения колончатых стальных и чугунных радиаторов из-за увеличения их площади при движении воды в них снизу вверх (до 12—14% по сравнению с площадью при движении сверху вниз), а также установки приборов с высоким гидравлич. сопротивлением в стояках с замыкающими участками. В жилых зданиях с чердаками обратные магистрали на них прокладывают без тепловой изоляции: чердаки с учетом теплоотдачи труб становятся "теплыми". Для большинства вертик. О.с.в.о. характерно одностороннее присоединение отопит. приборов к стоякам. Хотя при этом и увеличиваются число стояков и расход труб, зато появляется возможность уменьшить их диаметр и унифицировать приборные узлы. Кроме того, увеличение числа открыто прокладываемых стояков (специально эффективный отопит. прибор) заметно сокращает площадь нагрева поверхности осн. приборов.

Горизонт. О.с.в.о., встречающаяся ранее в осн. в одноэтажных зданиях врем. типа, в последнее время стала применяться для отопления многоэтажных зданий как производств., так и гражданских. Распространение горизонт. системы связано с увеличением длины зданий, внедрением сборных каркасно-панельных конструкций с широким шагом колонн и удлин. световыми проемами. Отсутствие в таких зданиях простенков и отверстий в панелях перекрытий затрудняло размещение традиц. вертик. стояков. Наличие ленточных световых проемов предопределяло размещение отопит. приборов не отд. группами, а в виде цепочек во избежание теплового дискомфорта в помещениях. Соединяя последовательно отопит. приборы увелич. длины короткими трубными вставками, получали горизонт. однотрубные ветви. В горизонт. О.с.в.о. сокращается по сравнению с вертик. системой протяженность теплопроводов, особенно стояков и магистралей. Немногочисл. укрупн. стояки для горизонт. однотрубных ветвей прокладываются во вспомогат. помещениях здания.

В горизонт. однотрубных ветвях применяются проточные нерегулируемые приборные узлы (ветвь I) и регулируемые узлы с замыкающими (ветвь III) и обходными участками. При проточных ветвях

местное регулирование теплопередачи в помещении осуществляется воздушными клапанами в конвекторах с кожухом или общим (для всех приборов на одном этаже) регулирующим краном. Подобная схема применяется с начала 1970-х гг. При использовании в системе отопления здания высокотемпературной воды предусматривают удлинен. горизонт. однотрубные ветви с циркуляцией постепенно охлаждающейся воды снизу вверх через приборы на разных этажах (ветвь D). Тогда высокотемпературная вода будет находиться в зоне повыш. гидростатич. давления, что предотвратит ее вскипание. Горизонт. О.с.в.о. пригодна также для периодич. и дежурного отопления помещений на разл. этажах (напр., при отключающихся технологич. процессах со значит. тепловыделениями), а также для отопления старинных зданий со сводчатыми перекрытиями.

ОЗОНАТОР — аппарат для синтеза озона, используемого для очистки посредством окисления органич. и минерал. загрязнений и для обеззараживания природных и сточных вод. Озон применяется также в технологич. процессах, нефтехим., целлюлозно-бумажной, микробиологич., пищевой, легкой пром-сти, в цветной металлургии, машиностроении и с. х-ве. Его получают воздействием электрич. разряда на кислород — "чистый" или содержащийся в газовых смесях, напр. в воздухе. Продукцией О. является озono-кислородная или озono-воздушная смесь. Разряд производится между двумя электродами в зазоре, через к-рый пропускается кислород или воздух. Возможно применение барьерного или каскадного разряда. При барьерном электроды разделяют слоем диэлектрика, обладающего уд. сопротивлением и электрич. прочностью, исключающим образование разрядов искровой или дуговой формы. В качестве диэлектрика применяют стекло или эмаль. К электродам подводят перем. ток с напряжением, достаточным для образования барьерного разряда. В межэлектродном пространстве возникает т.н. низкотемпературная плазма, в к-рой молекулы кислорода бомбардируются электронами, в результате чего образуется озон. Его концентрация при этом определяется конструкцией О., свойствами диэлектрика, величиной зазора между электродами, равномерностью зазора, качеством и расходом кислорода или воздуха, напряжением и частотой тока, условиями охлаждения и др. параметрами. Обычно на выходе из О. концентрация озона составляет в озono-воздушной смеси 10—20 г/м³, в озono-кислородной — приблизительно в 2 раза больше. По форме электроды и диэлектрики О. с барьерным каскадом бывают трубчатыми и пластинчатыми. Практич. применение получили О. с трубчатыми электродами.

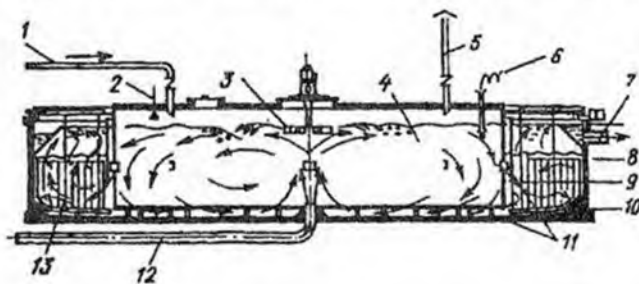
ОКСИТЕНК — сооружение для биологич. очистки сточных вод (преимущественно от растворенных органич. в-в) с помощью аэробных бактерий с использованием кислорода. Конструктивно О. выполнен в виде круглого резервуара, внутри к-рого устроена цилиндрич. перегородка, разделяющая его на зону реакции, расположен. в центре, и зону илоотделения, находящуюся на периферии. Сточная вода поступает в нижнюю часть реактора, где с помощью механ. аэратора смешивается с активным илом и насыщается кислородом. Под воздействием скоростного напора, создаваемого аэратором, иловая смесь через окна в перегородке поступает в илоотделитель. Щитки этих окон направляют поток по касательной, поэтому в илоотделителе происходит медленное вращение иловой смеси, что создает благоприятные условия для ускорения процесса илоотделения. Вода, проходя через слой взвешенного активного ила, в к-ром содержится достаточное кол-во раствор. кисло-

жения парциального давления кислорода вызывает пропорциональное снижение его концентрации в иловой смеси. При падении концентрации раствор. кислорода до заданного уровня позиций. устройство кислородного датчика включает привод продувочного клапана. При открывании последнего из реактора в атмосферу выбрасывается объединенная газовая смесь, вытесняемая кислородом, поступающим через клапан при падении давления в надводном пространстве. Продувка длится до тех пор, пока концентрация раствор. кислорода не достигнет заданного уровня. Зона илоотделения оборудована илоскребок с решетчатой мешалкой. В другой модификации О. механ. аэратор снабжен регулируемыми по длине лопатками и стабилизаторами, предотвращающ. чрезмерное вращение иловой смеси в реакторе, что способствует повышению эффективности аэрации.

Существенным преимуществом биологич. очистки с применением кислорода является снижение прироста активного

Схема окситенка

1 — подача кислорода; 2 — датчик давления в газовой фазе реактора; 3 — аэратор; 4 — реактор; 5 — стоик продувки газовой фазы; 6 — датчик растворенного кислорода; 7 — отвод очищенной воды; 8 — защитная зона илоотделителя; 9 — зона циркуляции ила; 10 — перепускные окна; 11 — подача сточной воды; 12 — илоскребок с перемещающейся решеткой



рода, дополнительно очищается от грубодиспергированных и растворенных органич. в-в. Очищенная вода сливается в сборный лоток, циркуляц. ил опускается на коническое дно илоотделителя и через нижние отверстия в перегородке подсыпается в реактор. При биохим. окислении примесей сточной воды из надводного пространства зоны реакции потребляется кислород, вследствие чего его парциальное давление, а также общее давление в надводном пространстве снижаются. При снижении давления до установленного значения датчик давления подает сигнал на открытие клапана, через к-рый кислород поступает в реактор. При достижении заданного давления в реакторе клапан закрывается, прекращая подачу кислорода.

В результате жизнедеятельности микроорганизмов активного ила происходит выделение диоксида углерода и вследствие аэрации — десорбция азота из сточных вод, поэтому через нек-рое время парциальное давление кислорода в надводном пространстве снижается и увеличивается содержание газообразных продуктов окисления и инертных газов, к-рые удаляются автоматически при продувке. Сни-

жения парциального давления кислорода позволяет сократить кол-во избыточного ила до 48% и расходы на его обработку. Сопоставление энергозатрат на очистку сточных вод в О. и аэротенках показывает, что применение кислорода позволяет снизить расход энергии в 1,3—1,7 раза. Благодаря экономии энергии, наблюдаемой в процессе растворения кислорода в иловой смеси, с избытком компенсируются энергозатраты на произ-во кислорода. Улучшение седиментац. свойств ила при повыш. концентрациях раствор. кислорода позволяет более эффективно уплотнить ил перед обезвоживанием (до влажности 96—92% после О. по сравнению с 98,8—96,5% после аэротенков). Кислородный ил обезвоживается на вакуум-фильтрах и центрифугах лучше, чем ил из аэротенков. При вакуум-фильтрации доза реагентов (FeCl₃) снижается в 1,5 раза, а пропускная способность фильтра возрастает в 1,5—3 раза. При центрифугировании кислородного ила расход полимерных флокулянтов снижается в 2—3 раза, а произ-сть центрифуги возрастает на 30% при более глубоком обезвоживании осадка. Практика показала целесообразность широкого применения процесса

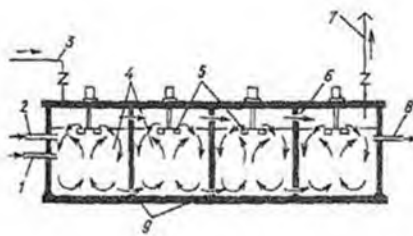


Схема окситенка системы "Юнокс"

1, 2, 3 — трубопроводы для подачи соответственно воды, циркуляц. ила и кислорода; 4 — ячейки реактора; 5 — азараторы; 6 — отверстия для перепуска газа; 7 — труба для сброса газа; 8 — трубопровод для отвода иловой смеси на вторичный отстойник; 9 — перепускные отверстия

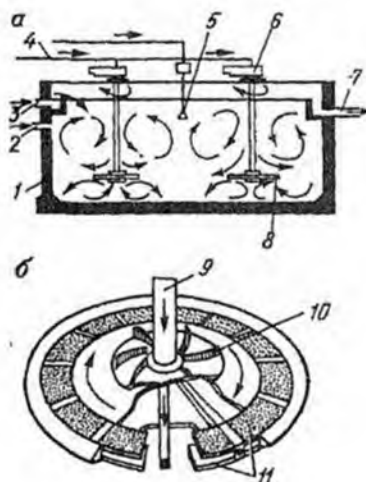


Схема окситенка системы "Марокс"

а — общий вид; б — вращающийся диффузор; 1 — резервуар; 2 — труба для впуска циркуляц. ила; 3, 4 — трубопроводы для подачи сточных вод и кислорода; 5 — датчик растворенного кислорода; 6 — приводы диффузоров; 7 — труба для отвода иловой смеси на вторичные отстойники; 8 — диффузор; 9 — полый вал; 10 — лопасти для перемешивания; 11 — пористые пластины

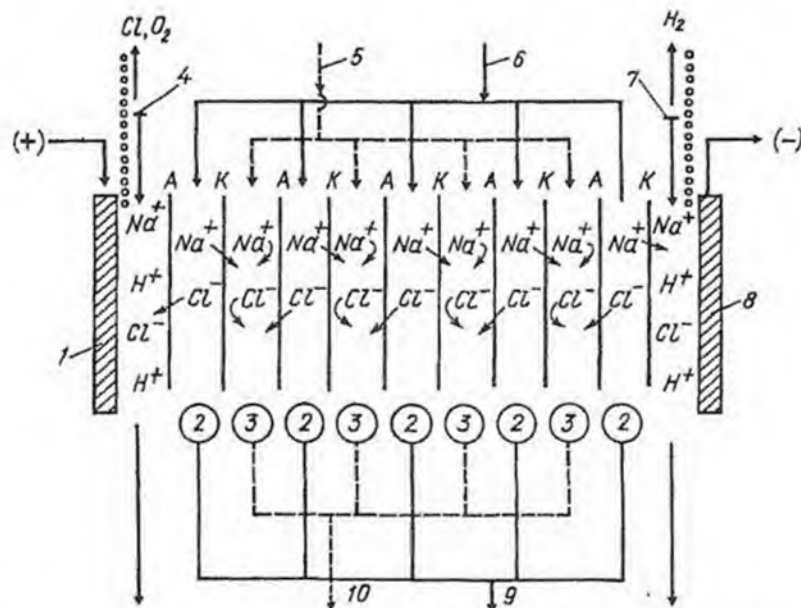
биологич. очистки с применением кислорода. Этот способ рентабелен не только в условиях снабжения очистных сооружений кислородом от действующих пром. установок, но и при стр-ве собств. кислородных станций.

Имеются модификации О., работающие по принципу аэротенков-вытеснителей, в к-рых зона реакции разделена на отдельные секции (фирма "Юнокс" (США), где исходная вода с активным илом и кислород движутся попутно. Находит применение (в США) открытые системы "Марокс", оборудованные диспергаторами газа, с помощью к-рых кислород дробится до мельчайших пузырьков, удерживаемых в потоке жидкости в реакторе до их полного растворения.

ОПРЕСНЕНИЕ ВОДЫ — способ обработки воды с целью снижения концентрации раствор. солей до концентрации не более 1 г/л, при к-ром вода становится пригодной для питьевых и хозяйств. целей. См. также *Опреснение воды электродиализом, Опреснение и обессоливание воды дистилляцией.*

ОПРЕСНЕНИЕ ВОДЫ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗОМ — процесс выделения из воды растворенных примесей через селективные ионообменные мембраны под действием постоянного электрич. тока. Процесс осуществляется в специальном аппарате — электродиализаторе, представляющем собой набор чередующихся

ны из диллоатных камер, но задерживаются катионообменными мембранами в рассольных камерах. В результате в диллоатных камерах вода обессоливается, а в смежных рассольных камерах концентрация ионов эквивалентно повышается. В процессе обессоливания помимо ионов растворенных в воде солей участвуют H^+ и OH^- ионы, появляющиеся в растворе в результате диссоциации воды. На катоде ионы металлов и водород, приобретая электроны, восстанавливаются. Водород выделяется в виде пузырьков газа и уходит из жидкой фазы. Одновременно в анодном пространстве происходит окисление на аноде OH^-, Cl^-, SO_4^{2-} и др. ионов с образованием кислорода, хлора и кислот. Для изготовления электродов применяются в ос-



Опреснение воды электродиализом

А — анонообменная и К — катионообменная мембраны; 1 — анод; 2 — опресняющие камеры; 3 — концентрирующие (рассольные) камеры; 4 — промывка анодной камеры; 5 — подача воды на концентрирование; 6 — подача исходной воды на опреснение; 7 — промывка катодной камеры; 8 — катод; 9 — отвод опресненной воды; 10 — отвод концентрата

катионообменных и анонообменных мембран, к-рые образуют чередующиеся обессоливающие (диллоатные) и концентрирующие (рассольные) камеры между парой электродов — анодом и катодом. При пропускании пост. электрич. тока ионы растворенных в воде солей — катионы, двигаясь к катоду из диллоатных камер, свободно проникают через катионообменные мембраны, но задерживаются анонообменными мембранами в рассольных камерах, а анионы, двигаясь к аноду, проходят через анонообменные мембра-

новом платинированный титан и графит. Слой платины толщиной 1—3 мкм наносится на титан электролитически. Скорость разрушения платины достигает 2% в год на 1 т соли, извлеченной из опресняемой воды. Оптимальное расстояние между мембранами составляет 0,8—1,2 мм. Кол-во рабочих камер, размещаемых между парой электродов, зависит от напряжения и определяется содержанием опресняемой воды, конструкцией рабочих камер и обычно составляет 150—300. Общий уд. расход электроэнергии на О.в.э., включая расход на циркуляцию опресняемой воды и рассола, составляет около 0,8—1,2 кВт·ч/кг удаляемой соли. На практике существуют факторы, обуславливающие повыш. затраты электрич. энергии. К ним относятся: неполная селективность ионообменных мембран (катионообменные мембраны в небольшой степени проница-

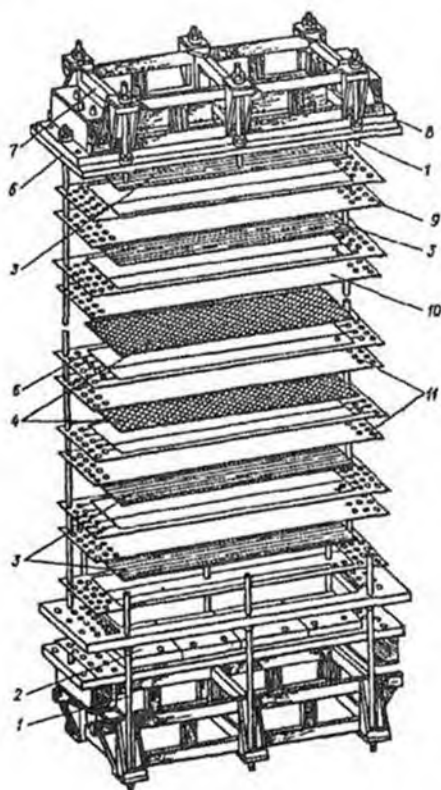


Схема сборки электродиализатора

1 — стальные шпильки; 2 — электроды; 3 — сепараторы электродных и буферных камер; 4 — сепараторные сетки; 5 — прокладки; 6 — пакетные рамы; 7 — стяжные рамы; 8 — торцовые плиты; 9 — инертные мембраны; 10, 11 — мембраны катионо- и анионообменные

емы для анионов, а анионообменные — для катионов); обратная диффузия (проникновение) ионов через ионообменные мембраны; утечка тока и др. Большое влияние на ухудшение процесса электродиализа оказывает т. н. концентрационная поляризация ионообменных мембран (разность концентраций ионов в массе воды и в пристенном слое мембраны). Опыт эксплуатации электродиализных установок показал, что при опреснении жестких вод в рассольных камерах наблюдается выпадение гипса и щелочных отложений, в катодных — щелочных отложений. Для предотвращения выпадения отложений в катодных и рассольных камерах увеличивают турбулизацию потока, производят подкисление рассола, периодически переполняют накопительные камеры, введение ингибиторов накилеобразования. На стабильность работы электродиализных установок влияют присутствующие в воде многовалентные ионы (железо и др.) и органические в-ва, к-рые могут необратимо сорбироваться ионообменными мембранами — отравлять их. Для поддержания нормальной работы

электродиализных установок рекомендуется по возможности предварит. удалить из воды многовалентные ионы и органич. в-ва (с помощью реагентов, активных углей), направлять на установки воду с окисляемостью не более 3—5 мг O_2 /л, содержанием взвеш. в-в не более 1—2 мг/л железа и марганца (суммарно) не более 0,05 мг/л.

ОПРЕСНЕНИЕ И ОБЕССОЛИВАНИЕ ВОДЫ ДИСТИЛЛЯЦИЕЙ (от лат. *distillatio*, стекание каплями) — нагревание воды до темп-ры кипения, изменение ее агрегатного состояния — превращение в пар, охлаждение пара и получение *конденсата* (дистиллята). В условиях кипения молекулы воды за счет теплового и колебат. движений приобретают энергию, достаточную для преодоления сил межмолекулярного притяжения, и выносятся в паровое пространство. Малоподвижные ионы солей, не имея такого запаса энергии, остаются в растворе, т.е. происходит разрушение связей между ионами солей и молекулами воды. Образующийся пар при давлениях до 5 МПа не содержит солей исходной воды и при последующей конденсации переходит в дистиллят (обессоленную воду). Способ дистилляции был известен с древнейших времен. В 1872 в Лос-Салинас (Чили) была построена солнечная опреснит. установка, дававшая около 20 м³/сут опресненной воды. На построенной в 1899 в Баку опреснит. установке получали 1200 м³/сут опресненной воды; в то время она была одной из крупнейших в мире. Опреснит. установки для целей водоснабжения были сооружены и в др. странах. Однако к разработке способов опреснения соленых вод как к одной из важнейших научно-технических проблем ученые приступили с 1952, когда при ЮНЕСКО была создана группа, координирующая программу работ в международном масштабе.

Дистилляция — один из наиболее распространен. и изученных способов получения пресной воды в крупных пром. масштабах. Дистилляц. опреснит. установка (ДОУ) состоит из стандартизов. и нестандартизов. осн. и вспомогат. оборудования, соединенного трубопроводами, потребляет тепловую и электрич. энергию, питат. и охлаждающую воду и выдает дистиллят в качестве готового продукта и концентратов. рассол — отхода произ-ва. ДОУ широко применяют не только для получения пресной воды, но и для переработки разнообразных производств. стоков с целью защиты водоемов от солевого и токсичного загрязнения путем создания замкнутого водооборота на разл. произ-вах. Дистилляц. методы опреснения весьма разнообразны, однако все они осуществляются на установках, осн. элементами к-рых являются *испаритель* и *конденсатор*.

Так, в одноступенчатой дистилляционной установке вода в нагревателе подогревается и испаряется за счет теплоты греющего пара, конденсирующегося в нагреват. элементе. Вторичный пар из испарителя, прошедший через спец. сепарат. (брызгоуловит.) устройство, поступает в конденсатор, где образуется дистиллят. Конденсатор охлаждается опресняемой водой, одна часть к-рой служит питат. водой для испарителя, другая (большая) сбрасывается в виде охлаждающей воды. От испарителя отводятся рассол и конденсат греющего пара. Одноступенчатый процесс дистилляции характеризуется очень низкой эффективностью, поскольку с учетом потерь теплоты для получения 1 т дистиллята требуется затратить до 1,2 т греющего пара. Существуют более эффективные многоступенчатые установки с разнообразными методами опреснения и принципами действия.

Осн. типами ДОУ являются много-

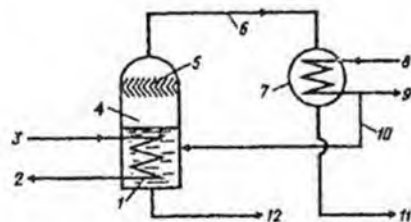


Схема одноступенчатой ДОУ

1 — нагреват. элемент; 2 — конденсат греющего пара; 3 — греющий пар (или вода); 4 — испаритель; 5 — сепаратор (брызгоуловитель); 6 — вторичный пар; 7 — конденсатор; 8 — опресняющая вода; 9 — охлаждающая вода; 10 — питат. вода; 11 — дистиллят; 12 — рассол

корпусные с выпарными аппаратами и мгновенного вскипания. С увеличением числа выпарных аппаратов значительно снижается расход греющего пара на получение дистиллята и уд. расход теплоты на его выработку. Однако увеличение числа ступеней испарения при фиксиров. начальных и конечных темп-рных параметрах приводит к уменьшению темп-рного перепада на каждом выпарном аппарате, что приводит к увеличению его габаритов, расходу металла, потерям теплоты и т.п. Поэтому при многокорпусной выпарке в ДОУ обычно бывает не более 10—12 корпусов выпаривания с темп-рным перепадом не менее 5—6°С на каждый аппарат. В нашей стране широкое пром. внедрение получили преимущественно ДОУ с вертикал. длиннотрубными выпарными аппаратами (5—10 корпусов). За рубежом наиболее распространены ДОУ мгновенного вскипания.

Осн. недостаток ДОУ — опасность загрязнения поверхностей теплообмена накипью, в результате чего резко снижается их тепловая эффективность. Осн. ком-

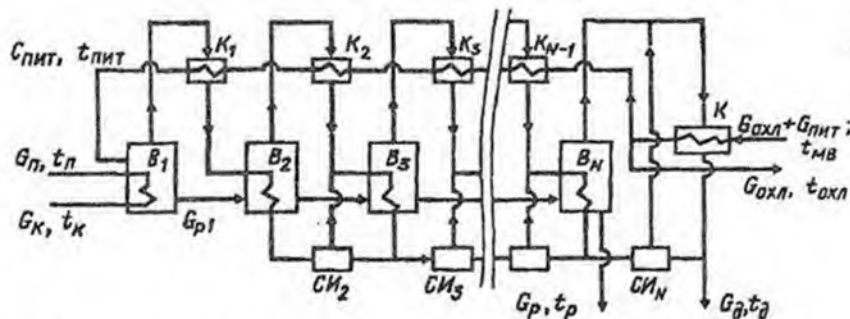


Схема многоступенчатой ДОУ

B — выпарной аппарат; K — конденсатор; CH — самоиспаритель; C — расход; t — температура; G — расход

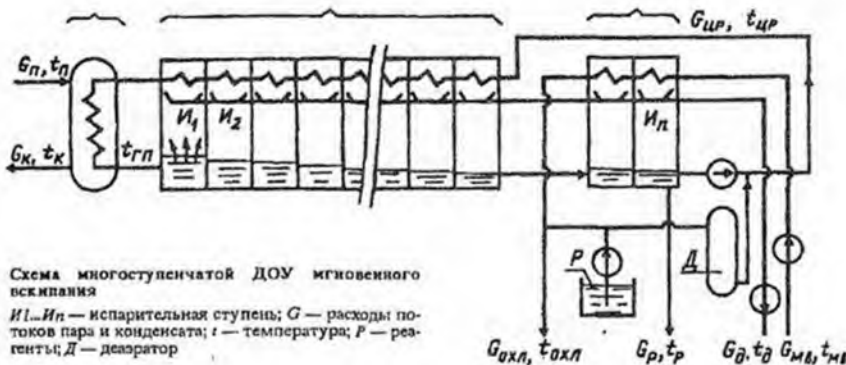


Схема многоступенчатой ДОУ мгновенного вскипания

$И_1, И_2, \dots, И_N$ — испарительная ступень; G — расходы потоков пара и конденсата; t — температура; P — реактен; D — деаэрация

поненты накипи при опреснении морской воды — карбонат кальция, гидроксид магния и сульфат кальция, образующиеся из-за повышения темп-ры и концентрирования морской воды в процессе испарения. Для предотвращения образования накипи, обусловленной щелочностью воды, применяют следующие методы: рециркуляцию затравочных кристаллов тонкомого мела; дозирование полифосфатов или др. ингибиторов накипи (антинакипинов); дозирование серной или соляной к-ты. В отечестве. практике наибольшее распространение имеет метод рециркуляции затравочных кристаллов мела, а за рубежом — метод подкисления. После ввода к-ты с целью снижения коррозионных свойств вода должна обрабатываться по схеме: атмосферная декарбонизация и вакуумная деаэрация с контролем рН на уровне 7,4—7,6. Остаточное содержание кислорода после системы деаэрации не превышает 0,04 мг/л, а углек-ты — 1—3 мг/л; для более глубокого снижения содержания кислорода до 0,01 мг/л применяют дозирование раствора сульфита натрия.

Материальные балансы ДОУ характеризуются определ. соотношениями кол-ва воды для подпитки ДОУ, получаемого

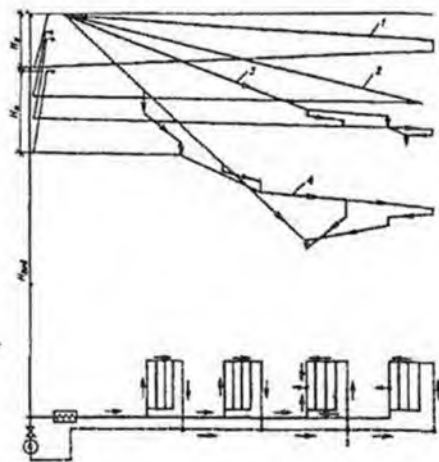
дистиллята и отводимого рассола: $G_{плит} = G_{д} + G_{р}$.

Осн. темп-ными параметрами ДОУ являются: темп-ра циркулирующего рассола на выходе из головного подогревателя (определяется по условиям предотвращения сульфатного накипобразования); темп-ра исходной (охлаждающей) воды; темп-ра сбрасываемого рассола (должна быть как можно ниже для обеспечения эффективности ДОУ, но на практике разность темп-р между сбрасываемым рассолом и темп-рой исходной воды находится в пределах 5—15°С); темп-ра дистиллята, выходящего из последней ступени, к-рая неск. меньше темп-ры сбрасываемого рассола; темп-ра греющего пара.

Приведенные темп-ры с учетом расходов исходной воды, рассола и дистиллята определяют тепловой баланс ДОУ. Осн. показателем тепловой эффективности ДОУ является к-л-во теплоты, необходимое для произ-ва 1 м³ пресной воды. В зарубежной практике часто используют показатель выхода дистиллята, кг, на 1 кг греющего пара.

ОПРОКИДЫВАНИЕ ЦИРКУЛЯЦИИ — изменение направления движения воды в циркуляц. трубопроводах.

При полном отсутствии водоразбора система горячего водоснабжения становится замкнутой, в подающем и циркуляц. трубопроводах устанавливается один и тот же циркуляц. расход воды. Разность давлений, создаваемая циркуляц. насосом, тратится на преодоление гидравлич. сопротивления трубопроводов. При наличии небольшого водоразбора общее гидравлич. сопротивление системы уменьшается, в подающих трубопроводах замкнутого контура происходит доп-нит. расход воды, потери давления в них растут. Т.к. напор циркуляц. насоса остается неизменным, с увеличением потерь давления в подающем трубопроводе возможные потери давления в циркуляционных стояке и магистрали уменьшаются, что приводит к сокращению циркуляц. расхода в системе. Дальнейшее увеличение водоразбора приводит к снижению давления в подающем трубопроводе. У наиболее удаленного от насоса секционно-водоразборного узла в подающей и циркуляц. магистрали давление становится равным, циркуляция через узел прекращается. Поскольку давление в циркуляц. магистрали также становится ниже, чем при первонач. режиме, напор циркуляц. насоса для подачи воды в подающий трубопровод становится недостаточным, обратный клапан на выходе из насоса закрывается, движение воды в циркуляц. магистрали прекращается (кривая 2). При увеличении водоразбора давление в подающем трубопроводе продолжает падать, в удаленных секц. узлах вода из циркуляц. магистрали по циркуляц. стояку перетекает в подающие стояки к открытым водоразборным приборам. Происходит О.ц. в трубопроводах, удаленных от центрального теплового пункта



Графики пьезометрических напоров в системе горячего водоснабжения

1 — при отсутствии водоразбора; 2, 3 и 4 — при водоразборе соответственно небольшом, среднем и максимальном; графики пьезометрических напоров в системе горячего водоснабжения

(кривые 3 и 4). При макс. водоразборе О.ц. наблюдается в значит. части секц. узлов, кроме наиболее близко располож. к тепло-вому пункту. Чем больше разность давлений, создаваемая циркуляц. насосом, тем дольше сохраняется норм. циркуляция в системе горячего водоснабжения. Однако сохранение циркуляции при значит. водоразборе приводит к увеличению расхода воды в подающем трубопроводе и значит. снижению давления в нем. Работа циркуляц. насоса при макс. водоразборе может привести к нарушению подачи горячей воды на верхние этажи зданий, удаленных от центрального теплового пункта, т.к. напор в системе холодного водоснабжения рассчитывается на режим макс. водоразбора при отсутствии циркуляции.

О.ц. может привести в нек-рому снижению темп-ры воды, поступающей к водоразборному прибору, т.к. путь движения воды увеличивается. Оптим. параметры циркуляц. насоса должны определяться допустимым темп-рным режимом в системе горячего водоснабжения.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВОЗДУХООБМЕНА — выбор мест и способов подачи и удаления воздуха из помещения, а также расходов и параметров как приточного, так и вытяжного воздуха.

ОСАДКИ ГОРОДСКИХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД — суспензии, выделяемые из сточных вод в процессе их механич., биологич., физико-хим. и реагентной очистки. Различают следующие основные виды осадков: сырой, включающий взвешенные в-ва, к-рые задерживаются в первичных отстойниках; активный ил, задерживаемый во вторичных отстойниках после биологич. очистки и подразделяемый на циркулирующий, участвующий в биологич. очистке, и избыточный, удаляемый из системы; анаэробно-сброженный в осветлителях-перегнивателях, двухъярусных отстойниках или метантенках; аэробно-стабилизированный в сооружениях типа аэротенков активный ил или смесь его с осадком из первичных отстойников; сгущенный или уплотненный активный ил, осадок из первичных отстойников или их смесь в сгустителях или уплотнителях; подсушенный на иловых площадках; обезвоженный на механич. аппаратах, напр. на вакуум-фильтрах, центрифугах, термически высушенный в различных сушилках. На очистных сооружениях пром. предприятий образуются осадки, к-рые в зависимости от характера произ-ва и технологич. процессов могут отличаться в значит. мере по хим. составу, влажности, кол-ву сухого в-ва, по цвету и запаху, соотношению органич. и минер. компонентов и по др. показателям от осадков городских станций аэрации. Кол-во сырого осадка, выгружа-

емого из первичных отстойников, зависит от эффекта осветления сточных вод и ориентировочно составляет 50—60% кол-ва взвешенных в-в в сточных водах. Средняя влажность сырого осадка 95% при гидростатич. удалении или 93,8% при удалении насосами. Влажность избыточного активного ила, выгружаемого из вторичных отстойников после аэротенков, — 99,2—99,7%, а после биофильтров — 96—96,5%.

Кол-во избыточного активного ила определяют исходя из кол-ва взвешенных в-в и БПК поступающих в аэротенки сточных вод. Оно составляет в среднем 100—200 г сухого в-ва на 1 м³ очищаемых сточных вод. Кол-во осадка, образующегося при физико-хим. и реагентной очистке сточных вод, зависит от состава сточных вод, типа и дозы применяемых реагентов и при влажности 95—96% в среднем в 2,5 раза превышает кол-во сырого осадка из первичных отстойников. Для ориентировочных расчетов кол-во смеси осадка из первичных отстойников и уплотненного избыточного активного ила средней влажности 96,2% может приниматься равным 0,8 кол-ва очищаемых сточных вод. Сырые осадки из первичных отстойников отличаются большой неоднородностью и представляют собой студенистую суспензию серого или светло-коричневого цвета с кисловатым запахом. Вследствие большого кол-ва органич. в-в они быстро загнивают, приобретая темно-серый или черный цвет и издавая неприятный кислый запах. Сброженные осадки отличаются более однородной структурой и представляют собой суспензии черного или темно-серого цвета. Влажность осадка, выгружаемого из метантенков, зависит от соотношения осадка из первичных отстойников и активного ила по сухому в-ву и распадается безольного в-ва. При сбравивании смеси осадка из первичных отстойников и уплотненного избыточного активного ила средняя влажность осадка, выгружаемого из метантенков, может приниматься равной 97%, из двухступенчатых метантенков и осветлителей-перегнивателей — 93%, из аэробных стабилизаторов после 1,5—5-часового уплотнения — 95—98%. Основную часть сухого в-ва осадка из первичных отстойников (в среднем 60—75%) и активного ила (в среднем 70—75%) составляют органич. в-ва. Органич. часть активного ила в осн. состоит из в-в белкового происхождения (до 50%) при содержании жиров и углеводов соответственно до 30 и 10%. В сыром осадке из первичных отстойников белков примерно в 2 раза меньше, а углеводов в 2,5—3 раза больше, чем в активном иле.

Бактериальная загрязненность осадков городских и нек-рых производств. сточных вод огромна. В них имеются все основные формы бактериальных организ-

мов: кокки, палочки, спираллы. Из патогенных микроорганизмов встречаются возбудители желудочно-кишечных и др. заболеваний, большое число яиц гельминтов. Осадки городских сточных вод (сырые и сброженные) при влажности более 90% представляют собой жидкую текучую массу, при влажности 86—90% имеют консистенцию сметаны, при влажности 82—85% похожи на жидкую грязь, а при более низкой влажности напоминают слегка влажную землю. Активный ил уже при влажности 88—91% имеет консистенцию сметаны, а при 85—87% и ниже — вид влажной земли. Большая часть влаги осадков находится в связанном состоянии, поэтому они обладают плохой водоотдачей. Сухое в-во сырых осадков имеет след. состав, % массы сухого в-ва осадка: 35,4—87,8 углерода; 4,5—8,7 водорода; 0,2—2,7 серы; 1,8—8 азота; 7,6—35,4 кислорода; сухое в-во активного ила содержит, %: 44,0—75,8 углерода, 5—8,2 водорода, 0,9—2,7 серы, 3,3—9,9 азота, 12,5—43,2 кислорода. В осадках содержатся соединения кремния, алюминия, железа, кальция, магния, калия, натрия, цинка, никеля, хрома и др. Хим. состав осадков оказывает влияние на их водоотдачу. Соединения железа, алюминия, хрома, меди, а также к-ты, щелочи и нек-рые др. в-ва, содержащиеся в производств. сточных водах, способствуют интенсификации процесса обезвоживания осадков и снижают расход хим. реагентов на их коагуляцию перед обезвоживанием. Масла, жиры, азотистые соединения, волокнистые в-ва являются, наоборот, неблагоприятными компонентами, замедляющими этот процесс. Обволакивая частицы осадка, они нарушают процессы уплотнения и коагуляции, а также увеличивают содержание органич. в-в в осадке, что сказывается на ухудшении его водоотдачи. Водоотдача осадков во многом зависит от размера частиц их твердой фазы. Чем больше размеры частиц твердой фазы, тем лучше их водоотдача. Дисперсная фаза осадков включает частицы органич. и минер. происхождения различных размеров, формы и свойств. Сброженный в метантенках осадок по сравнению со свежим имеет более мелкую и однородную структуру, число частиц размером менее 1 мм в нем составляет в среднем 85%. В активном иле число частиц размером менее 1 мм достигает 98% массы сухого в-ва активного ила, размером 1—3 мм — 1,6%, более 3 мм — 0,4%. Плотность осадков городских сточных вод близка к 1, твердая их фаза имеет среднюю плотность 1,2—1,4 т/м³. Водоотдающая способность осадков характеризуется уд. сопротивлением осадков сточных вод фильтрации.

ОСАДКИ ПРИРОДНЫХ ВОД — вещества, выделяющиеся из природных

вод в процессе их очистки, а также взвеш. примеси, поступающие в источники водоснабжения с дождевыми и сточными водами, при размыве русел рек и развитии в воде водосточников планктона. Состав, концентрация и кол-во О.п.в. определяются качеством исходной воды, к-рое характеризуется мутностью, цветностью, качеством хим. реагентов, используемых в процессе очистки воды, а также составом очистных сооружений (см. *Очистка природных вод и водоподготовка*). Преобладание крупных частиц в исходной воде, присущее малоцветным мутным и высокомутным водам, приводит к образованию осадка с большой концентрацией взвеш. в-в и меньшим содержанием связ. воды и гидроксида алюминия или железа. По мере снижения мутности и увеличения цветности воды повышаются влажность осадка и содержание в нем гидроксидов. В среднем концентрация исходного осадка колеблется от 0,1 до 0,3% — для осадков маломутных цветных и высокоцветных вод, от 1 до 3% — мутных и высокомутных. Кол-во осадка изменяется обычно от 0,1 до 1%, а в отд. случаях до 5% объема очищаемой на станции воды.

В равнинных реках со спокойным течением и в водохранилищах преобладают мелкие взвеш. в-ва, содержание к-рых колеблется от 0,01—0,02 до 0,25—0,3 кг/м³. В горных реках резко увеличивается кол-во крупных частиц, отличающихся по составу значит. полидисперсностью. На гранулометрич. состав осадка существенно влияет соотношение разл. форм гуминовых в-в, находящихся в воде в коллоидном и истинно растворенном состоянии. Зависит он также от технологич. схемы очистки воды и конструктивных особенностей сооружений. При двухступ. очистке (*отстойники* — скорые фильтры, осветлители — скорые фильтры) наиболее крупные частицы размером 10⁶ м задерживаются в отстойниках и осветлителях со взвеш. слем осадка. Осадки промывных вод фильтров более высокодисперсны и содержат повыш. кол-во частиц размером менее 10⁶ м. При одноступ. очистке (отстойник, осветлители) гранулометрич. состав осадка промывных вод *осветлителей компактных* характеризуется большой полидисперсностью.

Содержание сухого в-ва в свежих осадках после 45—60 мин отстаивания составляет, %: для высокоцветных маломутных вод — 0,3—0,4, вод средней цветности и мутности — 0,4—0,8, мутных — 0,8—2 и более. Нерастворимый в соляной к-те остаток в осадке мутных вод составляет 40—50%, цветных вод — 2—15%. Потери при прокаливании в осадках цветных маломутных вод составляют — 70% и более, мутных малоцветных — 20—15%. В сухом осадке наличие органич. углерода колеблется для цветных маломутных вод

от 5 до 20% и более, для мутных вод — до 5%. Оксид кремния SiO₂ в осадке цветных маломутных вод обычно содержится 1—10% массы сухих в-в, в осадке мутных вод — нередко 50% и более. Кол-во алюминия и железа невелико, что объясняется незначит. содержанием их в поверхностных источниках. При использовании сульфата алюминия, применяемого в процессе очистки воды, кол-во алюминия в осадке в расчете на оксид Al₂O₃ достигает 50% и более массы сухих в-в осадка, в то время как кол-во железа (по Fe₂O₃) составляет 0,5—5%. При применении железосодержащих коагулянтов Fe₂(SO₄)₃ или FeCl₃ определяющим компонентом осадка является железо в гидроксидной форме, дополняемое железосодержащими соединениями исходной воды. Кол-во алюминия в таких осадках весьма незначительно, содержание оксида Fe₂O₃ составляет 6—10% и лишь 0,5% Al₂O₃. Общее кол-во солей кальция и магния невелико: для Ca в пересчете на СаО — 0,2—5%, а для MgO — 1,0—2,0%. Однако в тех случаях, когда с целью стабилизации воды в нее добавляют известь, содержание солей кальция в осадках достигает 30% массы сухого в-ва.

Плотность осадков маломутных высокоцветных вод мало отличается от плотности осадка из хлопьев чистого гидроксида железа и немного превышает плотность осадка из хлопьев чистого гидроксида алюминия. Возрастание мутности исходной воды приводит к увеличению плотности образовавшегося осадка. При этом снижается процентное содержание гидроксидов в осадке. Введение высокомолекулярных флокулянтов совместно с минер. коагулянтами позволяет получить более плотный осадок.

Угол скольжения — важный технологич. показатель, характеризующий способность осадка перемещаться под действием силы тяжести по наклонной поверхности. Обычно для осадков, содержащих гидроксид алюминия, он изменяется в пределах 50—70°.

Влажность — один из осн. показателей, определяющих кол-во и качество осадка, а соответственно объемы и стоимость сооружений для его обработки. Обычно влажность осадков, образующихся в процессе реагентной очистки вод поверхностных источников, колеблется в широких пределах — от 92—94 до 99,5—99,8% в зависимости от качества исходной воды и технологич. схемы ее очистки.

Водоотдающая способность характеризуется уд. сопротивлением осадка фильтрации γ . Его значение тем ниже, чем выше водоотдача осадка, и, наоборот, снижение водоотдачи осадка характеризуется повышением значения γ . Для большинства гидроксидных осадков природных вод значение γ колеблется в широких пределах в

зависимости от качества исходной воды, из к-рой получен конкретный осадок, а также от дозы и вида реагентов, используемых при очистке воды. Значения γ для осадков вод повыш. мутности изменяются от 1000·10¹⁰ до 6000·10¹⁰ м/кг, а для осадков маломутных цветных вод — от 6000·10¹⁰ до 30 000·10¹⁰ м/кг, при этом большие значения соответствуют осадкам, полученным из более цветных и менее мутных вод. При обезвоживании осадков, уд. сопротивление фильтрации к-рых превышает 500·10¹⁰ м/кг, необходимо осуществлять их предварит. подготовку, к-рая осуществляется с помощью хим. реагентов (минерал. соли, органич. флокулянты) или термич. обработкой (замораживание — оттаивание или нагрев).

Сжимаемость О.п.в. проявляется в результате деформации самих частиц и при разрушении агрегиров. хлопьев и соляватых оболочек. Увеличение сжимаемости осадка при обезвоживании обуславливает увеличение его уд. сопротивления фильтрации и, соответственно, снижение водоотдающей способности. Уд. сопротивление фильтрации сжимаемых осадков зависит от перепада давления и возрастает с увеличением давления тем больше, чем больше их сжимаемость. Показатель сжимаемости S для гидроксидных О.п.в. разл. исходного качества изменяется в пределах 0,6—1,2, но в отд. случаях может выходить за эти пределы. Значение показателя сжимаемости S позволяет судить о возможности применения тех или иных механ. обезвож. аппаратов.

Механ. обезвоживание сильносжимаемых гидроксидных осадков связано со значит. трудностями и затратами. В то же время при обработке осадков, сжимаемость к-рых не превышает 0,8, применение механ. аппаратов, работающих в условиях высоких перепадов давления, обеспечивает получение хороших результатов.

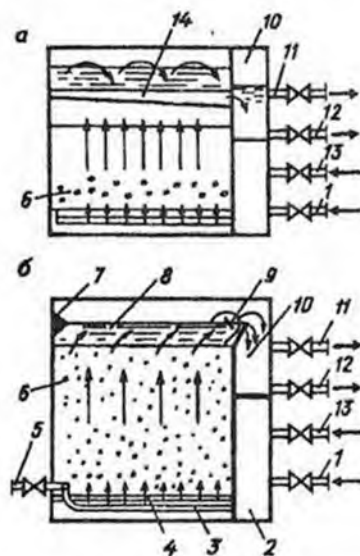
При оценке качества природных вод маломутными считают воды при мутности до 10 мг/л, пониженной мутности — 10—50 мг/л, средней мутности — 50—100 мг/л, повышенной мутности — 100—250 мг/л, мутными — 250—1500 мг/л, высокомутными — более 1500 мг/л; малоцветными считают воды цветностью до 35⁰, цветными — 35—120⁰ и высокоцветными — более 120⁰.

В осадках содержатся те же бактер. загрязнения, что и в поверхностных водах, но в более концентриров. виде. Однако бактер. загрязненность осадка, полученного с использованием обычной технологии очистки природных вод, даже при влажности 70—75% обычно не превышает аналогичные показатели загрязненности почвы.

ОСВЕТИТЕЛЬ ВОДЫ — сооружение для осветления воды посредством пропуска ее через слой взвеш. осадка в восходящем потоке, сходное по своей конструкции с *отстойником*.

ОСВЕТИТЕЛЬ КОНТАКТНЫЙ — фильтров. аппарат, работа к-рого основана на принципе *коагуляции контактной*. В О.к. обрабатываемая вода, смешанная с реагентами, через распределит. систему вводится в нижние слои загрузки и фильтруется снизу вверх в направлении убывающей крупности зерен, на поверхности к-рых происходит адсорбция коллоидных и диспергиров. агрегативно неустойчивых примесей. При этом их основная масса задерживается в нижних крупнозернистых слоях загрузки, характеризующихся большой гравеемкостью, вследствие чего снижается прирост потерь напора. О.к. применяют на водоочистных комплексах любой пропускной способности в одноступенчатых схемах очистки воды при содержании взвеш. в-в в ней до 120 мг/л и макс. цветности 120 град. На водоочистных комплексах перед О.к. предусматривают *сита барабанные* и входную камеру, обеспечивающую частичное удаление из воды взвеш. в-в, смешение и контакт воды с реагентами, а также выделение из воды воздуха.

При водоподготовке применяют кон-



Контактный осветлитель типов КО-1 (а) и КО-3 (б)

1 и 12 — подача и отвод промывной воды; 2 и 10 — нижнее и верхнее отделения бокового кармана; 3 — воздухо-распределит. система; 4 — распределит. система; 5 — подача воздуха на промывку; 6 — слой гравия; 7 — струйнонаправляющий выступ; 8 — слой воды над загрузкой; 9 — пескоулавливающий желоб; 11 и 13 — отвод фильтра и подача исходной воды; 14 — водосборный желоб

тактные осветлители КО-1 (без поддерживающих слоев с водной промывкой) и КО-3 (с поддерживающими слоями и водовоздушной промывкой). В осветлителе КО-1 устраивают распределит. систему с приваренными вдоль перфорир. труб боковыми шторками, между к-рыми размещают поперечные перегородки, делящие подтрубное пространство на отд. ячейки. Отверстия диаметром 10—12 мм располагают в нижней части распределит. труб в два ряда в шахматном порядке под углом 30° к вертикали. Сбор осветленной и промывной воды осуществляется желобами. В осветлителе КО-3 применяют трубчатые распределит. системы большого гидравлич. сопротивления для подачи воды и воздуха и систему горизонт. отвода промывной воды. Фильтрующая песчаная загрузка осветлителя КО-1 имеет крупность 0,7—5 мм, $d_{эжв} = 1...1,3$ мм, высоту слоя 2,5—2,6 м, скорость фильтрования, равную при норм. режиме — 4—5 м/ч, при форсированном — 5—5,5 м/ч, интенсивность подачи промывной воды снизу вверх — 15—18 л/(см²) в течение 7—8 мин. Осветлитель КО-3 имеет поддерживающие слои гравия крупностью 5—40 мм, высотой 0,45—0,6 м и фильтрующей слой кварцевого песка крупностью 0,7—5 мм, $d_{эжв} = 1...1,3$ мм и высотой 2,3—2,7 м, скорость фильтрования при норм. режиме — 5—5,5 м/ч, при форсированном — 5,5—6 м/ч. Режим водовоздушной промывки осветлителя КО-3 включает: взрыхление загрузки воздухом с интенсивностью 18—20 л/(см²) в течение 1—2 мин; совместную водовоздушную промывку с подачей воздуха 18—20 л/(см²) и воды 3—3,5 л/(см²) в течение 6—7 мин; промывку одной водой с интенсивностью 6—7 л/(см²) продолжительностью 5—7 мин. Для промывки О.к. используют очищенную и неочищенную воду при предварит. обработке ее на барабанных ситах (*микрофильтрах*) и обеззараживании, при мутности воды до 10 мг/л и колииндексе до 1000 ед./л. О.к. могут работать в двух режимах: при постоянной скорости фильтрования и со скоростью, постепенно убывающей к концу фильтрационного цикла с тем, чтобы среднее ее значение равнялось рекомендуемому. На водоочистных комплексах хозяйственно-питьевого назначения зеркало воды О.к. изолируют от коридора управления остекленными перегородками высотой не менее 2,5 м с глухой нижней частью высотой 1—1,2 м.

ОСУШКА ВОЗДУХА — процесс изменения состояния воздуха, заключающийся в понижении его влагосодержания. Осуществляется в поверхностных и контактных тепло-массообменных аппаратах *системы кондиционирования воздуха (воздухоохладители, форсуночные камеры, пенные и пленочные аппараты)* при

нач. темп-ре первичного *теплоносителя* ниже темп-ры *точки росы*. Для О.в. используют аппараты с жидкими (*абсорбенты*) и твердыми (*адсорбенты*) влагопоглощающими в-вами. См. также *Осушка воздуха сорбционная*.

ОСУШКА ВОЗДУХА СОРБЦИОННАЯ — простейший процесс изменения состояния влажного воздуха, протекающий при снижении уд. *влагосодержания воздуха*. При этом темп-ра и уд. энтальпия могут сохранять свои значения, снижаться или увеличиваться. О.в.с. осуществляется в *абсорберах* или *адсорберах*, в к-рых обрабатываемый воздух поступает в контакт с *сорбентом*. Применяют жидкие влагопоглотители — абсорбирующие растворы солей (хлористые литий, кальций, магний) или твердые поглотители — адсорбенты (активиров. уголь, силикагель, алюмогель). О.п.с. осуществляют при обработке воздуха для *кондиционирования* или для технологич. нужд. Суть процессов О.в.с. при контакте с сорбентами в том, что при определ. условиях над поверхностью водного раствора солей и в порах (капиллярах) твердых сорбентов парциальное давление водяного пара ниже, чем в потоке воздуха. Разность парциальных давлений определяет направление диффузии водяных паров из воздуха к поверхности сорбента. Водяные пары поглощаются им, происходит постепенное насыщение сорбента, и процесс затухает. Поэтому после периода активной работы сорбент следует восстановить. Концентрация растворов восстанавливается вымораживанием или выпариванием (в т.ч. при вакуумировании). Восстановление адсорбента — его

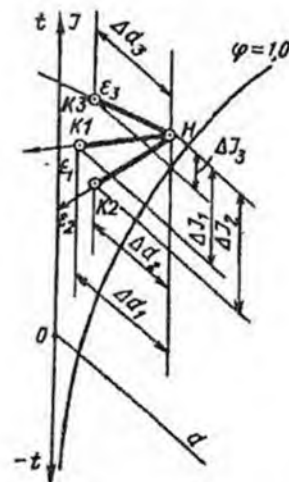


Схема на диаграмме *i-d* процесса осушки воздуха сорбентом

точка H — начало процесса; точки K1, K2, K3 — конец процесса осушки; Δd1, Δd2, Δd3 — перепады уд. энтальпии; Δd1, Δd2, Δd3 — перепады уд. влагосодержания

просушка — приводит к необходимости установки двух адсорберов, работающих и восстанавливающихся поочередно. Если не предусмотрены устройства термостатирования сорбента, то установки О.в.с. работают в неустойчивом тепловом режиме. Параметры воздуха, выходящего из установки, периодически меняются.

Луч процесса О.в.с. на диаграмме $I-d$ влажного воздуха может совпасть с изотермой, для этого необходимо снимать выделяющуюся при концентрации водяного пара теплоту. При охлаждении сорбента луч процесса может пройти и с понижением темп-ры воздуха. Обычно луч процесса проходит выше изотермы, т.к. сорбент, разогреваясь, нагревает воздух. Луч процесса О.в.с. — весьма условен. Он не отражает ни нестационарности процесса, ни сложного характера изменения параметров воздуха в процессе взаимодействия с сорбентом.

ОСУШКА ПАРОПРОВОДА — отведение из паропровода системы парового отопления попугного конденсата для исключения или уменьшения возможности возникновения гидравлических ударов и для сохранения свободного сечения паропровода. О.п. низкого давления осуществляется отведением конденсата в конденсатопровод через гидравлический затвор. Для О.п. высокого давления используется конденсатотводчик.

ОТВЕРСТИЕ ПРИТОЧНОЕ АЭРАЦИОННОЕ — регулируемое по площади отверстие в наружных (обычно оконных) стропил, ограждениях, предназнач. для ест. воздухообмена.

ОТВОД — плавное изогнутый отрезок трубопровода или воздуховода системы отопления или вентиляционной системы, предназнач. для изменения направления движения теплоносителя воздуха под углом 90° . В системе отопления О. из трубы диаметром d обычно выполняют с радиусом закругления $R = 3d$, для системы вентиляции — радиусом, равным диаметру воздуховода, для систем аспирации и пневматического транспорта — равным $1,5-2$ диаметрам воздуховода, что позволяет избежать оседания транспортируемого материала в вихревой зоне О., уменьшить коэфф. местного сопротивления и снизить потери давления, развиваемого вентилятором. Для систем аспирации и пневмотранспорта в целях обеспечения плавных поворотов используют большое число соединит. секций или штампов. О. Двойной О., дважды последовательно изогнутый под углами 45° отрезок трубы (воздуховода), наз. уткой, а изогнутый под углом 180° , — калачом (различают калачи узкий и широкий); калач устраивают для соединения двух паралл. расположенных

труб (воздуховодов) при противоположном направлении движения теплоносителя (воздуха) в них. Вентиляц. О. изготавливают и прямоугольных сечений, в этом случае они имеют пост. радиус поворота стенки, равный 150 мм при ширине воздуховода до 2000 мм, при большей ширине О. собирают из отдельных панелей.

ОТВОД ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ОТ ГАЗОВЫХ ПРИБОРОВ — удаление продуктов сгорания газа в атмосферу с целью предотвращения их распространения в помещениях. Из жилых домов, в которых используются газовыми приборами, предусматривают отвод смеси воздуха с продуктами сгорания во внеш. среду: для газовых плит — непосредственно в помещение, а затем через вентиляц. каналы кухонь, для водонагревателей — через спец. дымовые каналы. Удаление через вентиляц. каналы должно гарантировать в помещении меньшую ПДК вредных в-в (оксида углерода CO , оксидов азота NO_x , бензопирена, сажистых частиц). Среднесуточные значения ПДК этих в-в в воздухе насел. пунктов, мг/м³: оксида углерода — 1 , оксидов азота — $0,085$, сажи — $0,05$.

Поддержание в кухнях безопасной воздушной среды достигают обеспечением полноты сгорания газа в горелочных устройствах плит. Для этого коэфф. эжекции первичного воздуха конфорочной горелки α должен быть равен $0,6$ и выше, а оптимальное расстояние до дна посуды — 30 мм. При данных условиях миним. содержание вредных в-в в продуктах сгорания (при $\alpha = 1$) составляет: оксидов азота (в пересчете на NO_2) — не более 200 мг/м³, оксида углерода — $0,01\%$. Естеств. вытяжная вентиляция из помещений кухонь должна обеспечивать объем воздухообмена не менее 60 м³/ч, а удаление воздуха — из верхней зоны (под потолком). Для кухонь, оборудованных газовыми водонагревателями, дымоход от последних не рассматривается как дополнит. вытяжной канал. Дымовые каналы (дымоходы) состоят из соединит. труб от приборов и аппаратов, не имеющих непосредств. ввода продуктов сгорания в дымоход, дымоходов, противопожарных разделок, оголовков. Дымоходы могут выполняться как отд. стоящие трубы в капит. стенах (как правило, внутр.) или индустр. блоках.

Продукты сгорания от бытовых газовых приборов в проектируемых зданиях отводят от каждого прибора по обособл. дымоходу. Допускается присоединение к одному дымоходу двух газовых приборов, располож. на одном или разных этажах, при условии ввода продуктов сгорания в дымоход на разных уровнях, не ближе $0,75$ м один от др., или на одном уровне с устройством в дымоходе расщетки высотой $0,75$ м. При присоединении к дымоходу

двух приборов проверяют, достаточна ли площадь сечения дымохода для пропуска уходящих газов, исходя из условия одновременного пользования приборами. Дымоходы проектируют во внутр. капит. стенах зданий. При необходимости устройства их в наружных стенах толщина стенки дымохода должна обеспечивать темп-ру продуктов сгорания на выходе из него не менее $(t_p + 15)^\circ C$, где t_p — темп-ра точки росы. Дымоходы должны быть вертикальн., без уступов, допустимое отклонение от вертикали — 8° , но не более 1 м в сторону. Для отвода продуктов сгорания от ресторанных плит допускаются горизонт. участки дымоходов общей длиной до 10 м. Суммарная длина горизонт. участков соединит. трубы во вновь строящихся зданиях — не более 6 м. Уклон трубы — не менее $0,01$ в сторону газового прибора. Дымоходы должны быть доступны для очистки. В соседнит. трубах допускается не более трех поворотов, радиус к-рых должен быть не менее диаметра трубы. Длина вертикальн. участка соединит. трубы должна быть не менее $0,5$ м. В помещениях высотой до $2,7$ м для приборов со стабилизаторами тяги (тягоперерывателями) разрешается уменьшение длины вертикальн. участка до $0,25$ м, а для приборов без стабилизаторов тяги — до $0,15$ м. Ниже места присоединения дымоотводящей трубы от прибора к дымоходу должно быть предусмотрено устройство "кармана" с люком для чистки.

Расстояние от соединит. дымоотводящей трубы до несгораемых ограждений — не менее 5 см, до трудносгораемых потолков и стен — не менее 25 см; последнее может быть уменьшено до 10 см при условии обивки трудносгораемых ограждений кровельной сталью по листу асбеста толщиной 3 мм, при этом обивка должна выступать за габариты дымоотводящей трубы на 15 см с каждой стороны.

Дымовые трубы от газовых приборов в жилых домах выводят: на $0,25$ м выше конька крыши — при удалении их не более $1,5$ м от конька крыши; на одном уровне с коньком крыши — при удалении их на $1,5-3$ м от конька крыши. При удалении труб более 3 м от конька крыши их выводят не ниже прямой, проведенной от конька вниз под углом 10° к горизонту. Во всех случаях высота трубы должна быть не менее $0,5$ м над поверхностью крыши, а для домов с плоской крышей — не менее 2 м. Если труба расположена вблизи высокого здания, то ее следует выводить выше прямой, проведенной от края крыши высокого здания вниз под углом 45° к горизонту в сторону меньшего здания. Дымоходы защищают от попадания атм. осадков перекрытиями из кирпича с боковым отводом дымовых газов. Установка на дымоходы металлических зонтов и дефлекторов не допускается.

При расчете дымохода определяют

площадь поперечных сечений его присоединит. трубы, а также разрежение перед газовыми аппаратами и приборами. Площадь поперечного сечения предварительно задаются, принимая скорость уходящих продуктов сгорания 1,5—2 м/с. О достаточности принятых площадей сечений судят по разрежению перед прибором, к-рое должно быть не менее 2—3 Па.

ОТДЕЛИТЕЛЬ — аппарат, предназначен. для отделения от воздуха крупных твердых частиц перемещаемого пневмотранспортом материала. Осн. требования к этим устройствам: простота конструкции, высокая произ-сть, незначит. гидравлич. сопротивление, длит. срок службы и хорошие эксплуатац. свойства. В качестве разгрузителей используют камеры, бункеры и прочие емкости, в к-рых отделение частиц от воздуха происходит под действием их веса. Такие устройства имеют невысокую эффективность действия и могут применяться лишь для отделения крупных тяжелых частиц. Более эффективны О. центрального типа. В высокопроизводит. установках пневмотранспорта для разгрузки материалов применяют *батарейные циклоны* разл. модификаций. В большинстве случаев воздух после отделения его от транспортируемого материала подлежит дополнит. очистке. Частицы пыли размером менее 10 мкм почти не улавливаются в циклонах, поэтому устанавливают вторую ступень очистки. В качестве *пылеуловителей* и *фильтров* используют разл. высокоэффективные аппараты: *фильтры тканевые, электрофильтры, пылеуловители* мокрого типа и др. В системах пневмотранспорта предпочтительнее фильтры рукавные всасывающего типа, исключющие выбивание пыли через неплотности в

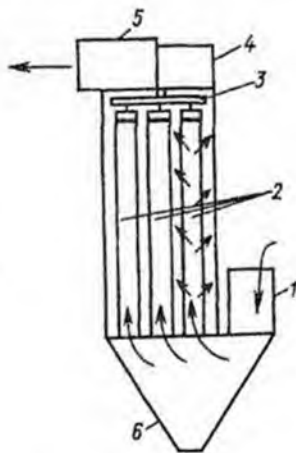


Схема рукавного фильтра

1 — входной патрубок; 2 — рукав; 3 — подвеска рукавов; 4 — встраивающий механизм; 5 — выходной патрубок; 6 — бункер

окружающую воздушную среду.

В системах пневмотранспорта цемента и углеродного сырья применяют электрофильтры. Отличит. качества электрофильтров — низкое гидравлич. сопротивление (100—150 Па) и постоянство расхода очищаемого воздуха. Они экономичны, могут работать в условиях высоких температур (до 450°C). Применение их целесообразно при высоких расходах очищаемых газов и при отсутствии в них взрывоопасных компонентов.

Пылеуловители мокрого типа в системах пневмотранспорта применяют редко, т.к. улавливаемые продукты смачиваются и могут стать непригодными для дальнейшего употребления (напр., цемент, мука, сахар и т.п.). Их используют при пневмотранспорте кварцевого песка, горелой земли в литейных цехах и др.

ОТКРЫТАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ — система теплоснабжения, у к-рой нагретая в источнике теплоты вода отбирается из подающего и обратного *теплопроводов* в смеситель, где она доводится до темп-ры 65°C, и затем подается к водоразборным кранам горячего водоснабжения для использования потребителем. Отсюда назв. системы — открытая. Остальная часть горячей воды используется для отопления и вентиляции. Т.о. вода является частично циркуляц., частично прямоточно-водопроводной. Водоразбор непосредственно из *тепловой сети* позволяет применять дешевые смесит. устройства вместо *теплообменных аппара-*

тов, что составляет главное преимущество О.с.т. В нашей стране примерно половина действующих систем теплоснабжения открытые. Однако при прохождении через *отопительные приборы, калориферы*, соединит. трубопроводы сан.-гигиенич. качества воды снижаются, что является осн. недостатком О.с.т., усложняющим работу сан. службы. Вода имеет цветность, может появиться запах из-за отложения осадков в отопит. приборах. При присоединении систем отопления к тепловым сетям через элеваторы или насосы, т.е. по независимой схеме (см. *Абонентский ввод*), в радиаторах отлагается осадок, развиваются колонии бактерий. Поэтому в качестве отопит. приборов радиаторы использовать нельзя. Для повышения качества воды, отбираемой из тепловой сети, целесообразно отопит. установки присоединять по независимой схеме, т.е. через теплообменники, но это существенно снижает экономич. показатели О.с.т. Для исключения кислородной *коррозии* и накипобразования в трубах, теплообменниках теплоприготовит. установок и *водогрейных котлах* в источнике теплоты предусматриваются хим. водоочистка и *деаэрация* воды, что удорожает О.с.т.

Источником теплоты О.с.т. является теплоприготовит. установка *теплоэлектроцентрали (ТЭЦ)*. Пар из отборов турбины поступает в осн. подогреватели, в к-рых конденсируется и отдает теплоту воде, циркулирующей в системе. Поступающая из теплоснабжаемого р-на вода бустерным (вспомогат.) насосом подается в теплооб-

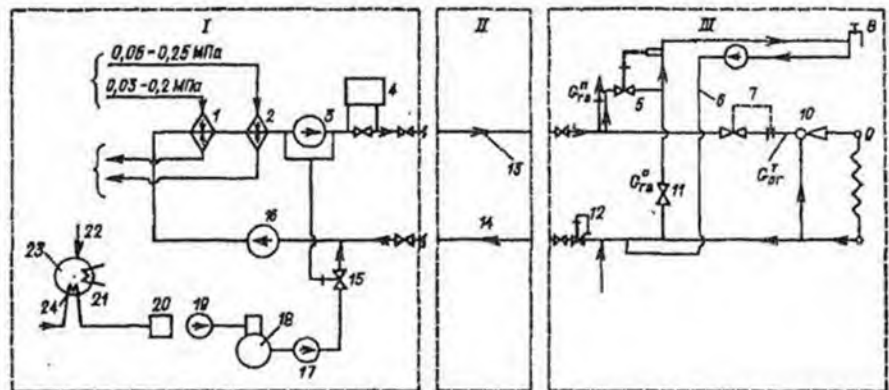


Схема открытой системы теплоснабжения

1 — теплоприготовительная установка ТЭЦ; II — тепловые сети; III — тепловое оборудование здания; 1 и 2 — основные подогреватели (теплообменники); 3 — циркуляционный насос; 4 — ликовый котел; 5 — регулятор температуры; 6 — циркуляционная линия; 7 — регулятор расхода; 8 — горячее водоснабжение; 9 — система отопления; 10 — элеватор; 11 — обратный клапан; 12 — регулятор давления "по себя"; 13 — подающая линия; 14 — обратная линия; 15 — регулятор подпитки; 16 — бустерный (вспомогательный) клапан; 17 — насос; 18 — деаэрактор; 19 — насос; 20 — хим. водоочистка; 21 — охлаждающая вода; 22 — конденсат из турбины; 23 — конденсатор турбины; 24 — теплофикационный трубный пучок

менники. Возвращается только та вода, к-рая не была использована на горячее водоснабжение и прошла через систему отопления, т.е. чисто отопит. вода. Ее расход соответственно потребностям абонентов поддерживается автоматическими регуляторами, к-рые устанавливают перед системами отопления и вентиляции. *Теплоноситель*, израсходов. на горячее водоснабжение, пополняется водой на ТЭЦ, к-рая попадает в обратную линию перед бу-

стерным насосом. Добавляемая вода поступает из гор. водопровода в теплофикац. трубный пучок, встроенный в конденсатор турбины, где подогревается до темп-ры охлаждающей воды конденсатора и поступает на химводоочистку. Затем вода насосом подается в деаэратор, где освобождается от раствор. в воде воздуха. Требуемый темп-ный режим в деаэраторе поддерживается добавляемым в него паром или горячей водой. Из деаэратора вода с помощью насоса через регулятор подпитки поступает в тепловую сеть. В осн. подогревателях темп-ра воды повышается до 120 °С. Зимой при низких наружных темп-рах требуется вода более высокой темп-ры, и ее подогревают в пиковом котле. Циркуляция теплоносителя в тепловых сетях обеспечивается циркуляционным насосом. Теплоноситель по тепловым сетям подается в р-ны и распределяется по абонентам. В тепловых пунктах зданий теплоноситель первоначально отбирается на горячее водоснабжение и по трубопроводам поступает к водоразборным кранам. Темп-ра смеш. воды поддерживается пост. автоматич. регулятором темп-ры, установл. на трубе отбора теплоносителя из подающей линии. На трубе отбора из обратной линии устанавливают обратный клапан, чтобы не допустить перетекания воды из подающей линии в обратную. Циркуляц. линия обеспечивает поддержание расчетной темп-ры горячей воды перед водоразборной арматурой независимо от интенсивности ее отбора.

Регулятор давления "до себя" (регулятор подпора), устанавливаемый на обратной линии после абонентского ввода, обеспечивает залив воды в систему отопления здания при низких давлениях в обратной линии. Подача теплоносителя для горячего водоснабжения и теплоты на отопление в О.с.т. зависит от потребности в них абонентов. Это достигается установкой регулятора температуры, к-рый поддерживает темп-ру горячей воды пост., независимо от ее разбора. В системы отопления поступает пост. расход теплоносителя, поддерживаемый регулятором расхода. Соответствие подаваемой теплоты потребностям обеспечивается в ее источнике поддержанием темп-рного графика качеств. регулирования. Т.о., абонентский пункт обеспечивает независимое, несвяз. регулирование отпуска теплоносителя для горячего водоснабжения и теплоты на отопление зданий и, несмотря на разные режимы потребления, обе группы потребителей удовлетворены. Но в осенне-весенний период темп-ра подаваемой воды выше потребного значения для отопления. Разбор горячей воды осуществляется неравномерно, поэтому подающие линии тепловой сети должны быть рассчитаны на макс. расход. При этом с увеличением кол-ва присоедин. абонентов к данному участку теп-

лопроводов график потребления уплотняется и его неравномерность уменьшается. Расчетный расход по обратной линии будет меньше, т.к. в обратную линию поступает теплоноситель, возвращающийся из систем отопления после отбора воды для горячего водоснабжения. Макс. расход будет при нулевом отборе. Следовательно, расчетный расход теплоносителя по обратной линии будет равен расчетному расходу на отопление и вентиляцию зданий.

Для сокращения расчетных расходов воды и снижения стоимости тепловых сетей применяются схемы со связ. регулированием подачи теплоносителя для горячего водоснабжения и теплоты на отопление. У О.с.т. со связ. регулированием лимитируется суммарный расход теплоты на отопление и горячее водоснабжение. В этом случае расход определяется как расчетный на отопление и вентиляцию и средний за неделю на горячее водоснабжение. Т.о. расходы теплоты балансируются в суточном и недельном разрезах; не балансируются часовые расходы. Поэтому при потреблении теплоты для горячего водоснабжения, превышающем среднее кол-во теплоты, в систему отопления недодается теплоты, а при провалах потребления теплоты для горячего водоснабжения теплоты подается больше, чем необходимо. Возможность подачи на отопление зданий перем. кол-ва теплоты обеспечивается теплоаккумулирующей способностью строит. конструкций зданий. Т.о. эта способность зданий используется для покрытия неравномерности потребления горячей воды.

Перем. подача теплоты на отопление зданий приводит к колебанию темп-ры воздуха внутри его помещений. Сан.-гигиенич. требования допускают колебания в 1—1,5 °С. Если соотношение макс. расхода теплоты для горячего водоснабжения и расчетного расхода теплоты на отопление не более 0,6, то колебания темп-ры воздуха внутри помещений не выходят за допустимые границы. При большем соотношении следует применять схемы с независимым регулированием.

О.с.т. пополняются водой из источника теплоты, при этом исходной является водопроводная вода, темп-ра к-рой колеблется в пределах 5—15 °С. Темп-ра конденсата в конденсаторе турбины не опускается ниже 30—35 °С. Возникает перепад темп-р в 20—30 °С, к-рый позволяет использовать для теплоснабжения теплоту конденсации пара в конденсаторе ТЭЦ, как это показано на схеме, что повышает экономичность О.с.т. Применяют О.с.т., у к-рых расход теплоносителя в тепловых сетях рассчитан на удовлетворение только отопит. нагрузки, для чего темп-ру подаваемого теплоносителя увеличивают из расчета компенсации расхода на горячее водоснабжение.

Для О.с.т. необходима водоподготов-

ка, т.к. вся пополняющая водозабор вода подогревается в теплообменниках и водогрейных котлах источников теплоты, где нельзя допускать накипеобразования, поэтому воду хим. очищают от солей жесткости. Использование в тепловых сетях обработ. воды способствует увеличению срока службы системы горячего водоснабжения. Необходимость в водоподготовке предопределяет экономич. целесообразность применения О.с.т. при малой жесткости воды (до 2 мг-экв/л). При высокой жесткости воды (более 10 мг-экв/л) водоподготовка необходима при любой системе теплоснабжения. В таких условиях экономически целесообразно применять О.с.т., т.к. централизов. водоподготовка в источнике теплоты требует меньше капит. и эксплуат. затрат, чем рассредоточ. водоподготовка в закрытых системах.

Расход воды в подающей и обратной линиях О.с.т. является перем. из-за неравномерного отбора горячей воды из тепловой сети. Расход изменяется как по сезонам из-за изменения соотношения отбираемой воды из подающей и обратной линий с изменением темп-ры теплоносителя, поступающего из источника теплоты, так и в течение суток из-за неравномерного потребления горячей воды. Перем. расход приводит к нестабильности гидравлич. режима тепловой сети, что усложняет эксплуатацию системы. Нестабильный режим в обратной линии влияет на режим давлений у потребителей.

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА — одна из хар-к влажного воздуха, представляющая собой отношение парц. давления водяных паров в воздухе к их парц. давлению при полном насыщении и той же темп-ре. Измеряется в долях единицы или в %.

ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ВЛАЖНОСТИ — хар-ка состояния влаги в материале. О.п.в. связан с влажностью материала взаимно однозначной зависимостью, не подверженной влиянию темп-ры. О.п.в. — аналог относительной влажности воздуха, если в качестве потенциала влажности принята упругость водяного пара. В этом случае указ. взаимно однозначная зависимость осуществляется с помощью изотермы сорбции водяного пара материалом. Шкала О.п.в. предложена В.Н. Богословским и Е.И. Третьяковым. Принимается, что О.п.в. φ равен отношению влажностей воздуха φ в диапазоне сорбц. влажности фильтров. бумаги, т.е. при $\varphi \theta = \varphi < 1$. При сверхсорбц. влажности фильтров. бумаги ($\omega \text{ ф.б.} > 0,246 \text{ кг/кг}$) принимается, что она линейно зависит от $\varphi \theta$, при этом макс. насыщение фильтров. бумаги водой

(2,53 кг/кг) соответствует значению $\varphi \approx 3$. Эта шкала вместе с зависимостью влажности фильтров. бумаги от потенциала влажности и темп-ры позволяет построить такую же зависимость для любого материала, для к-рого определена равновесная влажность относительно влажности фильтров. бумаги, что значительно упрощает эксперимент.

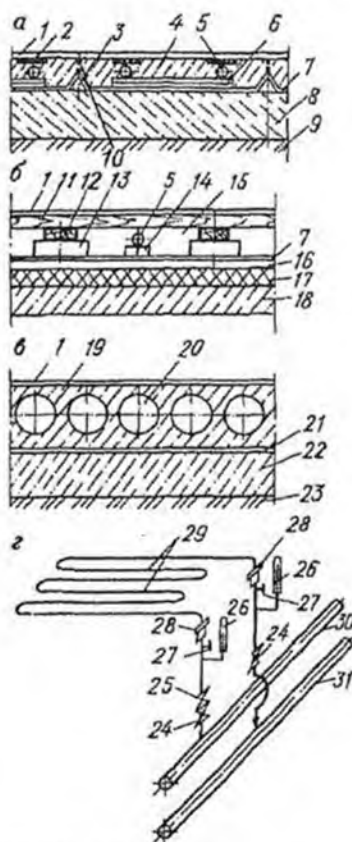
ОТОПИТЕЛЬНАЯ ПАНЕЛЬ — бетонный или металлический *отопительный прибор*, плоская нагреват. поверхность к-рого не имеет проветров по фронту. Известны стеновые, потолочные и напольные О.п. Изготавливаются они относит. небольшой глубины в заводских условиях и на месте стр-ва (при сооружении полов и потолков). Используются также подоконные и плинтусные панели, производимые на заводах. Наиболее распростран. бетонные стеновые О.п. размещаются в виде приставных или совмещ. с вертик. ограждениями. В их внутр. слое либо воздушном пространстве заключены греющие элементы: одиночные трубы, трубчатые змеевики, регистры, электр. кабели или каналы для прохода теплоносителя. Осн. теплотехнич. хар-ки О.п. из бетона — теплоотдача Q_n и средняя темп-ра теплоотдающей поверхности $t_{п}$. Теплоотдача может быть односторонней (лицевой) или двухсторонней (лицевой и тыльной), темп-ра стеновых — до 95, потолочных 28—38°C при высоте помещения 2,5—6 м, напольных — на участках теплого пола с пост. пребыванием людей — 26, с временным пребыванием — 31°C. Под лицевой теплоотдачей понимается тепловой поток, направл. в помещение с поверхности О.п., плотность к-рого зависит от средней темп-ры ее поверхности, под тыльной — тепловой поток, направл. с тыльной стороны О.п. в конвективный канал за панелью или непосредственно в на-

ружный воздух через ограждение, к-рому прилегает панель. Для его уменьшения в месте прилегания панели к ограждению предусматривают *тепловую изоляцию воздуховода* из материалов теплопроводностью не более 0,1 Вт/(мК). Подбор числа О.п. или размеров теплоотдающих поверхностей приводится по методике, излож. в спец. литературе.

При использовании стеновых О.п. в помещении сокращается площадь холодной поверхности ограждений и соответственно уменьшается радиац. охлаждение людей. В местах установки О.п. с односторон. теплоотдачей *теплопотери поме-*

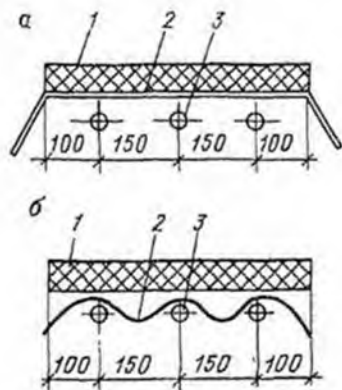
щения через наружное ограждение увеличиваются, при О.п. с двухстор. теплоотдачей — снижаются, но затрудняется очистка конвективных каналов, если они применяются. В помещениях, обогреваемых плинтусными О.п., интенсивно прогревается нижняя зона; темп-рный градиент в них не превышает 1°C, поэтому их устанавливают в детских садах и яслях.

Греющие элементы потолочных О.п. заключаются в несущие шпигты или в спец. бетонный перекрытия. В междуэтажных перекрытиях такие панели фактически являются потолочно-напольными, т.к. даже при наличии тепловой излучации они имеют двухстороннюю теплоотдачу. В зависимости от того, какую долю теплового потока необходимо направить через пол или потолок, тепловая изоляция в перекрытии может располагаться выше или ниже греющих элементов или может отсутствовать вообще. В летнее время эти О.п. можно использовать для радиац. охлаждения помещений. Металлич. О.п. — подвесной тепловой излучатель — крепится к нижним поясам ферм перекрытий помещений. Греющими элементами этого отопит. прибора являются металлич. трубчатые змеевики с теплоносителем — перегретой водой или паром водяным при темп-ре до 150°C, либо металлич. газоздушные трубы (прямая и обратная) диаметром 300—500 мм с темп-рой смеси продуктов сгорания с воздухом до 350°C. Поверх греющих элементов помещается металлич. экран, направляющий излучение в рабочую зону помещения и покрытый слоем тепловой изоляции. Экран может быть плоским и волнообразным для увеличения поверхности излучения. В системе газоздушного отопления в кольцо излучателей подключается теплогенератор. Газоздушные



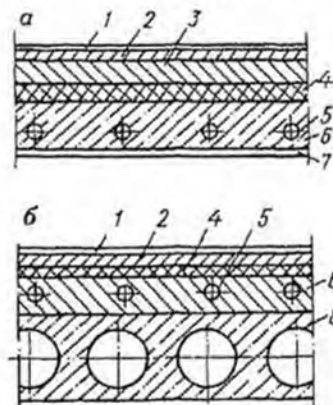
Отопительная панель

а и *в* — конструкция теплого пола, расположенного на грунте; *б* — конструкция теплого пола с воздушной прослойкой; *г* — схема присоединения змеевика напольного отопления к магистралям водяного отопления здания; 1 — покрытие; 2 — термокладбище; 3 — разделитель; 4 — греющий бетонный слой; 5 — греющий элемент; 6 — опора; 7 — гидроизоляция; 8 — несущий слой; 9 — уплотненный грунт; 10 — линия разрыва бетона; 11 — основание; 12 — лага; 13 — опора; 14 — опора греющего элемента; 15 — воздушная прослойка; 16 — стяжка; 17 — теплоизоляционный слой; 18 — несущая железобетонная плита; 19 — пустотная плита перекрытия; 20 — пустоты, используемые в качестве греющих элементов; 21 — цементная стяжка; 22 — несущий слой; 23 — уплотненный грунт; 24 — пробочный край; 25 — регулирующий вентиль; 26 — термометр; 27 — штуцеры для удаления воды и воздуха; 28 — стон; 29 — змеевик; 30, 31 — подающий и обратный теплопроводы



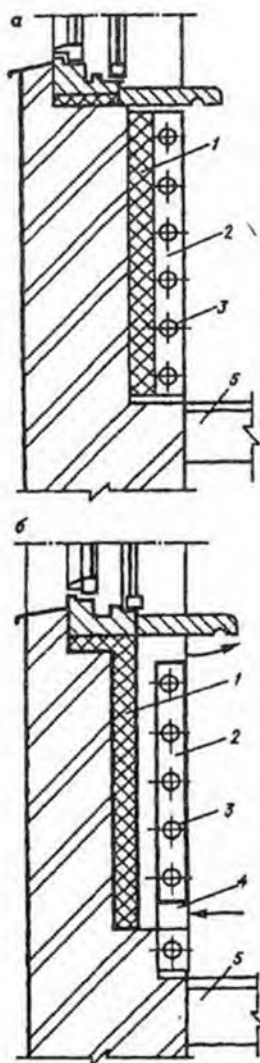
Отопительная панель

а — с плоским экраном; *б* — с волнообразным экраном; 1 — тепловая изоляция; 2 — металлический экран; 3 — трубчатые змеевики



Отопительная панель потолочная

а — совмещенная с плитой перекрытия; *б* — напольная, расположенная над плитой перекрытия; 1 — покрытие; 2 — выравнивающий слой; 3 — жесткое основание; 4 — тепловая изоляция; 5 — греющий элемент; 6 — отопительная панель; 7 — штукатурка; 8 — плита перекрытия



Отопительная панель стенная

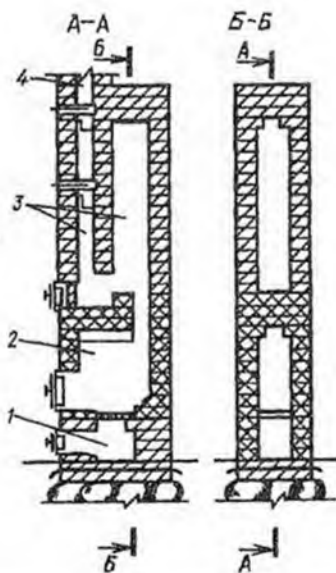
a — подоконные приставные бетонные отопительные панели с односторонней теплоотдачей; *b* — то же, с двухсторонней теплоотдачей; 1 — тепловая изоляция; 2 — отопительная панель; 3 — греющий элемент; 4 — коллективный канал; 5 — перекрытие

излучатели компонуют не только в 2, но и в 3 или 4 трубы, и тогда крайние трубы делают обратными. При подвесных О.п. в цехах большого объема сокращается трудоемкость сооружения отопления на 30%, однако в цехах большей высоты уменьшается плотность теплового потока в рабочей зоне и усложняется использование теплоты, передаваемой в верхнюю зону, что ограничивает их применение.

Греющие элементы напольных О.п. заключаются в сборные (из отд. секций) или монолитные панели, образующие теплый пол. Теплый пол создается также путем размещения греющих элементов в

воздушной прослойке под настилом, а также при циркуляции нагретого воздуха в пустотных железобет. плитах перекрытия. Напольные О.п. применяются в обществ. зданиях и в цехах большого объема, расположен. на грунте, в перекрытиях цокольных этажей с проветриваемыми подпольями. В монолитных панелях на грунте трубчатые змеевики укладываются в пределах одной монолитной бетонной карты пола. Крайние ветви змеевиков этих О.п. подключаются к магистралям системы отопления в подпольных каналах. Недостатком монолитных бетонных О.п. является трудоемкость замены вышедших из строя металлич. греющих элементов.

ОТОПИТЕЛЬНАЯ ПЕЧЬ — огневая печь, предназнач. для местного отопления одного или неск. помещений. К конструкции О.п. предъявляются требования: обеспечение достаточно равномерной темп-ры воздуха в обогреваемых помещениях в течение суток (допустимое отклонение $\pm 3^\circ\text{C}$); экономичное сжигание топлива (с более высоким кпд); безопасность при эксплуатации; ограничение темп-ры поверхности: 90°C в помещениях детских дошкольных и лечебно-профилактич. учреждений; в др. помещениях — 110°C на площади не более 15% общей площади поверхности печи (в помещении с временным пребыванием людей допустимо применение О.п. при темп-ре поверхности выше 120°C). О.п. состоит из трех осн. элементов: топливника печи, дымооборотов печи и

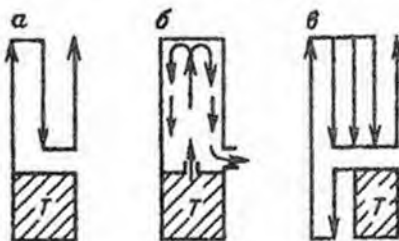


Кирпичная отопительная печь умеренного прогрева

1 — поддувало; 2 — топливник; 3 — дымообороты; 4 — дымовая труба

дымовой трубы. Под топливником устраивается поддувало печи (зольник печи при твердом топливе). Массивные О.п. возводятся на собств. фундаменте, облегченные О.п. — непосредственно на полу помещения и снабжаются шанцами. Над топливником располагаются один или неск. дымооборотов, по к-рым перемещаются дымовые газы под влиянием тяги естественной. Дымовые газы могут двигаться как снизу вверх, в т.ч. через подвертку печи, так и сверху вниз, достигая сначала перекрыши печи, и далее через перевал печи. В местах подвертки дымовых газов возможно выпадение летучих п.; там устраивают чистку.

Для ускоренного нагревания помещений в нач. период отопления в массиве О.п. иногда устраивают тепловоздушные камеры — открытые полости, не сообщающиеся с дымооборотами. Для лучшего обогрева нижней зоны отапливаемых помещений О.п. (особенно располож. у внутр. стен) часто сооружают с подпольным дымооборотом. О.п. рассчитываются на разл. периодичность использования, к-рая зависит от ее теплоемкости, т.е. от кол-ва теплоты, аккумулируемой в массиве О.п. во время горения топлива и передаваемой затем в помещение вплоть до начала след. топки печи, т.е. в течение т.н. срока остывания печи. При этом считают, что новую топку необходимо начинать, когда



Схемы движения дымовых газов в отопительной печи

a — каналной двухоборотной; *b* — бесканальной; *в* — с комбинированной системой каналов; Т — топливник

средняя темп-ра внешн. поверхности О.п. понизится до темп-ры, превышающей на 10°C темп-ру воздуха в помещении. Понятие о сроке остывания относится к теплоемким О.п., т.к. нетеплоемкие печи теплоту не аккумулируют и требуют пост. использования. Теплоемкие О.п. в зависимости от срока их остывания подразделяются на О.п. большой (со сроком остывания при низкой темп-ре наружного воздуха до 12 ч), средней (8 ч) и малой (3—4 ч) теплоемкости. Их применяют для отопления жилых и обществ. зданий, нетеплоемкие — для отопления зданий с кратковрем. пребыванием людей. К нетеплоемким О.п. относятся также камни.

По темп-ре теплоотдающей поверх-

ности различают О.п. умеренного прогрева (с толщиной стенок 120 мм и более, нагревающиеся в отд. местах до темп-ры 90°C), повыш. прогрева (с толщиной стенок газохода до 70 мм, темп-ра поверхности к-рых в отд. точках доходит до 110—120°C) и высокого прогрева, темп-ра поверхности к-рых не ограничена.

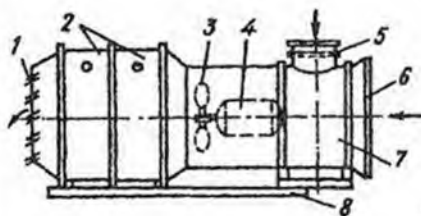
По схеме движения газов О.п. устр-вают: с движением газов по каналам, соедин. последовательно, — однооборотные с одним подъемным каналом; двухоборотные с двумя подъемными каналами; многооборотные с восходящим движением газов по каналам, соедин. параллельно — однооборотные и двухоборотные; со свободным движением газов — бесканальные (колпаковые); с движением газов по комбиниров. системе каналов с нижним прогревом (с подпочным дымооборотом) — последоват., паралл. с бесканальной надпочной частью. По материалу массива и характеру отделки внешн. поверхности О.п. бывают (в порядке убывания теплоемкости): кафельные; изразцовые; кирпичные оштукатур.; бетонные из жаростойких блоков; кирпичные в металл. каркасах и футлярах; стальные с внутр. футеровкой из огнеупорного кирпича; чугунные без футеровки. По форме в плане О.п. выполняются прямоугольными, квадратными, круглыми, угловыми (треугольными).

При массовом стр-ве используют типовые О.п., заранее разработ. для сжигания определ. вида топлива, причем они могут быть рассчитаны на периодич. отопление, на непрерывное или затяжное горение топлива. Такие О.п. имеют тепло-технич. хар-ки, полученные на основе лабораторных испытаний. При индивидуальном конструировании О.п., рассчит. на периодич. использование, устанавливают прежде всего размеры внешн. теплоотдающей поверхности, форму в плане и ее теплоемкость. Затем в зависимости от выбранного вида топлива и его уд. *теплоты сгорания* определяют размеры топливника, дымооборотов и дымовой трубы. Проверяют тепловое напряжение объема топливника, возникающее при сжигании заранее известного кол-ва топлива. Для приведения напряжения к оптим. значению высоту топливника увеличивают или уменьшают без изменения размеров О.п. в плане. Проверяют также соответствие возможного восприятия теплоты стенками топливника и дымооборотов во время работы О.п. необходимой теплопередаче в помещении с учетом срока остывания. Вычисляют скорость движения дымовых газов в разл. местах О.п. (в поддувале, дымооборотах, дымовой трубе) и определяют ее допустимость в сравнении с рекомендуемыми средними значениями. Рассчитывают кол-во теплоты, к-рое может аккумулироваться в массиве О.п. во

время ее работы, и сравнивают его с теплопотерями помещения в период, когда топливо в печи не сжигается. Допустимыми считаются расчетные значения, отличающиеся от требуемых не более чем на 15%. При больших отклонениях вводят поправки в высоту надпочной части печи, однако высота ее не должна превышать 2,6 м. При расположении О.п. в помещении предусматривают противопожарные мероприятия по защите его ограждающих конструкций от возгорания, устройству *отступок и разделок у дымовой трубы*.

В настоящее время расширяется использование О.п., рассчит. на сжигание газообразного топлива как наиболее совершенных. В таких О.п. быстро достигается и поддерживается устойчивый процесс горения, повышается кпд (до 90%); их теплоотдача может регулироваться.

ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННЫЙ АГРЕГАТ — аппарат для *местного воздушного* отопления, совмещенного с *вентиляцией*. По конструкции подобен *отопительному агрегату*, за исключением воздухозаборной части. Перед *вентилятором осевым* имеется смесит.



Отопительно-вентиляционный агрегат

1 — регулирующая решетка; 2 — калориферы; 3 — осевой вентилятор; 4 — электродвигатель; 5 — клапан наружного воздуха; 6 — рециркуляционный патрубок; 7 — смесительная секция; 8 — рама

камера, в к-рой смешиваются внутр. и наружный воздух. Клапан наружного воздуха выполняется с ручным или автоматич. управлением для регулирования соотношения кол-ва теплого и холодного воздуха с целью достижения необходимого отопит. и вентиляц. эффекта. О.-в.а. применяется в пром., обществ., вспомогат. и с.-х. зданиях с наклонной или сосредоточ. подачей нагретого воздуха. Является осн. элементом воздушно-канальной системы *квартирного отопления*.

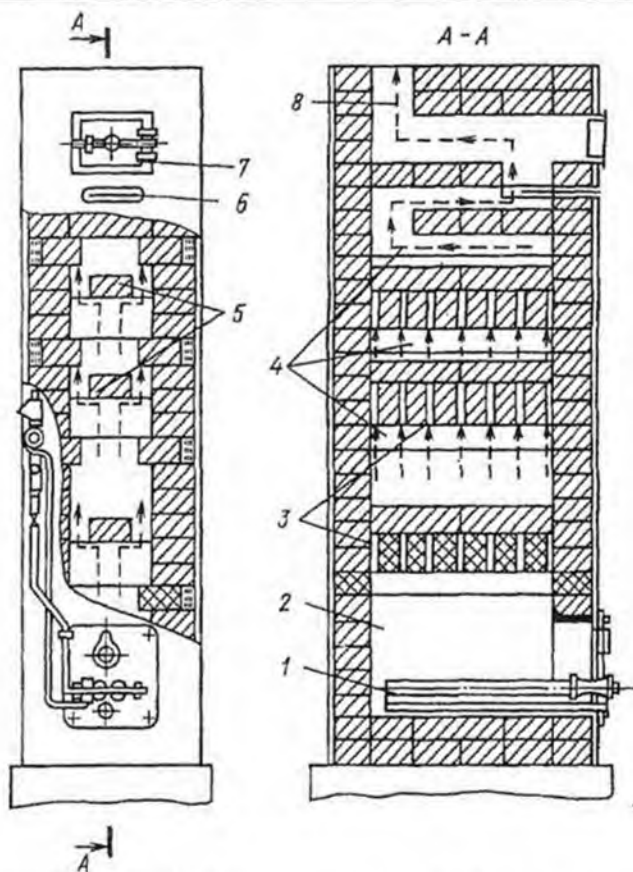
ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ГАЗОВЫЕ ПЕЧИ — печи, работающие на *газообразном топливе*. Состоят из корпуса, фундамента и *дымовой трубы*. Корпус, сооружаемый из кирпичной кладки, имеет отопит. щиток (с дымооборотами) и топливник с *газгорелочным устройством*. О.г.п.

используются для отопления жилых зданий высотой не более 2 этажей (при отсутствии *централизованной системы теплоснабжения*), характеризуются равномерным нагревом по периметру, могут работать непрерывно или периодически. Топливник (*топка*) — пространство для сжигания топлива, в к-ром установлены *горелки газовые*. В верхней его части имеется решетка из огнеупорного кирпича, к-рая при работе О.г.п. нагревается и излучает тепло на стены топливника, что способствует равномерному нагреву помещения. Чем ниже установлена горелка в топливнике, тем лучше прогревается нижний массив кладки печи и лучше используется полезный объем топливника. Топливник сообщается в верхней части с дымоходами, в нижней — с поддувалом, служащим для естеств. подвода воздуха, необходимого для горения топлива. Дверца *поддувала печи* должна иметь пост. отверстие площадью 20 см² при переводе печи на газ. При периодич. работе О.г.п. топливник выкладывают из огнеупорного кирпича, а при непрерывной — из красного кирпича. Высота, объем и толщина стенок топливника при сжигании в нем газообразного топлива определяются в осн. высотой пламени горелки и тепловым напряжением топливника при установке в нем горелок диффуз. или эжекц. типов должна быть примерно в 2 раза больше возможной высоты пламени горелки.

Газовое оборудование располагают на фронтальной плите снаружи О.г.п. (вместо дверцы у обычных печей). В отопит. щитке устраивают дымоходы, воспринимающие теплоту дымовых газов, поступающих из топливника под действием тяги. В О.г.п. предусматривают движение газа по каналам, соединенным последовательно и имеющим не более 5 дымооборотов.

На газовое топливо переводят печи: с движением отходящих газов по каналам, соедин. последовательно или параллельно; без каналов с движением газов свободно внутри полостей; с движением отходящих газов по комбиниров. системе каналов — последоват., паралл. и без каналов. Не допускаются к переводу на газовое топливо печи с горизонт. расположением каналов. При переводе печи тепловую мощность газогорелочных устройств для оборудования отопит. печей выбирают исходя из *теплоотдачи* печи с учетом теплопотерь здания, размеров печи и метода топки.

Устройства горелочные эжекц. (Г) для отопит. (О) газовых бытовых печей (П) по характеру эксплуатации подразделяют на три типа: для непрерывной (Н), периодич. (П) или непрерывной и периодич. (НП) топки с номин. давлением газа 1,3 или 2 кПа.



Отопительная газовая печь АКХ-14

1 — газовое сопло; 2 — смеситель; 3 — кирпичи-насадки; 4 — сборные коллекторы; 5 — расщепитель; 6 — задвижка; 7 — герметичная дверка; 8 — путь движения продуктов сгорания

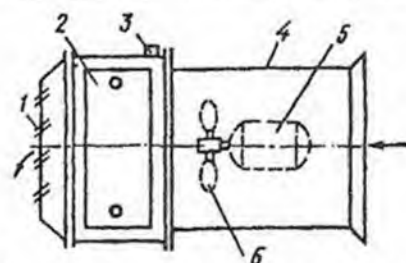
Имеется 5 типоразмеров устройств с номин. тепловой мощностью 4—13 кВт. Устройства горелочные представляют собой блок, в котором сконструированы горелки, запорное устройство и приборы автоматики, обеспечивающие отключение подачи газа в горелки при погасании пламени запальника, прекращении подачи газа, недопустимом отклонении давления газа от заданного и уменьшении разрежения в дымоходе ниже допустимого. Автоматизированная печь АКХ-СМ-1 рассчитана на непрерывный режим работы, в ней установлен терморегулятор для поддержания заданной темп-ры воздуха в помещении путем изменения расхода газа на горелку. Кпд О.г.п. — 85—90%.

ОТОПИТЕЛЬНЫЙ АГРЕГАТ —

аппарат для местного *воздушного отопления* отд. помещений с механич. перемещением нагреваемого воздуха. Устанавливается непосредственно в помещении и образует бесканальную систему местного воздушного отопления. Применяется для отопления цехов пром.

предприятий, крупных помещений обществ. и с.-х. зданий при отсутствии системы приточной *вентиляции*. О.а. выпускаются подвесного и напольного типов. Подвесной состоит из *вентилятора осевого* и *калорифера*, заключ. в общий корпус. На выходе из О.а. устанавливается многостворчатый клапан с ручным или автоматич. управлением для изменения направления воздушного потока в вертикальной плоскости. Один подвесной агрегат может нагревать до 20 тыс. м³/ч воздуха, передавая в помещение до 300 кВт теплоты. Примером может служить одноструйный О.а. типа А02-11-02У3, предназначен. для подачи 10 тыс. м³/ч воздуха при тепловой мощности 100 кВт и темп-ре нагретого воздуха 50°С, работающий на высоко-темп-ной воде с предельным давлением 1,2 МПа. О.а. может применяться в р-нах с умеренным климатом. Модификациями этого агрегата предусматривается обводной канал у калорифера (двухструйный О.а.) или увлажнит. ванна с водонагревателем для бесфорсуночного увлажнения обрабатываемого воздуха. В двухструйном О.а. верхняя струя более холодного воздуха не позволяет осн. нагретой струе подняться вверх, что увеличивает дальность струи в целом.

В напольных О.а. используются



Подвесной воздушный отопительный агрегат
1 — регулирующая решетка; 2 — калорифер; 3 — петля; 4 — корпус; 5 — электродвигатель; 6 — осевой вентилятор

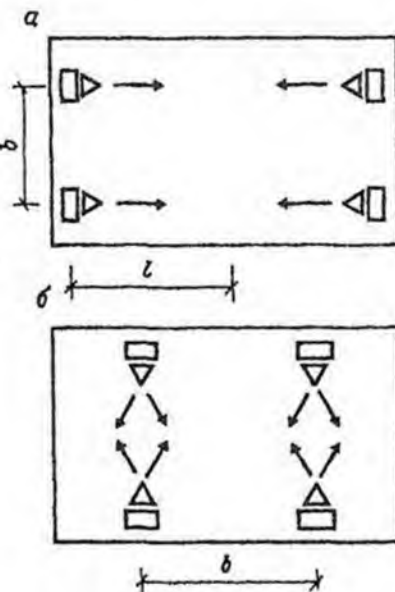


Схема расположения отопительных агрегатов в плане помещения

а — при параллельных компактных струях; б — при непараллельных струях

вентиляторы радиальные и осевые. Их тепловая мощность может превышать мощность подвесных агрегатов. Воздух нагревается не только водой или паром, но и при сжигании газообразного топлива. В газозвоздушных О.а. кроме вентилятора радиального и калорифера предусматриваются фильтр для очистки воздуха и дымоход для удаления продуктов сгорания топлива в атмосферу. Нагретый в О.а. воздух выпускается на высоте $(0,35—0,65) h_n$ от пола (h_n — высота помещения) преимущественно наклонными струями под углом 35° к горизонту (наклонная подача воздуха) или горизонт. струями (сосредоточ. подача). Последняя обеспечивает большую дальность струи и применяется в помещениях значит. площади и огранич. высоты. Кол-во устанавливаемых в помещении О.а. должно быть не менее двух с расстоянием между ними $b \leq 3h_n$ при параллельных компак-

ных струях, до $10h_n$ при неполных верных и $1,6h_n$ при наклонных струях.

Тепловая мощность двухструйного О.а. принимается равной *теплопотерям помещения*, но не всего, а обслуживаемой ячейки объемом в h_n (h_n — дальность струи). Тепловую мощность одноструйных агрегатов с учетом всплывания горячей струи и возрастания теплопотерь через потолок увеличивают на 10% при наклонной подаче и на 25% при горизонт. воздухораспределении. Нач. темп-ра и скорость воздуха на выходе из О.а. определяются расчетом из условия обеспечения принятой дальности струи и нормативных параметров на входе струи в рабочую зону (или в обратном потоке). При этом обеспечивается такая кратность воздухообмена, к-рая соответствует наименьшему расходу электроэнергии в О.а.

ОТОПИТЕЛЬНЫЙ КОТЕЛ — источник теплоты *центрального отопления* отд. дома или р-на со мн. домами. Применяют О.к. для подогрева воды (см. *Водогрейный котел*) или для получения пара (см. *Паровой котел*).

ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР — один из осн. элементов системы отопления зданий разл. назначения, предназначен. для обогрева и поддержания *теплого баланса воздуха помещения* при

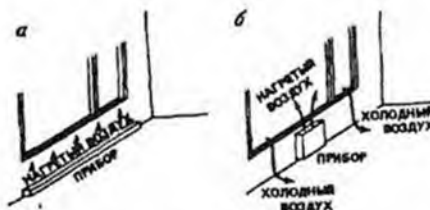
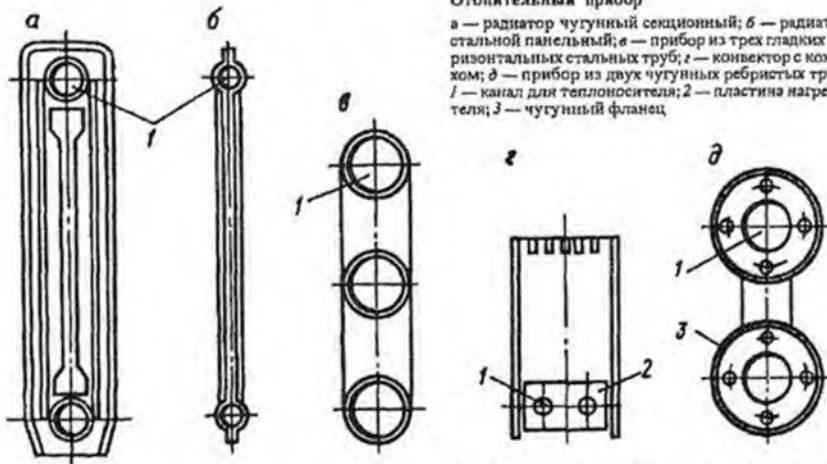
заданной темп-ре внутр. воздуха путем передачи теплоты от *теплоносителя* (воды, пара, воздуха), циркулирующего в системе отопления и проходящего через О.п., в отапливаемое помещение. *Теплота* передается конвекцией и излучением (радиацией), а при использовании О.п., являющихся частью ограждающих конструкций, и теплопроводностью. Наиболее распростран. типы О.п. — *радиаторы* (секционные, блочные, в т.ч. с промежуточными элементами, и панельные), *конвекторы* (с кожухом и без кожуха), *ребристые трубы*, *гладкотрубные отопительные приборы*, *отопительные панели*, *приборы динамического отопления* (вентиляционные конвекторы и децентрализов. нагреватели-доводчики) и *радиацион. потолочные панели*. По преобладающему способу передачи теплоты О.п. подразделяются на: радиацион. (теплоизлучающие потолочные панели), конвективные (конвекторы с кожухом) и конвективно-радиацион. (радиаторы отопительные, конвекторы без кожуха). К автономным О.п. относятся газовые (при сжигании газа непосредственно в приборе) и электрич., в к-рых электроэнергия трансформируется в тепловую. По используем. материалам О.п. различаются: металлич. — из чугуна, стали, алюминия и его сплавов, меди или комбинации этих металлов; неметаллич. — из керамики,

ме циркуляции теплоносителя О.п. подразделяются на концевые и проходные, по тепловой инерции — на малоинерц., имеющие небольшую массу и вмещающие малое кол-во воды (напр., конвекторы), и инерц., массивные, вмещающие значит. кол-во воды (напр., бетонные панели). Преимущественные области применения отд. видов О.п.: радиаторы чугунные секц. и блочные используются как приборы общего назначения особенно в системах отопления, в к-рых не удается обеспечить повыш. требования к теплоносителю и воздушной среде (при повыш. требованиях к чистоте поверхности приборов — радиаторы с увелич. расстоянием между колонками соседних секций и без внешнего оребр.); радиаторы стальные панельные и секционные — при неагрессивных теплоносителях и воздушной среде в помещении; гладкотрубные приборы — при повыш. сан.-гигиенич. требованиях и агрессивных теплоносителях и воздушной среде в помещениях; конвекторы с кожухом, оборудов. регулирующим тепловой поток *воздушным клапаном* конвектора, — при необходимости индивид. регулирования *теплоотдачи*; конвекторы без кожуха, не оборудов. воздушным клапаном, — в зданиях разл. назначения для уменьшения стоимости системы отопления (в частности, в теплицах и во вспомогат. помещениях производств. зданий); высокие конвекторы — в вестибюлях, лестничных клетках, помещениях большого объема обществ. зданий; ребристые трубы — в производств. и с.-х. зданиях.

При традиц. конструкциях оконных переплетов радиационно-конвективные приборы целесообразнее всего устанавливать под окнами с перекрытием ими не менее 75% длины подоконника (это требование обязательно для больниц, детских дошкольных учреждений, школ, домов престарелых и инвалидов) в местах, доступных для осмотра, ремонта и очистки. Тепловой поток с 1 м длины прибора (теплоплотность) должен быть достаточным, чтобы нейтрализовать ниспадающую струю охладж. у окна или наружного ограждения воздуха и не допустить отклонения ее в рабочую зону помещения; при этом темп-ра внутр. поверхности стекла не должна быть ниже темп-ры, соответствующей условиям комфорта. О.п. должен обеспечивать выполнение этих требований, поэтому однотипные по форме и назначению приборы выпускаются разл. как по размерам (высоте, глубине), так и по теплоплотности. Важнейшая хар-ка О.п. — номинальный тепловой поток в кВт, передаваемый от теплоносителя воздуху и ограждениям помещения при нормиров. условиях. В отечеств. практике для всех О.п., работающих в режиме свободной конвекции (т.е. кроме приборов динамич.

Отопительный прибор

а — радиатор чугунный секционный; б — радиатор стальной панельный; в — прибор из трех гладких горизонтальных стальных труб; г — конвектор с кожухом; д — прибор из двух чугунных ребристых труб; 1 — канал для теплоносителя; 2 — пластина нагревателя; 3 — чугунный фланец



Размещение отопительного прибора под окном а — низкого и длинного; б — высокого и короткого

фарфора, стекла, бетона и полимерных материалов; комбиниров. — напр., в виде бетонных панелей с замонолич. в них трубчатыми регистрами из стали, стекла или полимерных материалов. По высоте О.п. делятся на высокие (выше 650 мм), средние (более 400—500 мм), низкие (более 200—400 мм) и плитнусные (200 мм и менее); по глубине в установке (с учетом определяемого кронштейном расстояния от прибора до стены) — малой (до 120 мм вкл.), средней (более 120—200 мм) и большой глубины (более 200 мм). По ске-

отопления), за нормиров. принимают такие условия, при к-рых разность средней темп-ры теплоносителя в приборе и темп-ры воздуха в помещении составляет 70°C , расход горячей воды через прибор — $0,1 \text{ кг/с}$ (360 кг/ч), барометрич. давление воздуха в помещении — $1013,3 \text{ гПа}$ (760 мм рт.ст.), а движение теплоносителя осуществляется по схеме "сверху вниз". По этой хар-ке определяются важные показатели О.п.: уд. масса, кг/кВт , т.е. отношение массы прибора к номинальному тепловому потоку; трудоемкость изготовления и монтажа; себестоимость; номенклатурный шаг — разность номин. тепловых потоков приборов соседних типоразмеров. Чем меньше номенклатурный шаг, тем точнее подбор О.п. и тем меньше дополнительный расход теплоты на отопление. Действит. тепловой поток О.п. в системе отопления отличается, как правило, от номин. из-за всегда имеющих отклонений фактич. разности темп-р, расхода теплоносителя и барометрич. давления от нормиров. Фактич. расход теплоносителя в О.п. находят путем отнесения требуемого теплового потока к кол-ву теплоты, получаемому от 1 кг теплоносителя при его охлаждении (вода, воздух) или конденсации (пар) в О.п. Типоразмер принятого вида О.п. выбирается путем сопоставления требуемого номин. теплового потока с каталожными значениями, причем требуемый номин. тепловой поток определяют путем приведения фактич. темп-ры и расхода теплоносителя, а также барометрич. давления к нормируемым условиям.

К О.п. предъявляются разл. требования, дополняющие и уточняющие требования к системам отопления в целом: теплотехнич. — наибольшая плотность теплового потока, отнес. к единице площади наружной теплоотдающей поверхности, характеризуемая коэфф. *теплотеплопередачи* О.п., малый номенклатурный шаг, широкая номенклатура типоразмеров по теплоплотности; сан.-гигиенич. — ограничение темп-ры наружной поверхности (желательно ниже 70°C), доступность и удобство очистки от пыли и загрязнений; экономич. — экономный расход материалов (в первую очередь, металлов) на изготовление О.п., характеризуемый его уд. массой, низкая себестоимость; архитектурно-строит. — соответствие интерьеру помещения, компактность, широкая номенклатура по высоте и глубине; производственно-монтажные — низкая трудоемкость и высокая степень механизации и автоматизации при изготовлении и монтаже; эксплуатац. — надежность, механич. прочность при рабочем избыточном давлении теплоносителя не менее $0,6 \text{ МПа}$, ремонтпригодность, малая тепловая инерция.

При размещении О.п. вертикал. оси их

и оконного проема должны совпадать (допускается отклонение не более 50 мм). В жилых зданиях, гостиницах, общежитиях, административно-бытовых зданиях производств. и с.-х. предприятий допускается смещение О.п. от оси проемов для унификации длины подводок к ним. Наветренные О.п. устанавливаются возможно ближе к полу помещений (миним. расстояние от него 60 , в лечебных учреждениях — 100 , макс. не более 50 мм глубины прибора в установке) и, как правило, открыто. Если по спец. требованию необходимо ограждение или декорирование О.п., то теплоотдающая площадь открытого прибора из-за связанного с этим снижением эффективности его теплопередачи не должна увеличиваться более чем на 10% площади открыто установлен. прибора.

Тенденции развития О.п. предусматривают совершенствование (в т. ч. создание приборов динамического отопления) их формы и внешн. вида, расширение номенклатуры, снижение уд. массы и трудоемкости при изготовлении, транспортировании и монтаже, повышение надежности и улучшение эксплуатац. показателей.

ОТОПИТЕЛЬНЫЙ СЕЗОН — период времени действия *отопления* зданий и сооружений. О.с. устанавливается как среднестатистич. число сут в году, когда средняя суточная темп-ра наружного воздуха устойчиво (в течение не менее 3 сут) равна 8°C или ниже. Завершается О.с. при столь же устойчивом повышении темп-ры до 8°C и выше. Продолжит. О.с. на юге СНГ составляет $3-4$, на большей части территории страны $6-8$, на Крайнем Севере $9-11$ мес. По средней статистич. продолжительности О. с. определяет суровость зимы в данной местности, выражаемую в *градусо-сутках*. Фактич. продолжит. О.с. ежегодно изменяется, но в расчет берется среднестатистич. величина.

ОТОПЛЕНИЕ — искусств. обогревание помещений для поддержания в них темп-ры на уровне, определяемом допустимыми условиями теплового комфорта для находящихся людей и требованиями технологич. процесса. О. осуществляется стационарной или переносной отопит. установкой, обладающей определенной тепловой мощностью. Элементы стационарной отопит. установки разрабатывают при проектировании здания и увязывают со строит. конструкциями. Они должны сочетаться с планировкой и интерьером помещений. Монтаж отопит. установки проводят в процессе возведения здания. О. зданий и сооружений применяют в течение холодного времени года, когда потери теплоты через ограждающие

конструкции и на нагревание инфильтрующегося в помещения холодного воздуха превышают выделения теплоты, т.е. для возмещения дефицита теплоты.

Функционирование О. помещения характеризуется изменчивостью использования тепловой мощности отопит. установки, зависящей от наружных метеорологич. условий. При понижении темп-ры наружного воздуха и усилении ветра подача теплоты должна увеличиваться, при повышении темп-ры, проникании солнечных лучей в помещение — уменьшаться. Кроме того, может изменяться поступление теплоты в помещение от внутр. производств. и бытовых источников. О. помещений совместно с *вентиляцией* создает требуемые сан.-гигиенич. условия в холодный период года, улучшает самочувствие людей, способствует повышению производительности труда и качества продукции. В отапливаемых зданиях дольше сохраняется благоприятный темп-ро-влажностный режим их конструкций. В сооружениях агропром. комплекса поддерживаются условия, обеспечивающие макс. продуктивность животных, птицы и растений, сохранность овощей и фруктов.

О. помещений путем сжигания топлива применялось с древнейших времен. Постепенно способы сжигания топлива совершенствовались, от очагов переходили к жаровням, *отопительным печам, каминам, конвекторам, излучателям* и др. *отопительным приборам*. В осн. это было *местное отопление*, однако встречалось и центральное. Различные способы О. помещений трудно отнести к опред. этапам историч. развития общества. В одно и то же время соседствовали технич. устройства О., стоящие и на самом низком, и на достаточно высоком уровне. Самый простой и древний способ О. путем сжигания топлива внутри помещения применялся наряду с центр. установками О. Так, имеются сведения, что в г. Эфесе, основанном в X в. до н.э. на территории соврем. Турции, для отопления уже в то время использовались системы трубок, в к-рые подавалась нагретая вода из закрытых котлов, находящихся в подвалах домов. В Римской империи, в Германии в средние века для О. помещений использовался воздух, нагретый в подпольных каменных каналах, предварительно прогретых горячими дымовыми газами, полученными от сжигания топлива в центр. камере. В течение нескольких тысячелетий применялись для О. жилищ глинобитные печи, топившиеся "по-черному", с отводом дыма в помещение и через него наружу. Устраивалось также центр. огневоздушное подпольное О., обнаруженное в остатках многочисл. построек на территории Хакассии в Сибири, Древнем Китае и Древней Греции. В России в XV в. появились "белые" отопит. печи с дымовыми тру-

бами, *воздушное отопление* (напр., в Грановитой палате в Московском Кремле). В XVIII в. в Англии и Франции стали использовать водяной пар и нагретую воду для О. сначала оранжерей и теплиц, а затем и зданий. В России первая установка *парового отопления* была осуществлена в Петербурге в 1816, водяного — в 1834. Высокотемпературное паровое отопление высокого давления устраивалось исключительно в производствах, зданиях. Позднее стали применять паровое отопление низкого давления. *Водяное отопление* преимущественно распространялось в гражданском строительстве, в первую очередь — в больницах. Со временем *центральное отопление* стало осн. способом обогрева городских зданий и сооружений, в сельской местности большей частью применялось местное О.

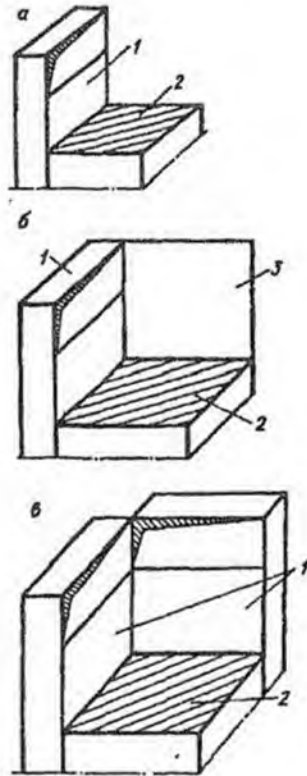
О. осуществляется путем переноса теплоты от ее источника в обогреваемые помещения с помощью теплоносителя. В зависимости от осн. видов применяемого теплоносителя О. наз. водяным, паровым или воздушным. К О. с газообразным теплоносителем относится *печное отопление*. В отд. р-нах страны встречается *геотермальное* и *солнечное отопление*. Используются также *электрическое отопление* и газовое отопление. Часто применяется *комбинированное отопление*. Способ О. в большой мере зависит от особенностей конструктивного и архитектурно-планировочного решения зданий и сооружений. Но прежде всего по преобладающему способу передачи теплоты О. может быть конвективным или лучистым, и осуществляется спец. технической установкой, наз. *системой отопления*.

Направления совершенствования О. определяются общими задачами и достижениями развития техники. Предъявляются повыш. требования к тепловому режиму помещений, зависящему от действия О. Известны, напр., оптим. температурные условия работы учащихся: это температура 22°C с отклонением от нее не более чем на -1 и $+2^{\circ}\text{C}$. Для создания подобных благоприятных условий труда и быта людей разрабатываются технически более совершенные установки О. При этом их отд. элементы (узлы и детали) унифицируются для сокращения затрат труда в процессе создания таких систем. Исследуются и внедряются отопит. установки, основанные не на сжигании традиц. видов органич. топлива (твердого, жидкого, газообразного), а на использовании сбросной теплоты и возобновляемых источников теплоты, в т.ч. низкотемпературных.

Эффективность действия систем отопления предполагается повышать путем оптимизации проектных решений с применением ЭВМ, придания отопит. установкам надежности в эксплуатации, ав-

томатизации их работы. Подлежат дальнейшему исследованию с целью экономии теплоты режимы эксплуатации и способы управления отопит. установками.

ОТСОС ВОЗДУХА БОКОВОЙ — разновидность *местного отсоса* воздуха открытого типа, представляющая собой одну (или две) располож. сбоку от



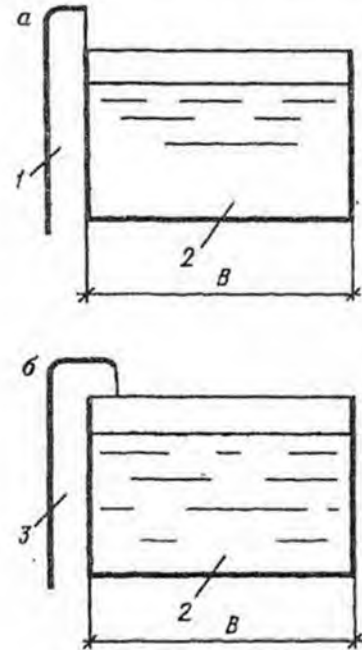
Отсос воздуха боковой

а — одиночный; б — одиночный экраном; в — угловой; 1 — панель равномерного всасывания; 2 — конвективный источник вредных выделений; 3 — экран

источника вредных выделений вертикал. панель с всасывающими отверстиями. Применяют для улавливания загрязн. воздушных потоков конвективного и механич. происхождения в тех случаях, когда более предпочтительное соосное расположение всасывающего отверстия и загрязн. воздушного потока невозможно по условиям технологич. процесса. Несосное расположение всасывающего отверстия приводит к изменению траектории воздушной струи, благодаря взаимодействию скоростных полей факела всасывания и струи. Улавливающее действие факела усиливается, если конструкция О.в.б. формирует подтекание воздуха со стороны локализуемого источника вредных выделений. Изменение траектории струи требует дополнит. расхода

отсасываемого воздуха по сравнению с его расходом при соосно располож. отсосе. Применительно к существующим технологич. процессам разработано три вида конструкций О.в.б.: одиночный; одиночный с экраном; угловой. Панели могут устанавливаться как на кромке источника вредных выделений, так и на нек-ром расстоянии от него.

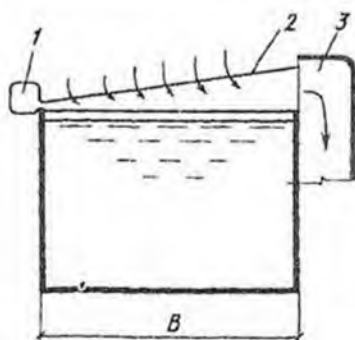
ОТСОС ВОЗДУХА БОРТОВОЙ — разновидность *местного отсоса* воздуха открытого типа. Имеет воздухоприемное отверстие щелевидной формы, располага-



Отсос воздуха бортовой

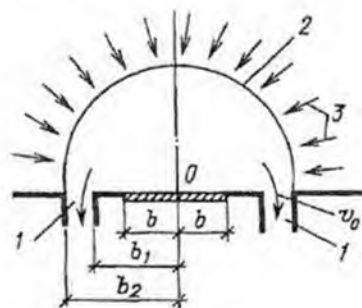
а — обыкновенный односторонний; б — опрокинутый односторонний; 1 — кожух обычных бортового отсоса; 2 — ванна; 3 — кожух опрокинутого бортового отсоса

емое вблизи границы источника вредных выделений, предназначен для улавливания вредных паров и газов, выделяющихся на горизонт. площадках. Наибольшее применение О.в.б. получили при локализации вредных выделений от ванн металлопокрытий и травления, а также от столов для намазки клеем, ручной покраски мелких изделий и т.д. О.в.б. наз. простым, если плоскость воздухоприемного отверстия вертикальна, и опрокинутым, если она горизонтальна. Простые отсосы для ванн применяют при высоком уровне раствора (80—100 мм до нижней кромки щелевого отверстия); опрокинутые — при более низком (120—200 мм). Для опрокинутых О.в.б., направляющих поток отсасываемого воздуха ближе к зеркалу



Отсос воздуха бортовой со сдувом

1 — воздуховод равномерной раздачи воздуха; 2 — граница настилающейся струи; 3 — кожух одностор. бортового отсоса



Отсос воздуха нижний бортовой

1 — щель; 2 — куполообразная поверхность; 3 — направление подтекающего воздуха; b, b_1, b_2 — размеры, м; v_0 — скорость воздуха в щели, м/с

жидкости, требуется меньший расход воздуха. Односторонние О.в.б. (воздухоприемная щель расположена с одной стороны ванны) целесообразно применять при ширине ванны $B \leq 700$; двухсторонние, требующие меньшего расхода воздуха — при ширине $700 < B \leq 1200$ мм. Если ширина ванны $B > 1200$ мм, целесообразно сооружение О.в.б. с передувом. Высота щели О.в.б. по конструктивным соображениям принимается $0,1B$, но не менее 50 мм. Постоянство расхода по длине обеспечивают обычно следующими способами: отсос выполняют в виде воздуховода равномерного всасывания со щелью пост. высоты; отсос устраивают из отд. секций, вытяжной патрубков каждой из к-рых соединяют с вытяжным воздуховодом конфузором с углом раскрытия $\alpha \leq 60^\circ$. Одной из причин выноса вредных выделений из ванн является тепловая конвективная струя. Работа О.в.б. определяется взаимодействием конвективной струи и спектра всасывания щелевого отсоса. Скорость подъема воздуха в струе уравновешивается направл. в противоположную сторону скоростью воздуха, уходящего в О.в.б. В результате над источником формируется купол загрязн. воздуха, наз. "спектром вредных выделений" и замыка-

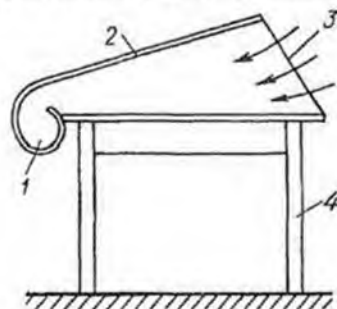
ющийся на О.в.б. Расстояние между зеркалом ванны и верхней точкой купола зависит от объема удаляемого воздуха. Расход отсасываемого воздуха зависит от степени токсичности выделений: чем они токсичнее, тем меньше допускаемая высота спектра.

Аналитич. способы расчета объема удаляемого воздуха дают значит. погрешности. Поэтому осн. методом исследований является эксперимент, в основу которого положены след. предположки: эффективность О.в.б. определяется макс. высотой куполовидного спектра вредных выделений, измеряемой от зеркала раствора; конвективный поток оценивается значением разности темп-р раствора в ванне и воздуха помещения; объем вытяжки, обеспечивающий заданную высоту купола спектра, зависит от мощности конвективного потока, уровня раствора в ванне, подвижности воздуха в помещении.

Ванны шириной $2000 > B > 1200$ мм целесообразно оборудовать О.в.б. со сдувом, позволяющим сократить расход воздуха по сравнению с простыми и опрокинутыми отсосами. О.в.б. со сдувом представляет собой простой одностор. отсос, активиров. поддувом при настилающейся на поверхность раствора плоской воздушной струе, направл. из воздуховода с противоположной стороны ванны. При внешн. сходстве с простым односторонним О.в.б. он принципиально отличается от него своей работой. Настилающаяся струя подхватывает испарения, не позволяя сформироваться конвективной струе, а подтекающий сверху к границе настилающейся струи воздух способствует локализации вредных выделений, удержанию их в границах настилающейся струи. Задача отсоса — принять подтекающую струю. Высота О.в.б. должна быть равной или неск. большей струи на входе в отсос, а средняя скорость во всасывающем отверстии — равной или неск. большей средней скорости в струе.

Нижний отсос сооружают, когда применение более экономичных отсосов невозможно по конструктивным и технологич. требованиям. Он представляет собой систему воздухоприемных отверстий, располож. по периметру источника вредных выделений. Работа такого местного отсоса состоит во взаимодействии скоростных полей конвективной струи, формирующейся над источником, и нижнего отсоса. В результате над источником формируется зона загрязн. воздуха, огранич. куполообразной поверхностью, охватывающей источник и замыкающейся на местный отсос. На этой поверхности скорость конвективной струи уравновешивается противоположно направл. скоростью местного отсоса, восходящий поток тормозится и начинает движение в обратную сторону.

ОТСОС ВОЗДУХА ВИТРИННЫЙ — разновидность *местного отсоса* воздуха полуоткрытого типа. Оборудуют обычно у рабочих столов. Его

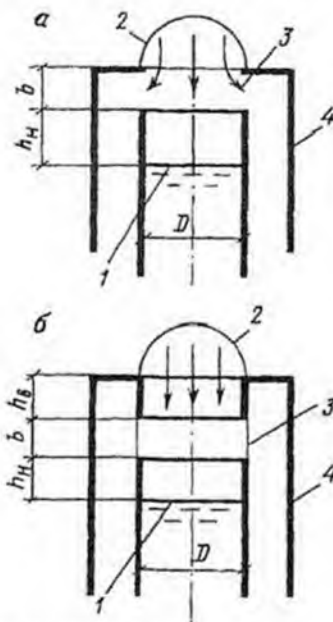


Отсос воздуха витринный

1 — воздуховод равномерного всасывания; 2 — кожух; 3 — рабочий проем; 4 — рабочий стол

рабочий проем для удобства наклонен к плоскости горизонта. Применяют для удаления вредных выделений тяжелее воздуха. Протяженность рабочего проема может быть значит., поэтому воздух удаляется воздуховодом равномерного всасывания, иногда улитообразной формы как более простого в изготовлении.

ОТСОС ВОЗДУХА КОЛЬЦЕВОЙ — разновидность *местного отсоса* воздуха остаточного типа. Ими оборудуют шахтные термич. печи и круглые ванны, если по технологич. условиям невозможно

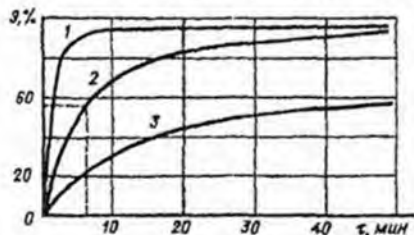


Отсос воздуха кольцевой

а — со щелью у верхней кромки; б — со щелью, опущенной к зеркалу ванны; 1 — зеркало ванны; 2 — граница спектра вредных выделений; 3 — щель; 4 — кожух отсоса

устройство вытяжного зонта или вытяжного шкафа, обеспечивающих более надежную локализацию вредных выделений. Применяют О.в.к. двух видов: со щелью у верхней кромки и щелью, опущенной к зеркалу ванны. Для работы отсосов этого типа характерно подтекание воздушного потока сверху вниз, что способствует более надежной работе по сравнению с работой бортовых отсосов воздуха. О.в.к. печь может выполняться в виде кожуха либо состоять из двух полуколец воздуховодов равномерного всасывания. Предпочтительнее О.в.к. со щелью, опущенной к зеркалу ванны. Эффективность работы отсоса возрастает с увеличением высоты бортов ванны h_b , стабилизирующих вертикальный воздушный поток. Если ванна или термич. печь заключена в кожух для обеспечения равномерности отсоса по длине щели, отсасывающий воздуховод должен присоединиться внизу на расстоянии до оси щели не менее двух диаметров воздуховодов, а также с отношением $b/D < 0,04$. Практически приемлемо и отношение $b/D \leq 0,08$, при этом отклонения от средней скорости в щели составляют $\pm 16\%$. Заглубление верхней кромки щели h_b должно приниматься возможно большим, но для предотвращения охлаждения поверхности ванны подтекающим воздушным потоком $h_b \geq 2b$. Если О.в.к. составлен из двух полукольцевых отсосов, отсасывающий горизонт. воздуховод присоединяют соосно со щелью, вертикаль. — к отверстию в нижней стенке отсоса. Допустимую высоту спектра вредных выделений над отсосом принимают в пределах $0-0,15$ м. Требуемый объем удаляемого воздуха зависит от конструктивных особенностей О.в.к. (D, h_b, b, h_n) и допустимой высоты спектра вредных выделений.

ОТСТАИВАНИЕ ВОДЫ — процесс выделения из нее под действием гравитационных сил взвеш. в-в; при этом частицы с плотностью, большей плотности воды, движутся вниз, с меньшей — вверх. Сооружения, в которых осуществляется этот процесс, наз. отстойниками (см. *Отстойник вертикальный, Отстойник горизонтальный, Отстойник радиальный, Отстойник с вращающимся устройством*).



Кинетика отстаивания сточных вод металлургического производства при исходной концентрации взвеш. в-в, 500 мг/л (кривая — 1), 200 мг/л (кривая — 2) и 50 мг/л (кривая — 3)

вом для распределения и сбора воды, *Отстойник тонкослойный*).

Природные воды, забираемые из поверхностных источников водоснабжения, как правило, загрязнены взвеш. в-вами, имеющими плотность больше плотности воды, поэтому их можно отнести к суспензиям. Сточные воды могут быть как суспензиями, так и эмульсиями. В последнем случае взвеш. в-вами являются масла, жиры и нефтепродукты. В производств. сточных водах компоненты загрязнений, имеющие плотность больше и меньше плотности воды, часто присутствуют одновременно. Эффективность процесса О.в. определяется скоростью осаждения взвеш. частиц, от которой зависят продолжит. процесса и объем отстойных сооружений. Осн. фактором, определяющим продолжит. процесса О.в., является дисперсность (крупность) частиц. Ее условно принято разделять на пять классов: грубодисперсные размером более 10^{-1} мм; среднелдисперсные — $10^{-1}-2 \cdot 10^{-2}$, мелкодисперсные — $10^{-2}-10^{-3}$, коллоидные — $10^{-3}-10^{-6}$ и растворенные — менее 10^{-6} мм. Скорость осаждения при равной дисперсности выше для частиц с большей плотностью и увеличивается при снижении вязкости жидкой фазы. При расчете отстойных сооружений необходимо вносить поправку на вязкость, если существует вероятность изменения температуры воды. За грубодисперсными частицами ($Re > 1$) при осаждении образуется турбулентный вихрь, к-рый может захватить близрасполож. частицы меньшего размера, увеличивая скорость ее осаждения. С другой стороны, в суспензиях с большим содержанием взвеш. частиц наблюдается снижение скорости осаждения их вследствие взаимного влияния оседающих частиц. Этот процесс получил назв. степенного осаждения. Скорость осаждения зависит также от поверхностных свойств взвеш. частиц, оцениваемых ζ -потенциалом и смачиваемостью (гидрофобностью). Растворен. соли могут заметно увеличивать плотность воды, способствовать агломерации — соединению взвеш. частиц в агломераты и ускорению их осаждения.

При расчете отстойных сооружений скорость осаждения частиц, к-рые нужно выделить, рекомендуется определять опытным путем. Эффективность процесса О.в. в проточных отстойных сооружениях отличается от эффективности его в статич. условиях.

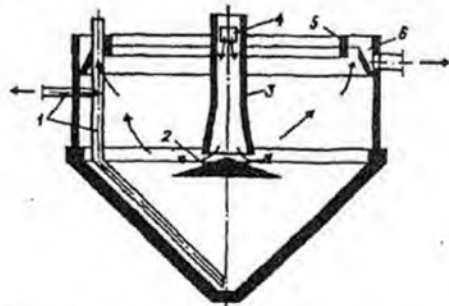
Эффективная работа отстойников в значит. степени зависит от конструкции водораспределит. и водосборных узлов. Равномерное распределение потока воды обеспечивает макс. использование объема отстойного сооружения. Из-за несовершенства конструкций водораспределит. и

водосборных устройств использование объема в отстойных сооружениях, как правило, не превышает 50—55%.

Процесс отстаивания нашел широкое применение. Практически на всех станциях очистки питьевых и сточных вод городов и пром. предприятий существуют отстойники. Очистка сточных вод от масел и нефтепродуктов осуществляется гл. обр. в отстойных сооружениях. Для повышения эффективности процесса О.в. и сокращения объема отстойных сооружений применяют предварит. коагуляцию или флокуляцию загрязнений реагентами. В этом случае узел сооружений отстаивания дополняют узлом реагентной обработки воды.

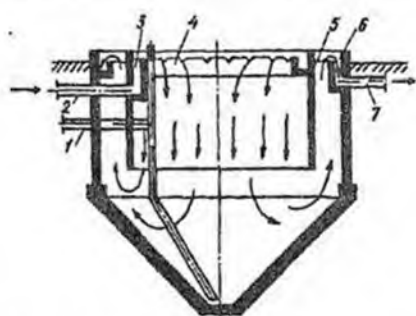
ОТСТОЙНИК — сооружение на станции очистки природных и сточных вод в виде резервуара или бассейна. Служит для выделения из сточной жидкости взвеш. примесей путем их осаждения под действием силы тяжести при малых скоростях движения потока. См. также *Отстойник вертикальный, Отстойник горизонтальный, Отстойник радиальный, Отстойник с вращающимся устройством для распределения и сбора воды, Отстойник тонкослойный*.

ОТСТОЙНИК ВЕРТИКАЛЬНЫЙ — сооружение для очистки воды, в к-ром процесс осаждения или всплытия загрязнений происходит в потоке, движущемся вертикально вверх или вниз. В О.в. наиболее распространены конструкции, в к-рых исходная вода подается в центр. трубу, по к-рой движется вниз и относительно равномерно распределяется по поперечному сечению О.в. щитом, установл. перед раструбом центр. трубы, а затем поднимается вверх, при этом происходит выделение из нее загрязнений. Осветл. вода переливается через водослив в кольцевой лоток и удаляется из сооружения. Разработаны проекты О.в. диаметром 4; 6 и 9 м. Эффективность использования их объема довольно



Отстойник вертикальный

1 — шламостводящий трубопровод; 2 — отражающий щит; 3 — центр. труба; 4 — подводный трубопровод; 5 — полупогруженная кольцевая перегородка; 6 — водосборный лоток

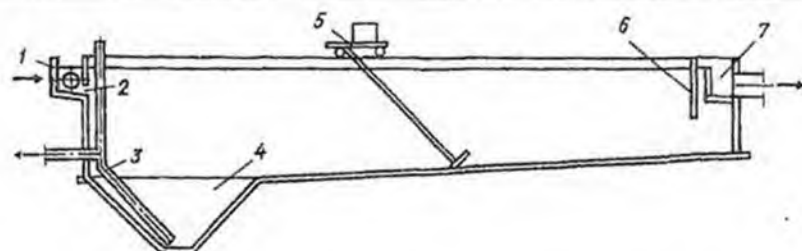


Отстойник вертикальный с нисходяще-восходящим потоком

1 — шламопровод; 2 — подающий трубопровод; 3 — приемная камера; 4 — распределит. кольцевой лоток; 5 — полупогруженная кольцевая перегородка; 6 — водоприемный лоток; 7 — отводящий трубопровод

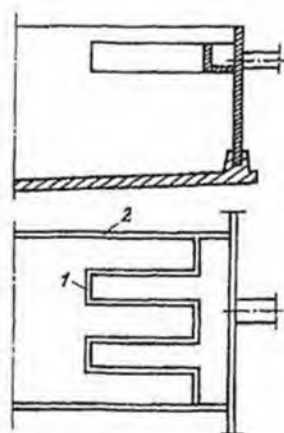
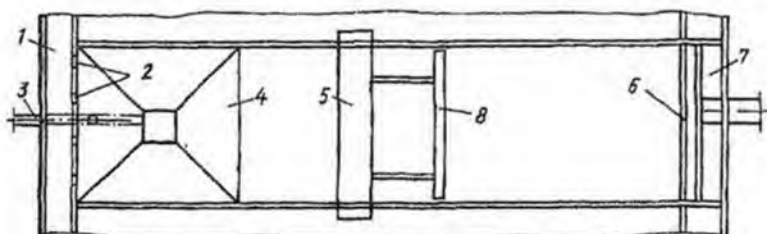
низкая. Коэфф. использования объема примерно равен 0,4. Имеется О.л. с нисходяще-восходящим потоком. Вследствие более благоприятных гидравлич. условий движения потока этот отстойник обеспечивает тот же эффект очистки при в 1,3—1,5 раза больших уд. гидравлич. нагрузках. Существуют О.в. квадратной в плане формы. В них выделенный осадок накапливается в четырех одинаковых приемках. Осадок из О.в. удаляется под действием гидростатич. напора при отсутствии к.-л. механизмов. Особенно эффективно применение О.в. при выделении из сточных вод гелеобразных осадков, к-рые практически невозможно удалять скребковыми механизмами, применяемыми в *отстойниках горизонтальных*. Представляет интерес О.в., в к-ром объем разделен цилиндрич. перегородкой на две зоны. Исходная вода подается в периферийную зону, а осветл. отводится из центр. зоны через кольцевые лотки. Благодаря равномерному отводу воды обеспечивается достаточно полное использование объема отстойной части, при этом коэфф. использования объема составляет 0,7, а удельная гидравлич. нагрузка может быть принята 2—2,5 м³/м².

ОТСТОЙНИК ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ — сооружение прямоугольной формы для очистки воды, в к-ром процесс осаждения или всплытия загрязнений происходит в потоке воды, движущейся в горизонт. направлении. О.г. предназначен для выделения загрязнений с плотностью, большей и меньшей плотности воды, может применяться для очистки малых и больших расходов воды. Важное значение для эффективной работы О.г. имеет равномерное распределение потока воды по его поперечному сечению, к-рое определяется конструкцией впускного устройства исходной воды и сборного — очищенной. Для достижения такого



Отстойник горизонтальный

1 — распределит. лоток; 2 — впускные отверстия; 3 — шламоотводящий трубопровод; 4 — шламовый приемок; 5 — тележка с приводом; 6 — полупогруженный щит; 7 — водоприемный лоток; 8 — скребок

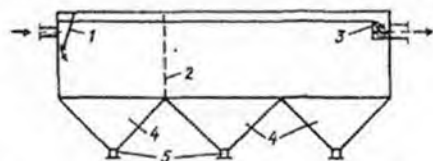


Водосборный лоток с удлиненным водосливом
1 — водосборный лоток; 2 — боковая стенка горизонт. отстойника

распределения иногда на небольшом расстоянии перед впускным трубопроводом устанавливают щелевую перегородку. Однако эффективнее такой перегородки наклонный отбойный щит, образующий с передней торцевой стенкой О.г. щель. За ним на небольшом удалении устанавливают дырчатую перегородку. Общая площадь отверстий в перегородке составляет 7% площади поперечного сечения О.г. Такая конструкция обеспечивает достаточно хорошее распределение входящего потока (коэфф. распределения равен примерно 80%).

Очищ. вода из О.г. через водослив отводится в водосборный лоток. Для

снижения гидравлич. нагрузки на водослив. кромку лотка, а следовательно, более равномерн. распределения воды по горизонт. площади отстойника, в нек-рых случаях удлиняют кромку водослива — используют боковые стенки лотка и устраивают водосборн. лотки на боковых стенках отстойника. Для более полного использования объема перед водосливом устанавливают полупогруж. перегородку, к-рая также служит для удержания всплывших на поверхность легких загрязнений (масел, нефтепродуктов и т.п.). Осевший на дно шлам удаляется скребковым механизмом, сдвигающим его в приемки, располож. в начале О.г. Из приемков шлам отводится через шламопровод под действием гидростатич. давления или гидроэлеватором. Если шламопровод уложен под днищем О.г., шлам в него попадает через донные клапаны, установлен. в каждом приемке. Скребокковый механизм представляет собой бесконечную цепь с закрепл. на ней скребками или тележку в виде фермы с одним скребком. В последнем случае на боковых стенках О.г. укладывают рельсовые пути, по к-рым движется тележка. Привод фермы должен быть реверсивным, а скребок при движении фермы в обратном направлении подниматься вверх. Плавающие загрязнения и осевший на дно шлам в О.г. удаля-



Отстойник горизонтальный с несколькими шламовыми приемками

1 — водораспределит. щит; 2 — дырчатая водораспределит. перегородка; 3 — водосборный лоток; 4 — шламовые приемки; 5 — шламоотводящие патрубки

ются, как правило, одним и тем же скребковым механизмом. Плавающие загрязнения сползают к поворотной щелевой трубе или маслосборному лотку, по к-рым отводятся из О.г. В зарубежных конструкциях О.г. шлам и плавающие загрязнения, как правило, удаляются разными скребковыми механизмами.

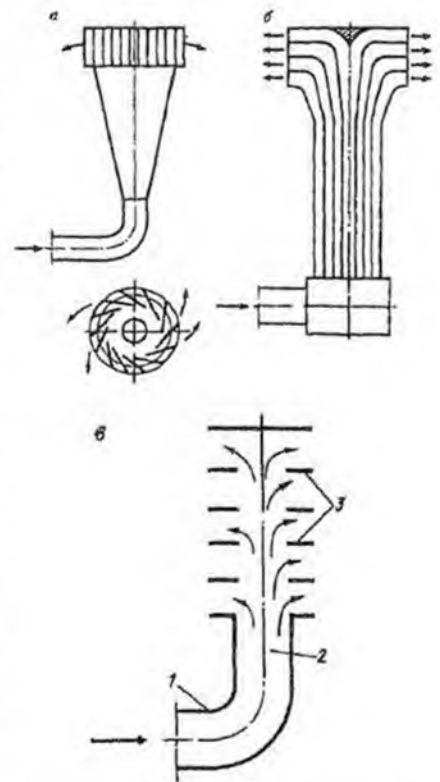
Для О.г. малых в плане размеров устраивают неск. шламовых приемков и располагают их по длине сооружения. В этом случае осадок накапливается в приемках и удаляется под действием гидростатич. напора. О.г., применяемый для локальной очистки сточных вод, целесообразно выполнять из металла. Осадок из приемков под действием гидростатич. напора поступает в шламосборный лоток, транспортирующий его на узел обезвоживания.

ОТСТОЙНИК РАДИАЛЬНЫЙ — сооружение для очистки воды, в к-ром поток движется из центр. части в радиальном направлении к периферии, где расположен кольцевой водосборный лоток. В отечеств. практике применяют О.р. круглой формы; за рубежом существуют квадратные О.р. Осн. преимущества О.р. состоит в большой длине водосливной кромки водоприемного лотка и как следствие — в малой скорости потока на входе из отстойной зоны сооружения, в к-рой из воды выделяются наиболее трудно осаждаемые примеси и уменьшается подсос выпадающего осадка. Для снижения гидравлич. нагрузки на водослив водосборный лоток устанавливают на небольшом удалении от стенки О.р., вследствие чего внутр. и внешн. борта лотка выполняют роль водослива. При этом нагрузка на водосливную кромку уменьшается в 2 раза. В О.р. больших размеров для снижения скорости потока на выходе располагают два кольцевых лотка. Большую роль для эффективности работы О.р. играет горизонтальность водосливной кромки. Ее отсутствие вызывает струйность потока и снижает коэфф. использования объема сооружения, что является причиной сокращения продолжит. процесса отстаивания.

Для равномерности отвода очищ. во-

ды из О.р. устраивают зубчатый водослив. Расчет водослива сводится к определению числа треугольных вырезов. Для этого необходимо задать высоту слоя воды перед треугольным водосливом h и затем по формуле $Q_1 = 1,4h^{2,5}$ рассчитать расход Q_1 , отводимый через один водослив. После этого, исходя из общего расхода, следует определить необходимое число водосливов — треугольных вырезов и распределить их равномерно по водосливной кромке лотка. Центр. угол треугольного водослива должен быть 90° . На эффективность работы О.р. оказывает значит. влияние равномерность распределения входящего водного потока. Установлено, что щит, расположенный на небольшом расстоянии от входа воды в отстойную зону О.р., способствует ее равномерному распределению и должен быть погружен на половину глубины воды в отстойнике. Существует еще ряд приспособлений для более равномерного распределения воды на входе в О.р., напр., разл. рода насадки, устанавливаемые на трубе, подводящей исходную воду.

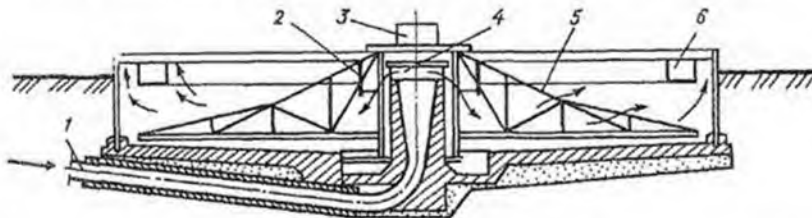
При наличии в воде большого кол-ва тяжелых механич. загрязнений, к-рые могут засорить подающий трубопровод при временном отключении О.р., исходную воду в него подают сверху. В этом случае подающий трубопровод прокладывают по радиусу над О.р. Наиболее равномерное распределение воды обеспечивает пропорцион. водораспределит. устройство. Оно состоит из набора равноудаленных одна от др. диафрагм, кромки отверстий в к-рых расположены по поверхности условного конуса. При скорости восходящего потока воды не менее $0,25$ м/с за счет разных диаметров отверстий в диафрагмах поток делится равномерно по высоте. Но даже достаточно равномерное распределение потока воды на входе в сооружение нарушается при дальнейшем движении его от центра к периферии. Это объясняется конвекц. потоками, к-рые возникают при неравномерном распределении темп-ры воды в объеме сооружения. Влияние конвекц. потоков особенно проявляется при высокой темп-ре очищаемой



Распределит. устройство с насадками (а), коаксиальное (б) и пропорциональное (в)
1 — подающий трубопровод; 2 — канал, формирующий поток; 3 — диафрагмы

ностей воды вследствие неравномерности распределения концентраций взвеш. в-в. При расчете О.р. эту неравномерность необходимо учитывать, вводя коэфф. использования объема.

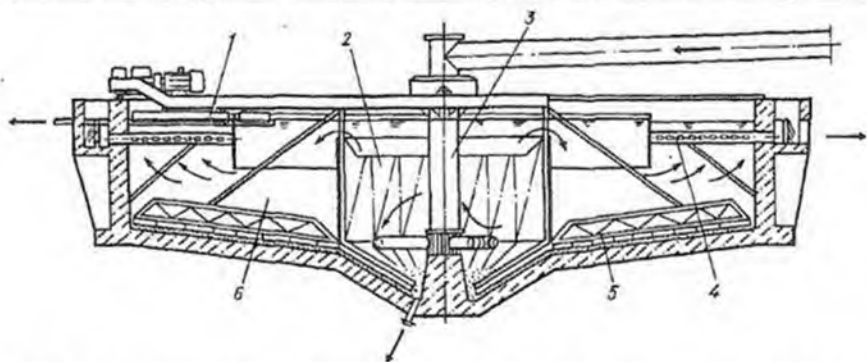
Осадок, выпавший на дно О.р., имеющего уклон к центру около $0,01$, сдвигается скребками к центр. приемку. Скребки закреплены на ферме, расположенной по радиусу и имеющей периферийный или центр. (в последних конструкциях) привод. В случае расположения привода на периферии на стенке О.р. крепят кольцевой рельс или укладывают плоское металлич. кольцо. Осадок из приемка удаляется через шламопровод под действием гидростатич. напора либо откачивается насосом. В последнем случае О.р. блокируют с насосной станцией. Для удаления всплывших и накапливающихся на поверхности воды в-в (жира, масел, нефтепродуктов и т.п.) на ферме устанавливают скребок, сдвигающий плавающие в-ва в периферии или полупогруж. кольцевой перегородке, к-рая устанавливается перед водосливом и предупреждает вынос из О.р. плавающих в-в с осветл. водой. В периферийной части рядом с полупогруж. перегородкой расположен плавающий (на



Отстойник радиальный

1 — подающий водопровод; 2 — полупогруженная кольцевая струенаправляющая перегородка; 3 — центральный привод; 4 — впускное устройство; 5 — ферма со скребками; 6 — водоприемный кольцевой лоток

воды и при значит. разнице в темп-рах воды и атмосферного воздуха. Кроме того, отрицат. влияние на равномерность распределения воды оказывают потоки, возникающие в результате разности плот-



Отстойник радиальный с камерой хлопьеобразования

1 — маслосборный лоток; 2 — камера хлопьеобразования; 3 — распределит. устройство; 4 — водосборная система; 5 — скребковая ферма; 6 — зона отстаивания

поплавок) бункер. При набегании на последний скребка он уходит под воду и в него поступают плавающие загрязнения, собранные с поверхности воды за один оборот фермы. Длительный опыт работы показывает ненадежность такой конструкции для удаления задержанных плавающих загрязнений. Более надежен в работе радиально располож. лоток, на к-рый набегает скребок, закрепленный на ферме. Эта конструкция обеспечивает меньшие потери воды с удаляемыми плавающими загрязнениями.

В отечественной практике применяют О.р. диаметрами 18; 24; 28; 30; 40; 50 и 100 м. С увеличением диаметра значит. влияние на эффективность отстаивания может оказывать ветер, вызывающий циркуляц. потоки и неравномерность распределения воды. Расчет О.р. сводится к определению его максимально допустимой произ-сти, к-рую рассчитывают исходя из требуемой степени очистки и задаваемой гидравлич. крупности задерживаемых частиц (см. *Отстаивание воды*). Для очистки сточных вод от мелкодисперсных взвеш. в-в применяют коагуляцию. Процесс отстаивания коагулир. хлопьев более эффективен при объединении камеры хлопьеобразования с отстойным сооружением. В О.р. в центр. части расположена камера хлопьеобразования циклонного типа. По произ-сти О.р. с учетом расчетной концентрации взвеш. в-в и их хар-к определяют объем выпавшего осадка, назначают период его удаления и рассчитывают его влажность.

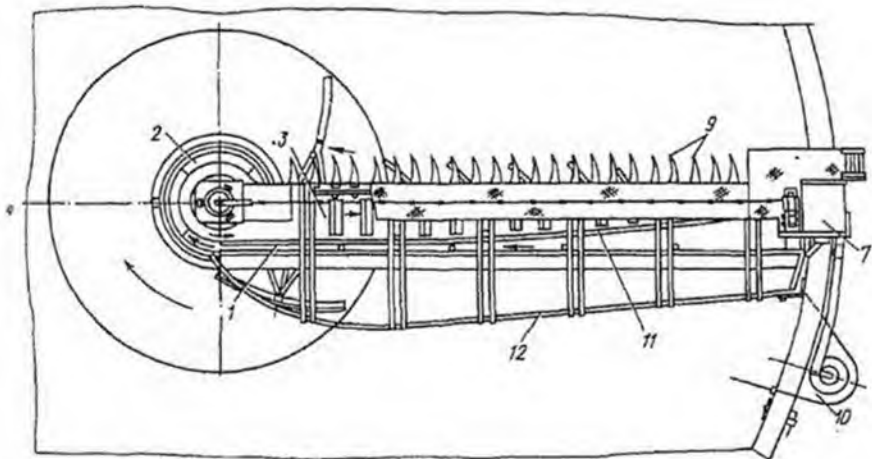
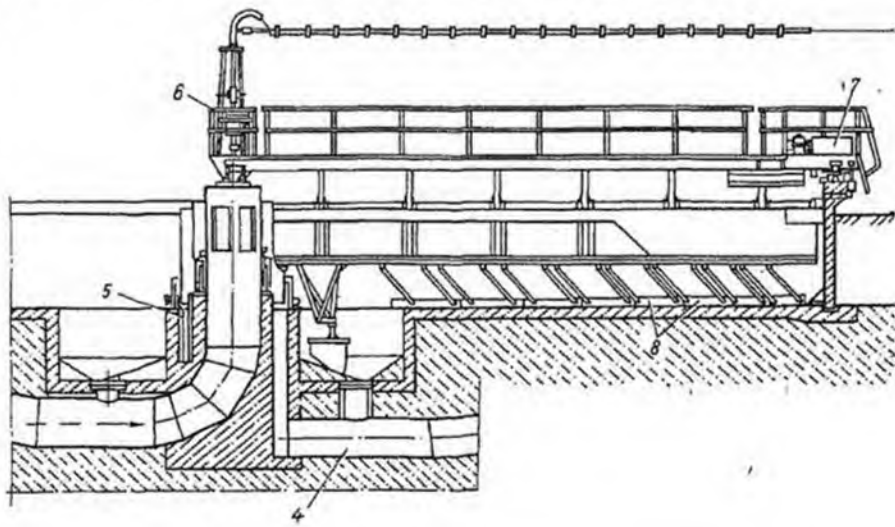
ОТСТОЙНИК С ВРАЩАЮЩИМСЯ УСТРОЙСТВОМ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И СБОРА ВОДЫ — сооружение для очистки сточных вод. Существенным недостатком отстойников радиальных и горизонтальных, снижающим эффективность их работы, является резко выраженная струйность потока воды и наличие в связи с этим турбулентных

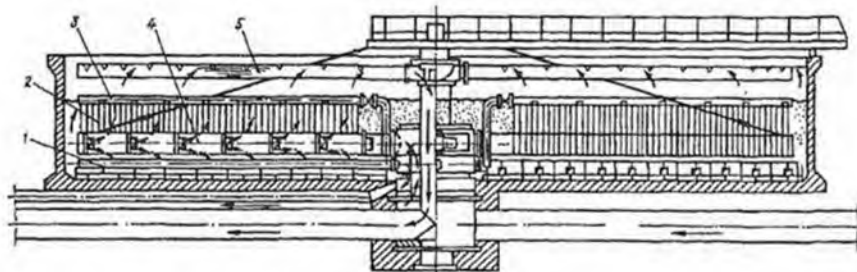
пульсаций, тормозящих осаждение взвешенных частиц. Эти недостатки в значит. мере ликвидируются при распределении воды с помощью вращающихся устройств, у к-рых скорость выхода воды равна частоте их вращения. Устройства этого типа разработаны в 1959 И.В.Скирдовым и построены на ряде очистных сооружений страны. Основными элементами

отстойника являются круглый резервуар глубиной 2,5—3 м, вращающееся устройство для распределения и сбора воды, к-рое расположено радиально и связано с фермой илоскреба. Кроме того, отстойник имеет жиросборник, приямок для осадка и камеру для регулирования уровня воды в водосборном лотке. Водораспределит. и водосборный лотки совмещены. Они затоплены и разделены криволинейной перегородкой. Водораспределительный лоток снизу ограничен щелевым днищем, с наружной стороны — рядом лопаток с внутренней струнаправляющей перегородкой. Водосборный лоток имеет водо-

Первичный отстойник с вращающимся водораспределит. и водосборным устройствами

1 — водосборный лоток; 2 — кольцевой зазор; 3 — водораспределит. лоток; 4 — трубопровод осветленной воды; 5 — воздушные затворы; 6 — токоприемник; 7 — привод; 8 — скребки; 9 — струнаправляющие лопатки; 10 — жиросборник; 11 — струнаправляющая разделит. стенка; 12 — полупогруженный щит





Отстойник с донным вращающимся распределит. устройством и стабилизатором слоя ила 1 — илосос; 2 — стержневая решетка; 3 — труба стабилизатора слоя ила; 4 — распределит. устройство; 5 — водосборное устройство

непроницаемое днище и водосливную стенку.

Исходная вода по дюкеру поступает в центр. часть отстойника и переходит в водораспределит. лоток, где проходит между лопатками в зону отстаивания. Из этой зоны отстоенная вода переливается в лоток водосборного устройства через затопленный водослив. Из водосборного лотка через кольцевую камеру в центре отстойника вода по дюкеру поступает в камеру осветленной воды. Эта камера снабжена регулируемым водосливом, с помощью к-рого устанавливается уровень воды в водосборном лотке и измеряется расход очищенных сточных вод. Изменением частоты вращения распределит. устройств в зоне отстаивания создаются оптим. условия для осаждения взвеш. в-в. При колебаниях в расходах поступающей воды заданный гидравлич. режим поддерживается изменением частоты вращения распределит. устройств с помощью регулируемого электропривода, к-рый управляется автоматически по сигналу от измерителя расхода.

Благоприятные гидравлич. условия в отстойниках с вращающимися водораспределит. устройствами позволяют в 1,5—2 раза уменьшить глубину резервуара и в 1,5—2 раза уменьшить площадь сооружений. Разработаны модификации отстойников с вращающимися распределит. устройствами, предназначенные для осветления нефтесодержащих сточных вод и разделения иловых смесей после сооружений биологич. очистки. Для очистки воды, содержащей нефтепродукты, водораспределит. и водосборный лотки, дополненные щелевыми перекрытиями, размещают ниже уровня воды, а отстойник оборудуют радиально расположенными нефтесборными трубами.

При разделении иловых смесей в отстойниках наблюдаются донные стоки, возникающие вследствие разницы в плотностях поступающей и осветленной жидкости. В отстойниках с враща-

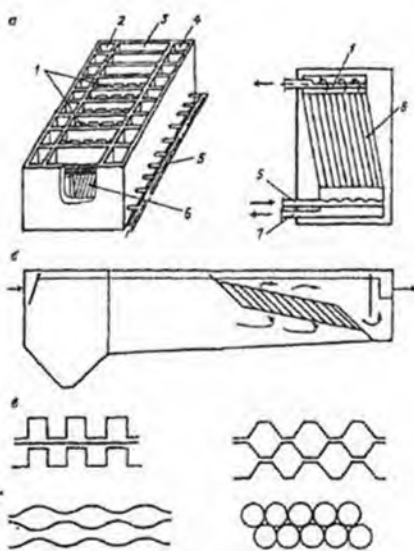
ющимися распределит. устройствами это отрицат. явление устраняется за счет соответствующего увеличения частоты вращения распределит. устройств, а также размещения их в придонном слое осадка. Водосборные устройства в виде дырчатых труб или лотков располагают у поверхности воды. Вторичный отстойник с донными распределит. устройствами состоит из цилиндрич. резервуара глубиной 4—5 м с плоским днищем, под к-рым расположены дюкеры для подвода иловой смеси, отвода осветленной воды и удаления ила. В нижней части отстойника расположено распределит. устройство в виде радиальных труб, к-рые имеют на боковой поверхности ряд окон с находящимися возле них лопатками. У дна параллельно распределит. трубам размещены трубы илососов. На уровне 1 м от поверхности воды расположены дырчатые трубы, соединенные с илососами. В верхней части отстойника находится водосборное устройство, к-рое, как и водораспределит. трубы и илосос, связано с фермой, непрерывно вращающейся с помощью электропривода. Иловая смесь по дюкеру поступает в отстойник, а через приемную камеру в центр. части — в распределит. трубы, из к-рых она вытекает через боковые отверстия и лопатками направляется в сторону, противоположную вращению устройства. Частоту вращения подбирают т.о., чтобы обеспечить оптим. условия флоккуляции и уплотнения иловой смеси. Вода проходит через взвеш. слой ила и сливается в водосборное устройство. При этом, фильтруясь, она освобождается от мелких частиц ила, что повышает эффект осветления. Уплотненный ил отводится со дна илососами в центр. часть и далее дюкером за пределы сооружения. Уровень ила стабилизируется с помощью труб, расположенных между водораспределит. и водосборным устройствами, из к-рых ил поступает в илососы. При эффективном использовании объема этого отстойника его произ-сть по сравнению с произ-стью радиальных отстойников можно увеличить в 1,5—2 раза. Оборудование распределит. устройств стержневыми решетками дает возможность ускорить процесс уплотнения ила, т.к. при медленном перемешивании образуются каналы в гелеоб-

разной структуре ила, через к-рые уходит вода. Это позволяет использовать отстойники с вращающимися распределит. устройствами при повыш. концентрациях иловых смесей, вследствие чего увеличивается пропускная способность сооружений биологич. очистки.

ОТСТОЙНИК ТОНКОСЛОЙНЫЙ

— сооружение для очистки воды прямоугольной или круглой формы, объем к-рого разделен наклонными паралл. пластинами на отд. слои-ярусы. В каждом из них происходит отстаивание воды, а благодаря наклону пластин — удаление (сползание) выделенного осадка. Узел распределения воды между ярусами — один из осн. элементов О.т. Недостаточно равномерное распределение в нем потока воды резко снижает эффект очистки, т.к. увеличивает скорость ее движения в одних ярусах за счет снижения в других. Это является причиной вынужденного снижения произ-сти О.т. и экономич. неэффективности его применения. Большое влияние на эффективность работы О.т. оказывает угол наклона пластин. Он должен быть 55—60°. Если угол наклона меньше требуемого, то зашламливаются ярусы и становится необходимой их периодическая промывка. Если угол наклона выбран с большим запасом, повышается скорость сползания осадка. На границе между сползающим осадком и движущимся потоком воды вследствие сил трения возникают возмущающие потоки, взвешивающие частицы сползающего шлама и вторично загрязняющие поток воды.

Существуют три схемы работы О.т.: противоточная, прямоточная и перекрестная. При противоточной схеме осадок движется против движения осн. потока; при прямоточной — направления движения этих двух потоков совпадают; при перекрестной схеме осадок движется поперек направления движения осн. потока. Известны О.т. неск. типов, работающие по противоточной схеме. В одном из них вода движется вверх навстречу осадку, сползающему вниз и накапливающемуся в приемке. Другой О.т. представляет собой обычный отстойник горизонтальный, дополненный тонкослойными блоками, благодаря чему увеличивается произ-сть и повышается эффективность очистки воды. С этой же целью отстойники радиальные и вертикальные иногда дополняют блоками из параллел. пластин, к-рые можно использовать при реконструкции очистных станций. Противоточное движение осветленной воды и осадка более эффективно по сравнению с прямоточным и поперечноточным, т.к. при нем наблюдается более эффективная агломерация взвеш. в-в. Разновидностью О.т., работающего по

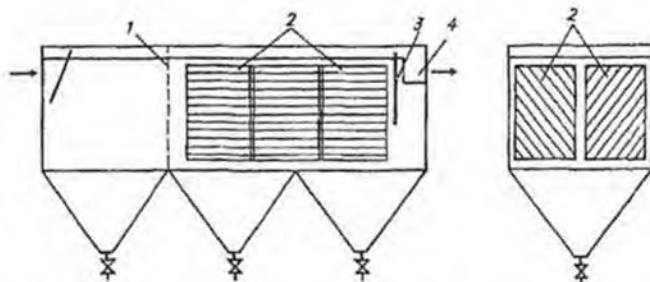


Отстойник тонкослойный

а — работающий по противоточной схеме; б — горизонт. отстойник с тонкослойным блоком; в — формы каналов трубчатых отстойников; г — лотки осветл. воды; д — буферный отсек; е — секция с тонкослойными блоками; ж — приемный отсек; з — трубопровод подачи исходной воды; и — тонкослойные блоки; л — отвод шлама

противоточной и прямоточной схемам, является *трубчатый отстойник*, в котором ярусы разделены вертикал. перегородками на самостоятел. каналы-трубы, что позволяет повысить ламинарность потока воды. Др. преимущество трубчатого отстойника — возможность использования пленочного материала для изготовления блоков, поскольку трубчатая конструкция обладает большой жесткостью, т.к. может быть сформирована гофриров. листами разной формы. Известна конструкция трубчатого блока, выполненная из полиэтиленовой пленки толщиной 150—200 мк. Блок, устанавливаемый в О.т., растягивается в жестком каркасе. Осн. недостаток О.т. с противоточной схемой — неудачное решение узла распределения воды между ярусами. Поэтому коэфф. использования последних при расчете О.т., работающих по этой схеме, принимают не более 0,5. Лучшее распределение воды между противоточными ярусами обеспечивается при равномерном сборе осветл. воды с поверхности благодаря оборудованию О.т. дополнит. водосборными лотками или затопл. дырчатыми трубами. Последние объединены общим трубопроводом или лотком, соединенным с водопримемной камерой, имеющей регулируемый по высоте водослив, к-рый необходим для поддержания заданного уровня воды в О.т.

Наиболее равномерное распределение воды между ярусами обеспечивается в О.т.,



Тонкослойный отстойник, работающий по перекрестной схеме

1 — распределит. устройство; 2 — блоки паралл. пластин; 3 — полупогруженная перегородка; 4 — водопримемный лоток

работающем по перекрестной схеме. В этом случае О.т. имеет прямоугольную форму, паралл. пластины располагаются т.о., что сползающий осадок концентрируется по оси О.т. Исходная вода подается через распределит. трубопровод, имеющий стояки, оканчивающиеся раструбами, повернутыми к торцевой стенке О.т.

Недостаток О.т., работающего по перекрестной схеме, состоит в повыш. затратах на материал паралл. пластин, т.к. во избежание прогиба их необходимо изготавливать из толстых металлич. листов.

Существует неск. конструкций О.т., отличающихся между собой способом установки пластин. В одних конструкциях пластины объединяют с помощью каркаса в блоки, в др. — в объеме О.т. монтируют раму с направляющими металлич. полосами, на к-рые укладывают пластины. При таком монтаже обеспечивается более надежная стыковка пластин, образующих один ярус.

О.т., имеющие малые размеры, целесообразно изготавливать из металла и располагать на эстакаде над уровнем земли. В этом случае удаление осадка и подача очищ. воды на последующие сооружения могут производиться самотеком.

В О.т. достигается такой же эффект осветления воды, как в отстойниках горизонтальных и вертикальных при значит. меньшей занимаемой ими площади. Благодаря этому их иногда удобно использовать внутри технологич. схемы процесса производства продукта, предотвращая потери сырья или производимого продукта со сточными водами.

ОТСТУПКА — полость между поверхностью *отопительной печи* и стеной помещения; может быть открытой и закрытой по бокам. *Теплоотдача* в широкую (шириной 130 мм и более) открытую О. не отличается от теплоотдачи с открытой поверхности печи. При закрытой О. теплоотдача с поверхности выходя-

щей в нее стенки печи уменьшается практически вдвое.

ОХЛАЖДАЮЩИЙ ПРУД, охлаждающий пруд — естеств. или искусств. открытый водоем, служащий для понижения темп-ры воды, отдающей теплоту от теплообменных аппаратов, компрессоров и др. оборудования в системах оборотного водоснабжения ТЭС и пром. предприятий. Охлаждение происходит главным образом вследствие испарения и конвективной теплоотдачи (вода — воздух). Темп-ра воды зависит от метеорологич. условий (темп-ры и влажности атм. воздуха, общей облачности и скорости ветра) и темп-ры поступающей нагретой воды. О.п. сравнительно прост в эксплуатации и большую часть года (особенно в зимний период) может обеспечить более низкую темп-ру воды, чем другие ее охладители — *градирни*, *брызгательные бассейны*, но для этого должен иметь значит. площадь зеркала воды (3—5 м² на 1,16 кВт, или 1000 ккал/ч теплоты, отдаваемой водой). Поэтому О.п. применяют обычно в том случае, когда имеется естеств. пруд или озеро с достаточной площадью зеркала воды или когда может быть использовано водохранилище, создаваемое на маловодной реке путем перегородки ее русла плотиной. Для наилучшего использования площади зеркала О.п. должны обеспечиваться возможно большие длина и ширина струи, движущейся в О.п. от места сброса теплой воды до водозабора (транзитная струя). С этой целью в О.п. сооружают т.н. струераспределит. и струенаправляющие дамбы, шпунтовые стенки и пр. По сравнению с градирнями и с брызгательными бассейнами подача воды в О.п. осуществляется на меньшую высоту, вследствие чего уменьшаются напоры и, следоват., сокращается расход электроэнергии на привод циркуляц. насосов. Применение О.п. оправдывает себя для крупных потребителей воды, при наличии естеств. водоема с достаточным зеркалом воды или искусств. водохранилища, предназначенного для др. целей, напр. регулирования стока.

ОХЛАЖДЕНИЕ ВОЗДУХА политропное — процесс изменения парамет-

ров воздуха с понижением темп-ры и эн-талпии, осуществляемый в поверхностных и контактных теплообменных аппаратах кондиционеров (воздухоохладители, форсуночные камеры, пенные и пленочные аппараты). Процесс происходит при нач. темп-ре первичного хладоносителя ниже температуры мокрого термометра. Процесс охлаждения сопровождается осушкой воздуха, если первичный теплоноситель имеет нач. темп-ру ниже точки росы.

ОХЛАЖДЕНИЕ ВОЗДУХА СУХОЕ — простейший процесс изменения состояния влажного воздуха, протекающий с уменьшением темп-ры и уд. эн-талпии при пост. уд. влагосодержании воздуха. Процесс О.в.с. осуществляется в сухих воздухоохладителях. В таких аппаратах нет конденсации водяных паров на охлаждающей поверхности. Аналогичный процесс изменения состояния влажного воздуха протекает в помещении без источников влаги при воздушном отоплении.

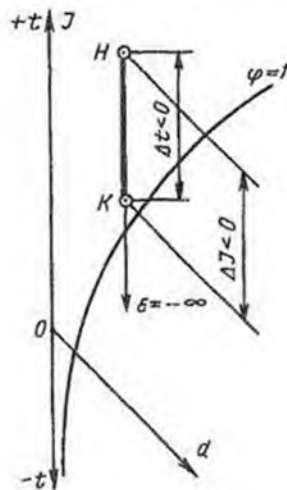


Схема на диаграмме $I - d$ процесса сухого охлаждения воздуха

точки H и K — начало и конец процесса охлаждения; t — перепад температуры; ΔI — перепад уд. эн-талпии; ϵ — угловой коэф. луча процесса

Луч процесса О.в.с. на диаграмме $I - d$ влажного воздуха направлен вниз по линии $d = \text{const}$. Угловой коэф. луча процесса равен $-\infty$. При более глубоком охлаждении воздуха и выпадении влаги на охлаждающей поверхности происходит осушка воздуха (см. Политропный процесс).

ОЧИСТКА ВОЗДУХА АБСОРБЦИОННАЯ — метод, основан на способности жидкостей растворять газы. В процессе абсорбции участвуют две фазы — жидкая и газовая. При абсорбции проис-

ходит переход в-ва из газовой в жидкую, при десорбции, наоборот, — из жидкой в газовую фазу. Т.о., абсорбция — процесс избирательного поглощения газа жидкостью, а десорбция — процесс выделения газа из жидкости. В-ва, к-рые содержатся в газовой фазе и при абсорбции переходят в жидкую фазу, наз. абсорбируемым компонентом, или абсорбтивом. В-во, содержащееся в газовой фазе и при абсорбции не переходящее в жидкую фазу, наз. газом-носителем, или инертным газом. В-во, в к-ром происходит растворение абсорбируемых компонентов, наз. растворителем, поглотителем, или абсорбентом. В качестве последнего используют воду, а также органич. и неорганич. растворители, к-рые не вступают в хим. реакцию с абсорбируемыми компонентами. Различают физ. абсорбцию (хемосорбцию). Физ. абсорбция — процесс физ. растворения абсорбируемого компонента в растворителе, не сопровождающийся хим. реакцией. Абсорбция происходит в том случае, если парциальное давление абсорбируемого компонента в газовой среде больше равновесного парциального давления этого же компонента над данным раствором. Чем больше разница между этими давлениями, тем больше движущая сила процесса и тем с большей скоростью протекает абсорбция. Для многократного использования поглотитель подвергают регенерации. При хемосорбции абсорбируемый компонент вступает в хим. реакцию с поглотителем, образуя новые хим. соединения в жидкой фазе. Здесь возможно протекание обратимой и необратимой реакции. В обоих случаях равновесное парциальное давление абсорбтива значительно ниже его давления при физ. абсорбции, поэтому хемосорбц. процессы при прочих равных условиях обеспечивают более полное извлечение компонентов из газовых смесей. Регенерацию абсорбентов при обратимых хемосорбц. процессах, проводят теми же методами, что и при физ. абсорбции. Регенерацию поглотит. растворов, получаемых в необратимых хемосорбц. процессах, осуществляют хим. методами. В качестве абсорбентов в процессах хемосорбции используют водные растворы разл. солей и органич. растворителей.

О.в.а. применяют для очистки выбросов от диоксида серы (абсорбция водой, известняковыми и известковыми методами, оксид-гидроксидом магния, суспензией оксида цинка, хемосорбция на основе натрия, абсорбция растворами солей натрия, калия или аммония, аммиачными методами, расплав, солями и др.), сероводорода (абсорбенты — мышьяково-содовый, мышьяково-поташный, этанол-амины, содовый, поташный, цианамид кальция, раствор соды и сульфата никеля, раствор фосфата кальция, аммиачный раствор и др.), сероуглерода и меркапта-

нов (щелочные методы), оксидов азота (абсорбция водой, щелочами, селективными абсорбентами), фторсодержащих соединений (абсорбция водой, водными растворами щелочей, солей и нек-рых суспензий), хлора и его соединений (абсорбция водой, водными растворами щелочей и органич. в-в, водными суспензиями и органич. растворителями), оксидов углерода (абсорбция или промывка газа жидким азотом, абсорбция водно-аммиачными растворами закисных солей ацетата, формата или карбоната меди).

Абсорбц. методы очистки газов подразделяют: по абсорбируемому компоненту; по типу применяемого абсорбента; по схеме процесса — с циркуляцией газа и без нее; по использованию абсорбента — с регенерацией и возвращением его в цикл (циклические) и без регенерации (нециклические); по использованию улавливаемых компонентов — с рекуперацией и без нее; по типу рекуперированного продукта; по организации процесса — периодические и непрерывные; по конструктивным типам абсорберов.

ОЧИСТКА ГАЗОВ И ВОЗДУХА КАТАЛИТИЧЕСКАЯ — способ очистки путем хим. взаимодействия, приводящего к конверсии вредных примесей в присутствии спец. катализаторов — в-ва, изменяющего скорость хим. взаимодействия. Осуществляется в каталитических реакторах.

ОЧИСТКА ГАЗОВ И ВОЗДУХА КОНДЕНСАЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ — метод очистки, основанный на уменьшении давления насыщ. пара улавливаемого летучего растворителя при понижении темп-ры. Смесь паров растворителя с воздухом предварт. охлаждают в теплообменном аппарате, а затем конденсируют. Достоинства метода — простота аппаратного оформления и эксплуатации установок. Процесс очистки осложняется тем, что содержание паров растворителей в очищаемых смесях обычно превышает нижний предел их взрываемости. Др. недостатками являются: высокий расход холода; низкий процент конденсации паров растворителей; значит. расход электроэнергии. Метод рентабелен при содержании паров растворителя в очищаемом потоке $> 100 \text{ г/м}^3$.

ОЧИСТКА ГЛУБОКАЯ СТОЧНЫХ ВОД МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ — способ очистки, обеспечивающий большой эффект удаления загрязнений, чем полная биологич. очистка, в т.ч. по БПК, взвешенным в-вам, соединениям азота и фосфора. Глубокая очистка может осуществляться за счет дополнения к традиц. сооружениям сооружений доочистки. Наиболее экономичные, простые

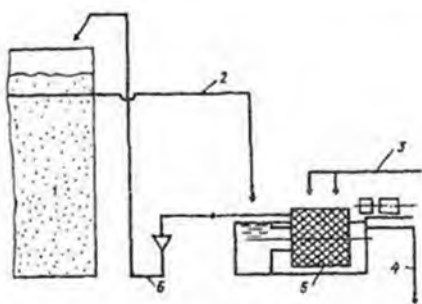


Схема установки доочистки сточных вод с микрофильтром

1 — установка биологич. очистки; 2 — трубопровод подачи сточных вод; 3 — промывная система; 4 — отвод доочищенной воды; 5 — микрофильтр; 6 — эрлифт для отвода промывных вод

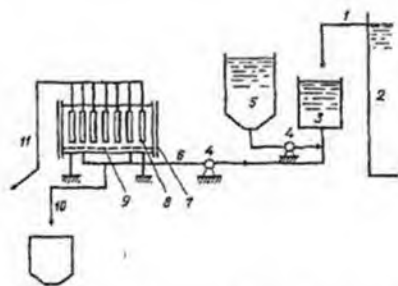


Схема установки доочистки сточных вод с намыльным фильтром

1 — подача сточных вод; 2 — установка биологич. очистки; 3 и 5 — баки; 4 — насосы; 6 — вода с фильтрующим материалом; 7 — намыльный фильтр; 8 — фильтрующее устройство; 9 — дренажный лист; 10 — отработавшие фильтрующее материалы; 11 — отвод доочищенной воды

и надежные сооружения доочистки — биологические пруды, в к-рых происходит снижение содержания органич. и взвешенных в-в, биогенных элементов и бактерий.

В теплый период года БПК очищенных в биологич. прудах сточных вод уменьшается до 5—6 мг/л, а содержание взвешенных в-в до 15—30 мг/л. При цветении воды показатели доочистки могут ухудшаться. В холодный период года эффект доочистки может достигать 70%, т.е. БПК до 3—5 мг/л, содержание взвешенных в-в до 10 мг/л. В осн. биологич. пруды рекомендованы для применения в IV климатической зоне, т.е. в р-нах с расчетной зимней темп-рой не ниже -15°C . При отсутствии земельных участков для устройства биологич. прудов или при ограничении их применения по гидрологич., климатич. и др. местным условиям для доочистки возможно применение фильтров с зернистой загрузкой с восходящим потоком жидкости и каркасно-засыпных фильтров. Фильтры обеспечивают снижение БПК и взвешенных в-в до 5—6 мг/л. Более глубокая очистка достигается при

использовании хим. реагентов при фильтровании со скоростью до 5—6 м/ч с восходящим потоком воды. В качестве реагента можно использовать железный купорос дозой до 15 мг/л по товарному продукту. Значит, дешевле и проще в эксплуатации микрофильтры, обеспечивающие эффект снижения по БПК на 30—40% и по взвешенным в-вам на 50—60%. Разработаны микрофильтры для доочистки пропускной способностью 50 и 200 м³/сут типа МФ50 и МФ200.

Глубокую доочистку сточных вод после полной биологич. очистки их обеспечивают фильтры намыльные (до содержания взвешенных в-в — 4 мг/л, БПК — 3 мг/л). Разработаны намыльные фильтры пропускной способностью 200 и 700 м³/сут типа НФ200 и НФ700. В качестве фильтрующего материала используют сетку с ячейками 35—40 мкм и вспомогат. материала — перлитовый песок. Скорость фильтрования — 3,5 м/ч, расход перлита — 6 г на 1 г задерживаемых взвешенных в-в. Период между промывками — 2 сут.

Для удаления азота из сточных вод малых нас. пунктов применяют метод нитрификации — денитрификации. Он может осуществляться двумя способами — разделением азотенки на две зоны (нитрификации — денитрификации) или периодич. отключением системы аэрации. Продолжительность ее отключений определяют опытным путем во время наладки, ориентировочно она может быть принята равной 2 ч.

Для удаления фосфора из сточных вод рекомендовано введение реагентов в азотенки (симультанное осаждение). В качестве реагента могут использоваться сульфат алюминия, железный купорос или известь. Расход реагента зависит от содержания фосфора в очищаемых сточных водах. При использовании в качестве реагентов солей железа или алюминия они могут добавляться в азотенку 1—2 раза в сутки, а известь — непрерывно. Эффект удаления фосфора — 80%.

Глубокая очистка сточных вод, обеспечивающая показатели чистой речной воды, достигается гетерогенно-каталич. и электрокаталич. окислением. В первом случае в качестве окислителя используют гипохлорит натрия, получаемый электролизом раствора поваренной соли. Затем сточные воды пропускают через фильтр, загрязненный пиролюзитом, служащим катализатором и являющимся отходом произ-ва. Регенерация пиролюзита производится серной к-той, к-рая после многократного использования нейтрализуется известью. Очищенная сточная вода характеризуется след. показателями, мг/л: БПК₅ — 2,7; ХПК — 10; взвеш. в-ва — 1,5; фосфаты — 0,22; азот аммонийный — 0,24; азот нитратов — 5,2. Второй

метод отличается тем, что электролизу подвергаются сами сточные воды с добавкой поваренной соли. Очищенные сточные воды имеют показатели, мг/л: БПК₅ — 2; ХПК — 7; взвеш. в-ва — 1,5; фосфаты — 0,12; азот аммонийный — 0,14; азот нитратов — 6,0.

ОЧИСТКА И ОБЕССОЛИВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД ИОННЫМ ОБМЕНОМ — удаление из сточных вод токсичных неорганич. и органич. примесей посредством гетерогенной хим. реакции двойного обмена между ионами на твердом зерне ионообменного материала и раствора.

Ионный обмен — универс. процесс, обеспечивающий удаление ионизиров. токсичных примесей из любой заданной концентрации. Он осуществляется с помощью синтетич. ионообменных смол, представляющих собой практически нерастворимые в воде и растворах электролитов полимерные в-ва, имеющие подвижный ион (катион или анион), способный вступить в реакцию обмена с ионами того же заряда, находящегося в растворе. При положитель. заряде подвижных ионов, фиксиров. на матрице, ионит обменивает катионы. Такие иониты наз. катионитами. При отрицат. заряде фиксиров. на матрице ионов иониты обменивают анионы и наз. анионитами. Иониты выпускают в виде гранул размером 0,2—2 мм. По степени ионизации групп иониты делят на: сильнокислотные катиониты, содержащие, напр., сульфогруппы, остатки фосфорной или фосфоринной к-т (сульфокатиониты КУ-2, КУ-2-20, КУ-23); слабокислотные катиониты, содержащие карбоксильные, сульфогидрильные, оксифенильные группы (КБ-2, КБ-4); сильноосновные аниониты (АВ-16, АВ-17, АВ-29), имеющие группы аммониевых или сульфониевых оснований; слабоосновные аниониты (АН-2ФН, АН-18, АН-22, АА-31, АА-251), содержащие аминогруппы разл. степени замещения; аниониты промежуточной основности (ЭДЭ-10П). Одной из осн. хар-к ионитов является обменная емкость. Различают полную обменную емкость — емкость ионита до полного насыщения, статич. (или равновесную) обменную емкость, динамич. обменную емкость и рабочую обменную емкость — емкость ионита в динамич. условиях при определ. степени регенерации до проскока в фильтр извлекаемых ионов в заданных концентрациях. Обменная емкость ионитов выражается в единицах массы сорбируемых в-в, отнес. к массовой или объемной единице ионита (г/кг, кг/м³, мг-экв/г, г-экв/м³), либо в процентах извлекаемого в-ва от массы воздушно-сухого ионита. Наиболее часто рабочая обменная емкость ионитов в технологич. расчетах ионообм. установок выражается в эквивалентах

(г-экв/м³). Обменная емкость сильноокислотных анионитов и сильноосновных анионитов по отношению к разл. ионам остается пост. в широком диапазоне значений рН. Емкость слабоокислотных катионитов и слабоосновных анионитов в сильной степени зависит от величины рН обрабатываемого раствора, максимальна для слабоокислотных катионитов в щелочных средах (рН > 7), а для слабоосновных анионитов — в кислых средах (рН < 7).

Иониты смеш. типа в обменных реакциях проявляют свойства сильной и слабой к-т (катионит КУ-1) или сильного и слабого основания (анионит ЭДЭ-10П). При контакте с водой и растворами электролитов происходит набухание ионитов и увеличение их объема (обычно в 1,5—2 раза). Большинство ионитов выпускается и хранится во влажном состоянии или под слоем воды, в связи с чем в зимнее время они должны находиться в отопляемых помещениях. Высокий ионит для приведения в рабочее состояние рекомендуется выдерживать в течение 20—25 ч в 20%-м растворе хлорида натрия. Изменение объема большинства ионитов происходит и при переходе из рабочего (для катионитов в Н⁺- или Na⁺-, для анионитов в ОН⁻-форме) состояния в солевое, к-рое составляет для ионитов гелевой структуры 10—15, а макропористой 7—10%. Характерной особенностью ионитов, важной для их практич. применения в технологии очистки и обессоливания сточных вод, является способность к обратным реакциям, что дает возможность регенерации отработ. (насыщ.) ионитов, десорбции из них сорбируемых ионов.

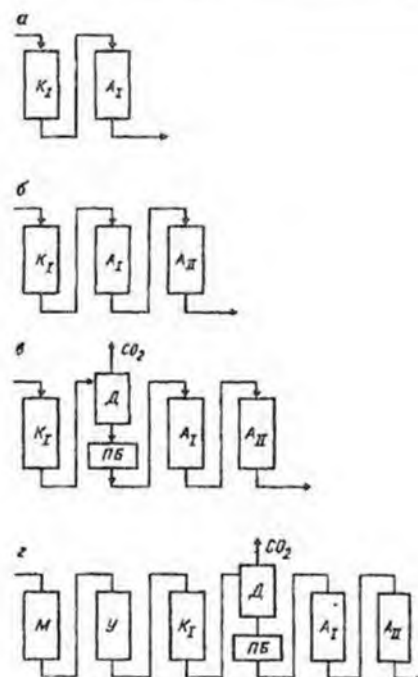
При проектировании ионообменных установок предусматривают след. процессы — перед поступлением на ионообменную установку сточной воды удаление из нее взвеш. в-в, нефтепродуктов и др. органич. примесей, сильных окислителей (напр., хроматов); ионирование сточной воды — извлечение из нее катионов и анионов при контакте с катионитом и анионитом; взрыхление отработ. ионита перед регенерацией; регенерацию ионитов — десорбцию задерж. катионов и анионов, восстановление рабочего состояния ионита; послерегенераци. отмывку ионитов от компонентов регенераци. растворов; доп. обработку очищ. или обессол. воды в соответствии с требованиями потребителя; обезвреживание, переработку, ликвидацию элюатов, образующихся при регенерации ионитов.

Очистка или обессоливание сточных вод (ионирование) производится на ионообмен. установках последоват. контактированием с гранулиров. катионитом в натриевой или водородной форме и анионитом в солевой (сульфатной или хлоридной) или гидроксильной форме. При

контакте растворов (сточных вод) с Na- или H-катионитом происходит обмен извлекаемых катионов, раствор. в воде солей на подвижные Na- или H-ионы функций. группы катионита по ур-ниям: $n[K]Na + Me^{n+} \rightleftharpoons [K]nMe + nNa^+$; $n[K]H + Me^{n+} \rightleftharpoons [K]nMe + nH^+$, где [K] — радикал, или "скелет" катионита; Me — извлекаемый катион; n — его валентность. При очистке или обессоливании воды H-катионированием повышается ее кислотность. При последующем контактировании катиониров. воды с анионитом происходит обмен извлекаемых из воды анионов на гидроксид-ионы или др. подвижные анионы функций. группы анионита по ур-ниям: $n[An]OH + A^{n-} \rightleftharpoons [An]nA + nOH^-$; $n[An]A_1 + A_2^{n-} \rightleftharpoons [An]nA_2 + nA_1^-$, где [An] — каркас или скелет анионита; A₁; A₂ — извлекаемый анион; A₁ — подвижный анион функций. группы анионита; n — валентность извлекаемого аниона. При обессоливании сточных вод сорбция анионов сильных к-т производится из H-катиониров. воды слабоосновными анионитами на I ступени анионирования. Анионы слабых к-т (борной, угольной, кремниевой, силлиной) извлекаются на II ступени анионирования сильноосновными анионитами только после практически полного удаления из воды анионов сильных к-т.

Для извлечения анионов, обладающих сильными окислит. свойствами (напр., хромат-бихромат-ионы), должны использоваться слабо- или сильноосновные аниониты, стойкие к окислит. действию этих анионов (АН-8, АН-251, АВ-17). Содержание взвеш. в-в в воде, подаваемой на иониты, не должно превышать 8 мг/л, органич. примесей (по ХПК) — не более 8 мг/л. При превышении этих величин вода, поступающая на ионирование, должна подвергаться предочистке на механич. и сорбц. (активные угли) фильтрах. В процессе ионирования воды в фильтрах с плотным слоем после пророска извлекаемых ионов в фильтрат иониты подвергаются регенерации. При сорбции ионов в рабочем цикле иониты уплотняются. Поэтому перед регенерацией они должны подвергаться взрыхлению подачей техн. воды снизу вверх с интенсивностью 3—5 л/(см²). В зависимости от состава исходной воды и требований потребителя к качеству очищ. или обессол. воды применяются разл. схемы ионообм. установок.

Для неполного обессоливания при отсутствии в сточных водах анионов слабых к-т или воды, содержащей указ. анионы, рекомендуются схемы одноступенчатого H-катионирования и одноступенчатого ОН-анионирования с использованием сильноокислотного катионита и слабоосновного анионита. Для более глубокой очистки или обессоливания сточной воды схема установки должна включать одно- или двухступенчатое H-катионирование и



Схемы установок по очистке и обессоливанию сточных вод

а — одноступенчатая схема для очистки и частичного обессоливания сточных вод; б — схема очистки и полного обессоливания сточных вод с двухступенчатым анионированием; в — схема очистки и полного обессоливания сточных вод с двухступенчатым анионированием и удалением углекислоты дегазацией; г — схема очистки и полного обессоливания сточных вод с двухступенчатым анионированием, удалением углекислоты дегазацией и предочисткой на механич. и сорбционных фильтрах; K₁ — H-катионитовые фильтры I ступени; A₁, A₂ — ОН-анионитовые фильтры I и II ступеней; Д — декарбонизатор; ПБ — промежуточный бак; М — механич. фильтры; У — сорбционные фильтры.

двухступенчатое ОН-анионирование с использованием как на I, так и на II ступенях катионирования сильноокислотного катионита, на I ступени анионирования — слабоосновного и на II ступени — сильноосновного анионитов. При наличии в сточных водах большого кол-ва углекислоты и ее солей для предотвращения быстрого истощения емкости сильноосновного анионита после II-катионирования вода подвергается дегазации в спец. дегазаторах. Удаление углекислоты из H-катиониров. воды производится в дегазаторах с загрузкой из колец Рашига, с дерев. жордовой насадкой или в др. аппаратах. В состав установок по ионообменной очистке сточных вод, как правило, включаются сооружения предочистки от механич. примесей на кварцевых фильтрах и от органич. загрязнений на сорбц. фильтрах, загружаемых активными углями. В ряде случаев для стабилизации величины рН и извлечения анионов слабых к-т в ионообменных установках вместо анионитовых фильтров II ступени используются фильтры смеш. действия, загружаемые сильноокислотным

катионитом (КУ-2) и сильноосновным анионитом (АВ-17-8).

Расчет ионообм. установок производ на основании данных по расходу сточной воды, подвергаемой очистке, ее соледержанию, рабочей обменной емкости ионитов и частоты регенераций ионитовых фильтров. При расчете ионообм. установок для очистки или обследования многокомпонентных сточных вод обменную емкость ионита принимают по наименее сорбируемому иону, а за его концентрацию — суммарное содержание всех извлекаемых ионов (катионов или анионов).

ОЧИСТКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА — удаление этих соединений биохим. способом с целью использования воды для хоз.-питьевого водоснабжения. В подземных водах могут находиться органич. азот, нитриты, нитраты и ионы аммония. Общее содержание их обычно не превышает 5 мг/л. Наличие соединений азота в воде может стать причиной развития микробиологич. образований в водопроводных трубах и резко интенсифицировать процессы *коррозии металла*.

Органич. азот входит в состав гуминовых в-в (25—60%), аминокислот (21—35%), хлорофилла (1—3%), пептидов и пр. Он может быть продуктом биологич. процессов, а также попадать в подземные воды со сточными. В чистых водах содержание органич. азота (по Кьельдалю) не должно превышать 1 мг/л. Для очистки подземных вод от нитрат-ионов за рубежом применяют биологич. денитрификацию, используя в качестве источника углерода уксусную к-ту, природный газ (метан), этиловый спирт и т.д. В нашей стране денитрификация подземных вод не применяется. Нитрит-ионы во много раз токсичнее нитратов. При взаимодействии их с разл. аминами или алкилкарбонатами в организме человека могут образовываться канцерог. нитрозосоединения. ПДК нитритов (по NO_2) для водоемов хозяйственно-питьевого водопользования — 3,3 мг/л. Допустимое содержание нитритов в питьевой воде ~ 1 мг/л (по N). В воде из артезианских скважин на территории нашей страны наличие нитрит-ионов в концентрации > 1 мг/л встречается крайне редко.

Наиболее часто возникает проблема удаления из воды аммонийного азота. При pH 6—8 в воде находится гл. обр. NH_4^+ . Аммонийный азот может попадать в подземные воды со сточными водами; в результате аммонификации — разложения микроорганизмов азотсодержащих органич. соединений (белков, мочевины, нуклеиновых к-т и т.п.), а также вследствие внесения удобрений в почву. Наличие в воде ионов аммония совместно с нитратами свидетельствует о недавнем загрязне-

нии воды бытовыми сточными одами.

По отечеств. нормам в источниках хозяйственно-питьевого водоснабжения содержание азота аммиака не должно быть выше 2 мг/л. Согласно европейскому стандарту в питьевой воде не должно быть аммонийного азота более 0,5 мг/л. Традиц. метод удаления ионов аммония из воды — хлорирование, к-рое можно осуществлять в зависимости от качества воды как до, так и за точкой перелома на кривой хлоропоглощаемости (зависимости концентрации остаточного хлора от его дозы). При хлорировании воды могут образовываться хлорамины, а также молекулы азота; уд. расход хлора составляет 6—15 мг/л, миним. теоретич. расход — 3,55 мг/мг. Практически из всех существующих методов удаления аммонийного азота (азрация в щелочной среде, обратный осмос, ионный обмен на клинотитолите) наиболее приемлема биологич. нитрификация. Эта технология наиболее экономична и экологически чиста. Под биологич. нитрификацией понимают процесс биологич. превращения восстановл. соединений азота в окисл. неорганич. Сначала аммонийные соединения окисляются бактериями родов: *Nitrosomonas*, *Nitrosospira*, *Nitrosococcus*, *Nitrosolobus* (первая фаза) до нитритов. Затем нитрит-ионы окисляются бактериями родов: *Nitrobacter*, *Nitrospina*, *Nitrosococcus* (вторая фаза) до нитратов. Нитрификаторы — облигатные автотрофы развиваются также и в отсутствие органич. соединений. При биологич. окислении аммонийного азота расходуется 4,6 мг O₂/мг, при этом образуется 0,09 мг биомассы. Применение иммобилизов. (закрепл. на поверхности зернистой загрузки) микроорганизмов повышает скорость реакции на порядок, причем важно повысить возраст *активного ила*. Биологич. процесс нитрификации в значит. степени подвержен ингибированию. В порядке снижения ингибирующего воздействия ингибиторы распределяют след. образом: Cu, Ag, Hg, Ni, Cr, Zn, фенол, цианиды. Нитрификация проходит эффективно при содержании раствор. кислорода > 4 мг/л. При содержании кислорода 2 мг/л эффект нитрификации достигает 50% макс. Бактерии-нитрификаторы обладают слабой способностью к *флокуляции*. Поэтому материал твердого носителя, на к-ром закрепляются микроорганизмы, оказывает сильное влияние на эффективность процесса и соотношения продуктов реакции.

Скорость процесса окисления аммонийного азота зависит от возраста ила, темп-ры, pH среды, концентрации микроорганизмов, аммонийного азота, раствор. в воде кислорода, материала-носителя. Оптим. значение pH процесса нитрификации 8. Процесс идет при темп-ре выше 5⁰C.

Высокое содержание аммонийного азота в воде из артезианских скважин сопровождается присутствием и др. нежелат. в-в, напр. марганца, железа, сероводорода, агрессивного диоксида углерода и т.д. Для очистки воды из артезианских скважин от сероводорода, аммонийного азота и удаления агрессивной углекислоты разработан технологич. процесс с использованием реактора биохим. окисления, после к-рого вода направляется на стандартные скорые фильтры. В этом процессе снижается также содержание диоксида углерода, метана, нефтепродуктов, фенолов, марганца, ПАВ, тяжелых металлов, органич. в-в, нередко загрязняющих подземные воды. Реактор биохим. окисления представляет собой резервуар, загруж. гранитным щебнем (крупностью 10—30 мм). Толщина слоя загрузки — 1 м. По дну резервуара прокладываются 2 системы: для распределения воды и воздуха. Исходная вода подается через распределит. систему, поднимается снизу вверх, проходит через слой щебня и при этом барботируется воздухом, а затем отводится на стандартные скорые фильтры. На зернах загрузки реактора развивается биопленка, состоящая из активного ила, частицы к-рого выносятся из реактора и задерживаются на фильтрах. Период "созревания" микрофлоры, после к-рого эффект очистки от аммонийного азота становится макс. и в дальнейшем не увеличивается, составляет 2—4 недели. После реактора биохим. окисления содержание взвеш. в-в превышает допустимое для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Высокомолекулярные электролиты интенсивно образуются в фазе эндогенной респирации, и в этой фазе способность микроорганизмов к флокуляции наибольшая. Важное влияние на флокулирующие свойства активного ила оказывают возраст ила и нагрузка на ил. Чем больше возраст ила и ниже нагрузка на ил, а также чем выше концентрация кислорода в воде, тем сильнее проявляется способность ила к флокуляции. Увеличение в неск. раз возраста ила в реакторе биохим. окисления по сравнению с возрастом активного ила в *азротенках* (3—7 сут) — одна из важных причин более высоких технико-экономич. показателей очистки природной воды в реакторе.

ОЧИСТКА ПРИРОДНЫХ ВОД И ВОДОПОДГОТОВКА — комплекс физ., хим. и биологич. процессов для снижения содержания в *воде* вредных примесей и обогащения ее недостающими интрадиентами, чтобы сделать ее пригодной для хоз.-питьевого, пром. или с.-х. использования. В поверхностных и подземных природных водах обычно присутствуют во взвеш. состоянии песчаные и глинистые частицы, ил, планктон, коллоиды органич. и минер.

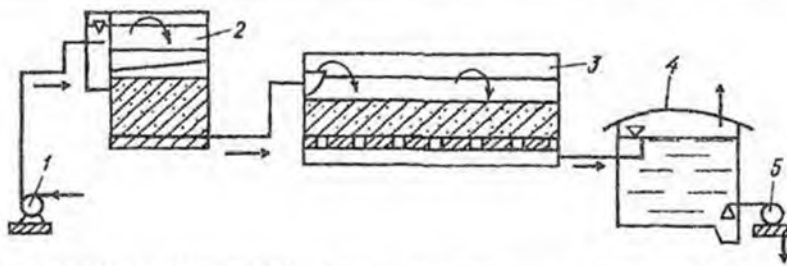
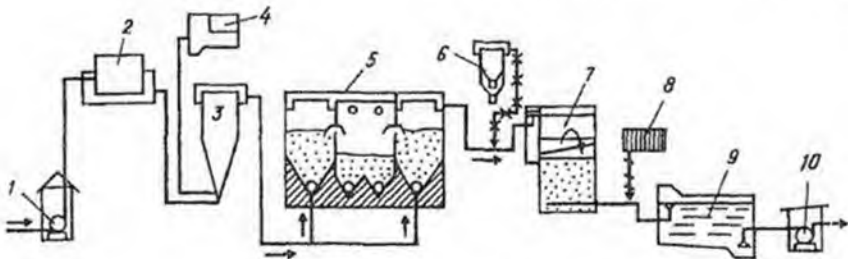


Схема очистки воды с медленными фильтрами
1 — насосная станция I подъема; 2 — предварит. скорый фильтр; 3 — медленный фильтр; 4 — резервуар чистой воды; 5 — насосная станция II подъема



Реагентная двухступенчатая схема очистки воды с осветлителями
1 — насосная станция I подъема; 2 — барабанные сетки (вариант); 3 — смеситель; 4 — реагентное хозяйство; 5 — осветлитель со взвешенным осадком; 6 — установки для дезодорации, фторирования или интенсификации процесса фильтрования; 7 — скорый фильтр; 8 — установка для обеззараживания воды; 9 — резервуар чистой воды; 10 — насосная станция II подъема

происхождения, в т.ч.: гуматы, кремниевая кислота, гидроксид трехвалентного железа; в истинном растворе — минеральные соли натрия, магния, кальция, фтора, двухвалентного железа, хлориды, сульфаты, бикарбонаты и др. В воде нередко присутствуют также антропогенные загрязнения: соединения азота, фосфора, нефтепродукты, пестициды, СПАВ, токсичные в-ва; мышьяк, стронций, бериллий, тяжелые металлы. Обычно в воде обнаруживаются также бактерии и вирусы. Раствор. в воде газы — кислород, диоксид углерода, сероводород — интенсифицируют процессы коррозии металл. трубопроводов и оборудования. После хлорирования цветных вод, а также вод, загрязн. нефтепродуктами и планктоном, образуются хлороформ, хлорорганич. соединения (хлороформ). В ряде случаев в воде обнаруживается метан, что иногда является взрывоопасным.

Для очистки природной воды применяют реагентные и безреагентные методы. Безреагентные с медленными фильтрами отличаются простотой устройства и эксплуатации, дают значит. меньше отходов, загрязняющих окружающую среду, но имеют ограничения по цветности и мутности исходной воды. Методы обработки во-

ды с применением реагентов (со скорыми фильтрами) интенсивнее и эффективнее. С использованием реагентов фильтрование осуществляется со скоростью 5—

15 м/ч и выше, без реагентов (медленное фильтрование) — 0,1—0,2 м/ч. Реагентные методы очистки воды можно разделить на двухступенчатые (коагуляция — осветление — фильтрование) и одноступенчатые (контактная коагуляция — прямоточное фильтрование). Аппаратное оформление двухступенчатой схемы очистки: смесители — камеры хлопьеобразования — отстойники (осветлители, флотаторы) — скорые фильтры. Одноступенчатая схема прямооточного фильтрования включает коагуляцию — фильтрование. Коагуляция происходит непосредственно в фильтрующей загрузке. Аппаратное оформление: смесители — скорые фильтры. Область применения прямооточного фильтрования — невысокая мутность воды при дозе коагулянта до 20 мг/л (по $Al_2(SO_4)_2$). Ввиду эффективности контактной коагуляции при прямооточном фильтровании норм. скорость фильтрования может достигать 25 м/ч (форсиров. 40 м/ч), экономия коагулянта — до 20%. Для маломутных высокоцветных вод нашел применение метод, включающий коагуляцию, крупно- и мелкозернистые фильтры. Конструкции смесителей обеспечивают практически мгновенное смешение реагентов с исходной водой. В отечеств. практике успешно применяют фильтры с плавающей загрузкой, напр., из пенополистирола, а также контактные осветлители. В качестве загрузки скорых фильтров используют песок, керамзит, антрацит, гранодиарит, габбро-диабаз, шунгизит, горелые породы, вулканич. шлаки, фосфорит, цеолит, дробленый гранит. Большое разнообразие фильтрующих

материалов позволяет применять высокоэффективные многослойные фильтры. Обработка воды раствором коагулянта, подвергнутому магнитно-электрич. активации, позволяет увеличить крупность взвеш. в-в и улучшить работу фильтров водопроводных станций. Обработку воды коагулянтами применяют для очистки воды от взвеш. в-в пестицидов, нефтепродуктов, снижения цветности и для интенсификации процесса реагентного умягчения воды.

Для коагуляции воды применяют след. реагенты: сернокислый алюминий $Al_2(SO_4)_3$, хлорное железо $FeCl_3$, железный купорос $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, оксихлорид алюминия $Al_2(OH)_nCl_{3-n}$, алюминат натрия $NaAlO_2$, к-рый не снижает pH воды при гидролизе и поэтому не требуется дополнительн. подщелачивания; анионные флокулянты — активная кремниевая кислота, полиакриламид; катионные флокулянты — ВА-2, ВПК-101 и ВПК-402 (полидиметилдиаллиламмонийхлорид) и др., получившие распространение в отечеств. практике для очистки хозяйств. вод. Для пром. водоснабжения используют полиэтиленамин; известь (CaO), кальциниров. сода Na_2CO_3 , едкий натр ($NaOH$), применяемые для подщелачивания воды при недостаточной щелочности; гексаметафосфат натрия $(NaPO_3)_6$ и триполифосфат натрия $Na_5P_3O_{10}$ и др., используемые в качестве ингибитора коррозии. Для дезодорации питьевой воды, очистки от пестицидов, нефтепродуктов и органич. в-в, в т.ч. хлорорганики, применяют гранулированный активный уголь для загрузки фильтров АГ-3, АГ-М, СКГ-6 марки А. Дозирование реагентов осуществляют особыми устройствами — дозаторами. Комплекс устройств, с помощью к-рых хранят, готовят и дозируют реагенты, наз. реагентным хозяйством. Для очистки подземной воды от сероводорода, аммонийного азота, агрессивного диоксида углерода, а также снижения содержания метана, нефтепродуктов, фенолов, марганца, ПАВ, тяжелых металлов и органич. в-в используют схему, включающую реактор биологич. окисления, представляющий собой резервуар с гравийной или щебеночной загрузкой. Вода проходит снизу вверх через загрузку и при этом барботируется воздухом. После реактора вода направляется на скорые фильтры для очистки от активного шла и продуктов реакции.

Для улучшения качества воды, используемой для хозяйств. целей, применяют фторирование и дезфторирование воды. Заключит. этап очистки воды является обеззараживание газообразным хлором, хлорной известью, гипохлоритом кальция или натрия и гипохлоритами, получ. путем электролиза непосредственно на станции в спец. электролизерах, озонном, ультрафиолетовыми лучами (см.

Обеззараживание воды озоним, Обеззараживание воды ультрафиолетовыми лучами, Обеззараживание природных и сточных вод, Обеззараживание воды хлором).

Вода, используемая в пром-сти, подвергается обработке для устранения из нее раствор. и взвеш. примесей, а также агрессивных газов (O_2 , CO_2 , H_2S), предупреждения отложений в теплосиловом оборудовании, ухудшающих теплообмен, и снижения интенсивности коррозии внутр. поверхностей. Снижение содержания в воде свободного диоксида углерода наз. декарбонизацией.

Для снабжения городов вода забирается из поверхностных или подземных источников и подвергается очистке, часть ее (около 20—40%) направляется на водоподготовку для питания теплосиловых объектов. ТЭС и АЭС с тепловыми сетями обеспечиваются водой обычно от спец. комплекса сооружений, включающего очистку и подготовку воды. Жесткость воды нормируется для теплоэнергетич. оборудования всех видов, нек-рых производств. процессов и для хоз.-питьевого использования. Снижение ее обеспечивается умягчением, для чего применяются как ионообм. так и реагентные методы (см. Умягчение воды катионированием, Умягчение воды реагентами). Прозрачность, содержание соединений железа и марганца — нормируемые показатели для хоз.-питьевого водоснабжения и добавочной воды для всех парогенераторов, ядерных реакторов, испарителей и тепловых сетей (см. Удаление из воды железа, Удаление из воды марганца); цветность — для тепловых сетей открытого типа с водозабором у потребителей; содержание кремния — для парогенераторов высокого, сверхвысокого и сверхкритич. давления (см. Обескремнивание воды).

Для удаления грубодисперсных и коллоидных в-в осуществляется осветление. Эффективность осветления контролируется содержанием взвеш. в-в. Очистка воды от них происходит в отстойниках (см. Отстойник вертикальный, Отстойник горизонтальный, Отстойник радиальный, Отстойник с вращающимся устройством для распределения и сбора воды, Отстойник тонкослойный) или спец. осветлителях (осадок в них поддерживается во взвеш. состоянии потоком поступающей снизу вверх воды), в напорных или открытых фильтрах и контактных осветлителях с загрузкой из зернистых материалов, а также во флотаторах, гидроциклонах и фильтрах намывных (напорных), к-рые позволяют добиться более глубокой очистки от взвеш. в-в.

Для устранения цветности воды, если она обусловлена гуминовыми соединениями, применяют коагуляцию солями алюминия (при pH около 5) или озонирование. Если причина цветности воды — сое-

динения трехвалентного Fe, то ее устраняют при обезжелезивании (см. Удаление из воды железа).

Одна из осн. задач при эксплуатации систем охлаждающей воды — предотвращение образования карбонатных отложений в теплообменных аппаратах и парогенераторах, к-рое вызывается распадом бикарбоната кальция и увеличением концентрации карбоната кальция, а также гидроксида магния. Одной из причин, вызывающих распад бикарбоната кальция, является недостаток раствор. в воде диоксида углерода. Чтобы предотвратить распад бикарбоната кальция, в воде поддерживают необходимую концентрацию растворенного диоксида углерода, т.е. равновесную концентрацию. На ТЭС недостаток диоксида углерода в охлаждающей воде восполняют обработкой ее дымовыми газами. Введение в воду диоксида углерода наз. рекарбонизацией. Наряду с умягчением рекарбонизация служит для предотвращения образования карбонатных отложений.

Расход воды на собств. нужды станций очистки воды (промывные воды фильтров, воды от обезвоживания осадков сточных вод и т.д.) составляет 10—14% ее пропускной способности, станций умягчения — 20—30%. При повторном использовании воды расход сточной воды сокращается до 3—4%.

ОЧИСТКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОЗОНИРОВАНИЕМ

— процесс очистки сточных вод посредством окисления органических и минеральных в-в, а также их дезинфекции, осуществляемый путем смешения воды с озono-воздушной или озono-кислородной смесью в аппаратах различной конструкции (реакторах). Озонирование принадлежит к перспективным экологически чистым методам очистки производств. сточных вод методом окисления, поскольку при использовании его не применяют хим. реагенты (как перманганат калия, хлор и др.), к-рые приводят к т.н.

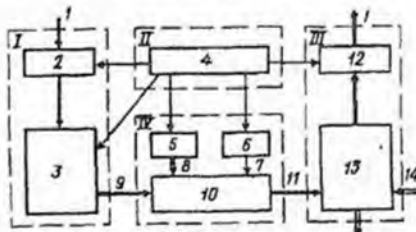
вторичному загрязнению воды. Озонирование может быть включено в процесс обработки воды на различных стадиях: для предварительной очистки перед сбросом в городскую канализацию от в-в токсичных, биорезистентных, лимитируемых малыми концентрациями при приеме на биологич. очистные сооружения; для доочистки сточных вод, прошедших локальные биологич. очистные сооружения с целью экологически безопасного сброса в водоем; для окисления хим. соединений в схем. водоподготовки для локальных замкнутых циклов водоснабжения без сброса сточных вод в водоемы.

Типовая технологическая схема озонирования в макс. варианте может состоять из четырех основных блоков: I — подготовка воздуха, в состав к-рого входят компрессор для забора и сжатия воздуха, фильтры, адсорберы, холодильники и ресиверы для очистки, осушки воздуха и стабилизации его давления; II — автоматического управления и контроля за ведением процесса; III — смешения озono-воздушной смеси с обрабатываемой водой из системы подачи и отвода газовой и жидкой фаз и системы разложения неиспользованного озона; IV — синтеза озона в газоразрядном генераторе с источником электропитания и системой отвода выделяющейся теплоты. Параметры оборудования, входящего в состав перечисленных блоков, определяются дозой и степенью его использования, установленными для заданного процесса и типа реактора.

Основными факторами, влияющими на процесс очистки сточных вод озонированием, являются значения pH сточной воды и хим. природа окисляемых в-в. Значения pH обуславливают формы существования в воде озона, отличающиеся величиной окислительного потенциала, а также хим. соединений.

Озонирование широко распространено и является эффективным методом окислительной деструкции следующих в-в, содержащихся в сточных водах: фенол и его производные (хлор-, нитро-, амино-, алкилфенолы), полифенолы, сложные соединения фенольного характера (гидролизный лигнин, лигносульфонаты к-ты, водорастворимые резольные смолы, гидролизуемые и конденсируемые таниды, гуминоподобные в-ва и др.), СПАВ (алкилбензосульфаты, полиэтиленгликолевые эфиры алкилфенолов), цианиды, красители и др.

При очистке сточных вод от соединений фенольного характера происходит прямое окисление простых фенолов с раскрытием бензольного кольца и образованием биохим. окисляемых продуктов деструкции. Окисление сложных соединений фенольного характера, встречающихся на объектах микробиологической пром-сти, завершается частичной де-



Типовая блок-схема озонирования

1 — воздух; 2 — воздушный компрессор; 3 — узел очистки и осушки воздуха; 4 — автоматизированная система управления; 5 — система охлаждения; 6 — источник электропитания; 7 — энергия; 8 — охлаждающая жидкость; 9 — очищенный воздух; 10 — генератор озона; 11 — озono-воздушная смесь; 12 — газатор остаточного озона; 13 — узел смешения; 14 — сточная вода

струкцией полимакромолекул окрашенных в-в с образованием фрагментов с низкомолекулярной массой, задерживаемых сорбентами. Окисление гидролизующихся и конденсируемых таннинов, водорастворимых резольных смол, гидролизного лигнина и др. в-в, содержащихся, например, в сточных водах производства древесно-стружечных плит, обеспечивает их очистку, оцениваемую по ХПК, на 75%. ХПК исходной сточной воды составляет 1500—2500 мг/л. Сточная вода становится бесцветной, прозрачной, содержит жирные к-ты, полифункциональные не экстрагируемые эфиром вещества и может быть подана на городские очистные сооружения.

Окисление СПАВ в сточных водах позволяет снизить концентрации содержащихся в них алкилбензолсульфонатов и алкифенолов до требуемой степени (по ПДК) при приемлемых по технико-эконом. соображениям расходах окислителя. Но перед окислением сточная вода должна быть освобождена от взвеш. в-в фильтрованием, т.к. СПАВ сорбируется на их поверхности, что затрудняет процесс окисления.

Окисление цианидов в сточных водах озоном осуществляется для перевода их в цианаты, к-рые гидролизуются до аммиака и карбонатов или окисляются до элементарного азота и карбонатов. В осадок при деструкции цианистых комплексов меди, цинка, кадмия, серебра и др. выпадает металл в виде оксида или гидроксида. Гидроксиды металлов могут быть утилизированы. Теоретическая доза озона — 1,84 мг на 1 мг цианидов. Фактически доза может возрасти в 2 раза и более.

Окисление красителей в сточных водах озоном эффективно при наличии в них растворенных кислотных, основных, прямых и протравных красителей, к-рые по своему хим. строению относятся к азо- и антрахиноновым. Данные в-ва окисляются в широком интервале значений pH (6,5—12). Уд. расход озона составляет 0,2—0,8 мг/мг при 98%-м обесцвечивании сточных вод. Быстро окисляются растворимые в воде красители, медленнее (почти в 10 раз) — дисперсные. Озонирование практически непригодно для обесцвечивания сточных вод, содержащих нерастворимые в воде красители (кубовые, сернистые). Наиболее целесообразно использовать озон в сочетании с предварит. обработкой воды аломо- или железосодержащим коагулянтom.

ОЧИСТКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПЕРОКСИДОМ ВОДОРОДА — окисление различных вредных примесей органического и минерального происхождения. Пероксид водорода — сильный окислитель. Его структурная формула (H—O—O—H) показы-

вает, что два атома кислорода непосредственно соединены один с др.; непрочность этой связи и обуславливает неустойчивость (распад) молекулы. Характерный для пероксида водорода окислит. распад может быть схематически изображен след. образом: $H_2O_2 \rightarrow H_2O + O + 22,44 \text{ ккал/моль}$.

Процесс окисления органич. в-в пероксидом водорода можно интенсифицировать: введением разл. катализаторов; повышением тем-ры до значений $> 50^\circ\text{C}$; одновр. обработкой кислородсодержащим газом при повыш. тем-ре. Активными катализаторами распада, интенсифицирующими процесс окисления, являются металлы переменной валентности (Fe, Cu, Mn, Co, Cr) и их соли. Способствует распаду пероксида водорода щелочная среда. Каталич. действие щелочи сводится к увеличению электролитич. диссоциации пероксида водорода, что содействует образованию свободного гидроксил-иона и ускорению распада пероксида. Кислая среда затрудняет распад пероксида водорода, поэтому при хранении его водный раствор подкисляют серной или фосфорной к-той. Быстрый распад пероксида водорода наблюдается под воздействием солнечного света или УФ-излучения. В процессе фотол. распада образуются радикалы, обладающие высокой окислит. способностью. Пром-ть выпускает пероксид водорода в виде водных растворов. Наиболее распространены растворы с концентрацией 25,5—40 и 29—35%. Эти растворы имеют слабощелочную реакцию (pH = 5,0—5,8) и содержат добавки стабилизаторов (станнат натрия, фосфаты).

По сравнению с др. окислителями, применяемыми в технологии очистки воды, пероксид водорода обладает след. достоинствами: экологич. чистотой (отсутствием вторичного загрязнения воды продуктами восстановления реагента); возможностью использования в широком диапазоне тем-р и значений pH среды; высокой селективностью окисления разл. примесей сточных вод; хорошей растворимостью в воде; высокой стабильностью товарных растворов окислителя при хранении; простотой аппаратурного оформления процессов очистки воды. Вследствие своих преимуществ пероксид водорода получил широкое распространение в практике очистки произв. сточных вод. Наиболее часто он используется для обезвреживания соединений серы: сероводорода и сульфидов, сульфитов, тиосульфатов и пр. Сероводород весьма токсичный компонент сточных вод, способен к биохим. окислению кислородом воздуха с образованием серной к-ты, что приводит к коррозии бетона и металлов. Присутствие сероводорода в очищенных сточных водах, сбрасываемых в водоемы, по сан.-гигиенич. соображениям не допускается. Не ме-

ше токсичны такие соединения серы, как органич. и неорганич. сульфиды, меркаптаны, тионаты. Пероксид водорода используется для их обезвреживания.

По отношению к сероводороду и сульфидам пероксид водорода является селективным окислителем, что обусловлено относительно быстрым протеканием реакции окисления соединений серы и хим. инертностью пероксида водорода к аммонийным и мн. органич. соединениям, обычно встречающимся в сточных водах, и выгодно отличает его от др. окислителей. Обезвреживание сероводорода в бытовых водах следует проводить в напорных сетях и в протяженных самотечных коллекторах.

Пероксид водорода используется также для обезвреживания цианистых соединений и хлора.

В нашей стране для обезвреживания цианистых соединений обычно используют хлор и хлорсодержащие реагенты. Однако такое обезвреживание имеет существенные недостатки: необходимость поддержания высоких значений pH и невозможность использования этих реагентов при высоких концентрациях цианидов из-за опасности выделения токсичных продуктов хлорирования (хлорциан и др.) Пероксид водорода таких недостатков не имеет. Он взаимодействует с цианидами с образованием цианатов, к-рые затем разлагаются на аммиак и диоксид углерода. При низкой концентрации цианидов (менее 100 мг/л) могут потребоваться катализаторы, лучшим из которых является медь в ионной форме, используемая в кол-ве 5—10 мг-иона на 1 л сточных вод. Остаточное содержание цианидов обычно не превышает 0,1 мг/л.

Процесс обезвреживания нитритсодержащих сточных вод пероксидом водорода применяется в качестве альтернативного процессу обработки гипохлоритом натрия, к-рый может образовывать устойчивые к биохим. окислению токсичные хлорпроизводные, что ограничивает его применение. Пероксид водорода взаимодействует со всеми формами свободного хлора, но в то время, как хлор и хлорноватистая к-та реагируют медленно, гипохлориты разрушаются очень быстро. Поэтому дехлорирование пероксидом водорода рекомендуется проводить при pH = 7—9. В этом случае гипохлорит-ионы являются преобладающей формой присутствующего активного хлора. Пероксид водорода очень медленно взаимодействует со связанным активным хлором (в виде хлораминов), поэтому если связанный активный хлор является преобладающей формой остаточного хлора, то дехлорирование пероксидом водорода не рекомендуется.

Отд. областью применения пероксида водорода является очистка воды от раствор. соединений тяжелых металлов, где исполь-

зуются как окислит., так и восстановит. свойства этого реагента. Упомянутые соединения токсичны для большинства форм жизни водоемов, что вызывает необходимость обезвреживания содержащих их сточных вод. Кроме того, применение пероксида водорода позволяет регенерировать технологич. растворы, содержащие ценные компоненты, напр. соли серебра. Это дает возможность повысить экономич. эффективность осн. производств. процессов, поскольку стоимость регенериров. компонентов значительно превышает затраты на используемый реагент.

Пероксид водорода применяют для обезвреживания разл. органич. соединений при очистке произв. сточных вод. Наиболее часто используют процессы окисления формальдегида, гидрохинона и фенолов.

Нек-рые названные выше обезвреживаемые соединения являются сильными восстановителями (сероводород, сульфаты, формальдегид и др.). Для них пероксид водорода может быть использован в качестве реагента-окислителя без катализаторов. Однако иногда его окислит. потенциал оказывается недостаточным (окисление цианидов, гидрохинона, фенола, красителей, ПАВ). В качестве катализаторов часто применяют соли железа и меди. Композиция из пероксида водорода и соли железа, известная под назв. реагента Фентона, используется для окисления фенолов, меркаптанов, ПАВ, красителей. При этом образуются активные частицы с высоким окислит. потенциалом.

Наряду с использованием традиц. катализаторов получила распространение физическая активизация процесса окисления пероксидом водорода — применение разного рода полей и излучений. Совместное применение УФ-излучения и пероксида водорода позволяет разрушить практически все трудноокисляемые примеси воды. Это объясняется тем, что фотохим. распад пероксида водорода протекает с образованием радикалов $\text{OH}\cdot$, $\text{O}\cdot$ и др., обладающих наиболее высоким окислит. потенциалом. Эти радикалы затем вступают в реакции между собой и с примесями воды. Для ускорения процесса окисления в систему могут быть введены катализаторы фотохим. реакций (фотосенсибилизаторы), в качестве к-рых выступают ионы железа, нек-рые красители, оксиды церия, титана и пр. Разработана технология предварит. обработки воды, в частности паровых конденсатов, пероксидом водорода с УФ-облучением перед ионным обменом с целью удаления из них органич. примесей. Под действием H_2O_2 и УФ-лучей происходит разложение органич. примесей с образованием CO_2 или соединений с низким молекулярным весом, к-рые могут быть легко удалены в ионитах, после чего очищ. вода может использоваться в каче-

стве технологич., в частности для подпитки паровых котлов.

Существуют технологич. схемы обезвреживания концентратов сточных вод, содержащих используемые в пожаротушении пенообразователи, пероксидом водорода в сочетании с УФ-облучением в кислой среде при повыш. темп-ре (80°C) в присутствии катализатора — сернокисло-го железа. После нейтрализации очищенные сточные воды могут быть сброшены в городскую канализацию. Деструктивное окисление пероксидом водорода в сочетании с УФ-облучением — один из наиболее эффективных и перспективных методов обезвреживания сточных вод тепличных хозяйств и разл. складов ядохимикатов, содержащих пестициды. После обработки очищенные сточные воды могут быть сброшены в городскую канализацию или направлены на повторное использование. Емкости для хранения пероксида водорода и трубопроводы его подачи рекомендуются изготавливать из полиэтилена высокого давления стабилизированного, неокрашенного полиэтилена низкого давления, алюминия или стали. Контейнеры с пероксидом водорода размещают в изолиров. помещении, обеспечивающем защиту от воздействия солнечных лучей и темп-ру не выше 30°C . Допускается хранение пероксида водорода на открытой площадке, снабженной навесом, исключая попадание прямых солнечных лучей, в контейнерах с изотермическим устройством, обеспечивающим темп-ру продукта не выше 30°C и не ниже -25°C .

К достоинствам технологич. схем с использованием в качестве реагента-окислителя пероксида водорода относится также возможность автоматизации процесса с использованием датчиков окислительно-восстановит. потенциала. Присутствие остаточных концентраций пероксида водорода в очищенной воде способствует процессам последующей аэробной биологич. очистки.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД — освобождение воды от примесей до концентраций, безвредных для водоемов (при сбросе в них очищ. сточных вод), производств. технологич. процессов и осуществляющего их персонала (при использовании очищ. сточных вод в технич. водоснабжении пром. предприятий) или для орошения с.-х. культур и озеленения. Методы и технологич. схемы О.с.в. зависят от вида сточных вод, концентрации загрязнений и требований к составу очищ. сточных вод, к-рые зависят от условий сброса в водоем или их повторного использования, а также от местных условий.

По виду различают сточные воды городские, пром. (производств.) и поверхностные (ливневые). Городские большей частью состоят из бытовых сточных вод и

производств. стоков, близких по составу к бытовым. Осн. загрязнители таких вод — органич. в-ва, соединения азота и фосфора. Для их очистки применяют биологич. методы, основанные на жизнедеятельности микроорганизмов, осуществляющих минерализацию органич. в-в, и восстановление минер. форм азота и фосфора. Биологическая очистка может осуществляться в естеств. условиях (на полях орошения, фильтрации, фильтрующих колодцах, фильтрующих траншеях, полях подземной фильтрации, фильтрах песчано-гравийных, биологических прудах и др.) и в получивших наибольшее применение искусств. условиях (в биофильтрах, аэротенках, метантенках). В отд. случаях биологич. очистка городских сточных вод дополняется физ.-хим. методами. Такое сочетание методов очистки, обеспечивающее глубокое удаление фосфора, применяется при резком изменении расхода сточных вод по сезонам года (в курортных насел. пунктах), а также при необходимости интенсификации предшествующей механич. очистки. Производств. сточные воды подвергают очистке самостоятельно или в смеси с городскими стоками, направляют на городские очистные сооружения, исходя из технич. целесообразности, состава сточных вод и технико-экономич. оценки вариантов.

Для биологич. О.с.в. предприятий, особенно нефтеперерабатывающих, синтетич. каучука, искусств. волокна, органич. синтеза, дрожжевых а-дов, азотной, целлюлозно-бумажной, микробиологич., текстильной и пищевой пром-сти и др., применяют биофильтры и аэротенки. При очистке концентратов сточных вод целесообразно использовать метановое сбраживание (в метантенках). Этим методом очищают сточные воды фабрик первичной обработки шерсти, животноводч. комплексов и т.п.

С целью уменьшения кол-ва сточных вод на пром. предприятиях необходимо предусматривать: безотходные и безводные технологич. процессы произ-ва, методы охлаждения технологич. продуктов атм. воздухом; локальную очистку отд. видов сточных вод с извлечением загрязняющих компонентов с целью повторного использования их в технологич. процессах; последоват. использование воды в разл. технологич. процессах; использование в произ-ве очищ. бытовых, городских, производств., а также поверхностных сточных вод и создание замкнутых систем водного хозяйства без сброса сточных вод в водоемы.

Совместная О.с.в. разл. производств. процессов целесообразна при содержании в них загрязняющих в-в, удаляемых одинаковыми методами. При совместном отведении и очистке городских и производств. сточных вод в последних не долж-

ны: содержаться в-ва, нарушающие или осложняющие эксплуатацию *канализационных сетей* и сооружений, а также оказывающие разрушающее действие на материал труб и элементы сооружений *системы канализации*; содержать после очистки вредные в-ва в концентрациях, препятствующих использованию их в системах технич. водоснабжения, орошения, а также сбросу в водные объекты. Производств. сточные воды, не удовлетворяющие этим требованиям, должны быть подвергнуты локальной очистке. При резком колебании кол-ва и качеств. состава производств. сточные воды перед очисткой подвергают усреднению. Для очистки их применяют механич., биологич., физ.-хим., адсорбц., ионообменные и электрохимич. методы. Для освобождения от взвеш. загрязняющих в-в используют *отстойники, нефтеловушки, осветлители воды, гидроциклоны-фильтры, центрифуги, флотационные установки, дегазаторы* и др. На этих сооружениях очистке подвергается большинство сточных вод предприятий черной и цветной металлургии, коксохим. и нефтеперерабатывающих заводов, целлюлозно-бумажной пром-сти и др.

Физ.-хим. очистку применяют на жевенных, коксохим., гидролизных з-дах, предприятиях хим. пром-сти и др. Среди ее приемов наибольшее распространение получили нейтрализация и реагентная обработка. Первая применяется на всех произ-вах, имеющих кислую ($\text{pH} < 6,5$) или щелочную ($\text{pH} > 8,5$) реакцию. Реагентную обработку используют для интенсификации процессов удаления из сточных вод грубодисперсных, коллоидных и растворенных примесей, а также для обезвреживания хром- и цианосодержащих сточных вод. Получили также применение методы экстракции, кристаллизации, эвапорации, выпаривания и испарения.

Для глубокой О.с.в. от растворенных органич. загрязняющих в-в применяют метод фильтрования или адсорбции. Сорбентом могут служить активиров. уголь, коксовая мелочь, торф, каолин, опилки и др. в-ва в виде загрузки в фильтрах, слой намывного на подложку из сетки пористого материала, вспененный слой или слой суспензии, вводимой в сточную воду. Адсорбц. метод применяют при О.с.в. коксохим. з-дов, фабрик обогащения свинцово-цинковых и медных руд, произ-ва триинитротоллуола, нитробензола и др.

Ионообменный метод служит для глубокой О.с.в. от минер. и органич. ионизиров. соединений и их обессоливания с целью повторного использования очищ. воды в произ-ве и утилизации ценных компонентов. Метод осуществляется в анионитовых и катионитовых фильтрах с периодич. регенерацией загрузки. Этот метод применяют при О.с.в. от произ-ва

медно-аммиачного волокна, термич. и гальванич. цехов станкостроит. з-дов и др.

Электрохим. метод О.с.в. применяют для получения электролизов. растворов или введения в воду катионов или анионов, для чего используют аппараты с анодами, как не подвергающимися электролитич. растворению (электролизеры), так и подвергающимися ему. (электрокоагуляторы). Электролизерами обрабатывают цианосодержащие сточные воды; электрокоагуляторами с алюминиевыми электродами — концентриров. маслосодержащие сточные воды, образующиеся при обработке металлов резанием и давлением; электрокоагуляторами со стальными электродами — сточные воды предприятий разл. отраслей пром-сти, содержащие шести- и трехвалентный хром, цинк, медь, никель, кадмий.

Поверхностные сточные воды с территории насел. пунктов и пром. предприятий следует также подвергать очистке. При этом на очистку направляют наиболее загрязнен. поверхностные сточные воды, напр. первые порции ливневых вод. Очистка поверхностных вод может осуществляться совместно с городскими сточными водами или самостоятельно. Для самостоят. очистки применяют простые в эксплуатации и надежные в работе сооружения механич. и физ. очистки. Во всех случаях имеются отстойные сооружения содержания органич. загрязняющих в-в осветл. поверхностные сточные воды направляют на сооружения биологич. очистки.

См. также *Очистка сточных вод гальванических производств, Очистка сточных вод объектов с кратковременным пребыванием людей, Очистка сточных вод индивидуальных домов, Очистка сточных вод малых населенных пунктов, Очистка производственных сточных вод озонированием, Очистка производственных сточных вод пероксидом водорода, Очистка сточных вод с активным илом, Очистка сточных вод в районах с суровым климатом, Электрохимическая очистка производственных сточных вод.*

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД В РАЙОНАХ С СУРОВЫМ КЛИМАТОМ — очистка, требующая особых технич. решений при проектировании очистных сооружений. Эти решения обусловлены такими природно-климатич. и хозяйственно-экономич. факторами, как низкая расчетная зимняя темп-ра, вечнотермальные грунты, низкая концентрация загрязнений сточных вод из-за попусков в ряде случаев воды из *систем водоснабже-*

ния, низкая темп-ра сточных вод, малая самоочищающаяся способность водоемов-приемников сточных вод, неразвитость местных баз стройиндустрии, сложные условия стр-ва и высокие требования к степени очистки сточных вод; БПК_{полн} не более 3 мг/л и глубокое удаление биогенных элементов. В этом случае становятся целесообразными применение *азропенок* с прикрепленной микрофлорой, тонкослойное отстаивание, обеззараживание сточных вод прямым электролизом воды или озонированием и т.д. При низких темп-рах сточных вод эффективно применение физико-хим. очистки, однако возможность ее использования может ограничиваться при отсутствии удобных транспортных путей для доставки реагентов. Особые трудности вызывает обработка осадков сточных вод. Обычно даже для небольших сооружений применяют их механич. обезвреживание на центрифугах или ленточных фильтр-прессах с использованием *флокулянтов*.

В связи с отсутствием в большинстве р-нов с суровым климатом развитых баз стройиндустрии, дефицитом и высокой стоимостью трудовых ресурсов для очистки сточных вод применяют, как правило, сооружения высокой степени заводской готовности (комплектно-блочные либо монтируемые из крупногабаритных заготовок). При этом предусматривают защиту сточных вод от охлаждения в ходе очистки, а также устройству защищенных от ветра и снежных заносов проходов для эксплуатации сооружений. При очистке исключаются утечки сточных вод и использование заглубленных сооружений. Очистные сооружения пропускной способностью до 100 м³/сут, включая емкости, размещают в транспортельных блок-контейнерах полной заводской готовности. При большей пропускной способности в качестве емкостей могут использоваться отдельно расположен. резервуары, изготовляемые из стальных рулонных заготовок. Производственно-вспомогат. помещения выполняют в виде блок-контейнеров, соединенных с резервуарами проходной галереей, или быстромонтируемых зданий с металлич. каркасом и ограждающими конструкциями из алюминиевых панелей с эффективным утеплителем. В целях снижения потребности в эксплуатац. персонале предусматривают высокий уровень механизации и автоматизации технологич. процессов: удаление отходов и песка, перекачки сточных вод и осадков, приготовления растворов флокулянта, удаления обезвож. осадка, отбора проб для анализа сточных вод. Во избежание сильного парения темп-ра воздуха над поверхностью воды в закрытых помещениях, в к-рых размещены очистные сооружения, должна быть на 3—5°С выше темп-ры сточных вод.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

удаление из сточных вод свободных минер. к-т и щелочей, цианистых соединений, хромат-ионов, ионов тяжелых металлов (меди, никеля, кадмия, цинка, свинца и др.), органич. в-в. По концентрации содержащихся в них растворенных в-в все сточные воды гальванич. производств можно разделить на две осн. группы: мало-концентриров., образующиеся в разл. промывочных операциях; высококонцентриров., представляющие собой отработ. технологич. растворы и электролиты. По хим. составу их подразделяют на три осн. группы: содержащие цианистые соединения (цианиды); содержащие соединения шестивалентного хрома (хроматы); содержащие свободные минер. к-ты или щелочи, а также соли тяжелых металлов. Сточные воды каждой из этих групп должны отводиться отдельно.

Для О.с.в.г.п. применяют реагентные, электрохимич., ионообменные и некие др. физ.-хим. способы, преимущественно реагентные, осуществляемые на установках непрерывного и периодич. действия и основанные на хим. окислении, восстановлении и осаждении растворенных в-в, а также на нейтрализации свободных минер. к-т и щелочей. Для обезвреживания цианосодержащих сточных вод применяют в осн. реагенты-окислители, содержащие активный хлор (хлорная известь, гипохлориты натрия и кальция, хлорная вода). Хим. реакции окисления простых цианидов и комплексных цианидов цинка, меди, кадмия и серебра с образованием цианатов активным хлором протекают с большей скоростью в щелочной среде ($\text{pH} = 10,5 \dots 12$), в связи с чем обычно требуется предварит. подщелачивание сточных вод раствором едкого натра или известковым молоком. Необходимое время контакта сточных вод с реагентами при интенсивном перемешивании реакцион. смеси составляет 3—5 мин. Для обработки сточных вод могут использоваться растворы гипохлорита натрия, получаемые на месте электролизом растворов хлорида натрия. Комплексные цианиды железа (гексацианоферраты) окисляются активным хлором только при нагревании сточных вод до 70°C в присутствии катализаторов или без них. Значит. меньшее применение нашли способы очистки цианосодержащих сточных вод с помощью др. реагентов: окислителей — озона и пероксида водорода.

Существует высокоэффективный способ обезвреживания цианосодержащих сточных вод с помощью техн. кислорода в присутствии катализаторов. Применение этого способа целесообразно при содержании цианидов в очищ. воде до 30 мг/л. Электрохим. способ очистки цианосодержащих сточных вод заключается в их

электролизе с использованием анодных материалов, не подвергающихся электролитическому растворению (см. *Электрохимическая очистка сточных вод*). Электрохим. окисление цианидов на аноде интенсифицируется в случае предварит. добавления к очищ. воде хлоридов, напр. хлорида натрия. Этот способ целесообразно применять для очистки сточных вод при исходной концентрации в них цианид-ионов более 200 мг/л.

Обезвреживание сточных вод, содержащих соединения шестивалентного хрома (хроматы), с помощью хим. реагентов обычно осуществляется в две ступени. На первой происходит перевод (хим. восстановление) шестивалентного хрома в его трехвалентную форму; на второй производят хим. осаждение Cr^{3+} -иона в виде гидроксида трехвалентного хрома.

Нейтрализация свободных минер. к-т и хим. осаждение ионов тяжелых металлов (железо, цинк, никель, медь и др.) в виде соответствующих гидроксидов, а также осн. карбонатов производится с помощью щелочных реагентов. В нашей стране для этой цели чаще всего применяют водную суспензию гидроксида кальция, содержащую нек-рое кол-во карбоната кальция (известковое молоко). Нейтрализация кислых сточных вод щелочными реагентами проводят обычно до $\text{pH} = 8,5 \dots 9$. Автоматическое дозирование щелочного реагента производится по заданному значению pH обработанной воды. При наличии в сточных водах комплексобразующих в-в (винная, лимонная и некие др. органич. к-ты, аммиак) для обеспечения полноты осаждения ионов тяжелых металлов требуется предварит. удаление из воды этих в-в. Для нейтрализации щелочных сточных вод (последние могут содержать анионы амфотерных металлов, напр., цинкат- или алюминат-ионы) применяют растворы серной или соляной к-ты.

Нейтрализованные сточные воды, содержащие взвесь гидроксидов и осн. карбонатов тяжелых металлов, сульфат и карбонат кальция и др. нерастворимые в воде примеси, подвергают механич. очистке с целью их отделения методами отстаивания, флотации, фильтрования. Известен способ очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, осн. на образовании труднорастворимых соединений этих металлов с железом — ферритов (способ ферритизации). Он заключается в обработке сточных вод раствором солей двух- и трехвалентного железа с последующим подщелачиванием реакцион. смеси известковым молоком или раствором едкого натра и ее нагреванием. Образующийся при этом осадок представляет собой смесь оксигидратов железа, гидроксидов тяжелых металлов, магнетита и ферритов и обладает магнитными свойствами. Этот способ

обеспечивает практически полное удаление ионов тяжелых металлов из сточных вод.

В нашей стране получили значит. распространение электрохим. методы О.с.в.г.п. в частности, электролиз сточных вод с использованием стальных анодов, подвергающихся электролитич. растворению с образованием переходящих в воду ионов двухвалентного железа. В этом случае достигается хим. (частично электрохим.) восстановление шестивалентного хрома до трехвалентного, а также хим. осаждение гидроксидов трехвалентных хрома, железа и др. металлов в результате повышения значения pH обработ. воды. При этом степень очистки сточных вод от шестивалентного хрома достигает 100%, от трехвалентного — 97—100%, от др. ионов тяжелых металлов (цинк, медь, никель, кадмий) — 90—95%. Для доочистки сточных вод от ионов тяжелых металлов практикуется их обработка щелочными реагентами (корректирование значения pH) или дополнит. электрохим. обработка в катодном пространстве диафрагменного электролизера. После отделения дополнительно образовавшихся осадков гидроксидов металлов сточную воду направляют в анодное пространство электролизера для снижения значения pH . В случае двухступенчатой электрохим. обработки часть очищ. воды повторно используется в производ-ве.

Электрохим. способ восстановления хроматов в сточных водах осуществляется в кислой среде с использованием засыпных катодов из углеродных материалов или гранулиров. титана и анодов, не подвергающихся электролитич. растворению. Степень восстановления шестивалентного хрома до трехвалентного достигает 100%. Обработ. воду нейтрализуют щелочным реагентом с целью хим. осаждения гидроксида трехвалентного хрома. В настоящее время разработаны технология и оборудование для очистки сточных вод от шестивалентного хрома и ионов тяжелых металлов с помощью электрогенериров. *коагулянта* — гидроксида двухвалентного железа, получаемого из отходов металлообработки. Суспензию коагулянта получают в отд. бездиафрагм. электролизере. Стальные отходы металлообработки (стружка, мелкие обрезки листовой стали и т.п.), играющие роль засыпного анода, помещают в дырчатые корзины, изготовл. из полипропилена. Катодными являются пластины из углеродистой стали. В качестве электролита используют 3—5%-ные растворы хлорида натрия или нек-рые виды отработавших технологич. растворов. Очистка сточных вод от шестивалентного хрома и ионов тяжелых металлов производится в реакторе-отстойнике непрерывного или периодич. действия, куда поступают очищ. сточные воды и суспензия коагу-

лянта (концентрация твердой фазы в суспензии в пересчете на железо — 20—25 кг/м³) из сборника (возможно непосредственное суспензии коагулянта в реактор непосредственно из электролизера). При этом протекают процессы хим. восстановления шестивалентного хрома гидроксидом двухвалентного железа, соосаждения гидроксидов трехвалентного хрома, цинка, меди и др. тяжелых металлов с гидроксидами двух- и трехвалентного железа, образования смеш. кристаллов гидроксидов, сорбции ионов цинка, меди и др. тяжелых металлов гидроксидами железа. Не растворимые в воде соединения тяжелых металлов образуются также в результате обменных хим. реакций ионов этих металлов с гидроксидом двухвалентного железа. Расход суспензии коагулянта составляет обычно 4—5 л/м³ сточных вод (3—4 массовые части железа на 1 массовую часть ионов металлов, содержащихся в сточной воде). Установлено, что высокий эффект удаления ионов тяжелых металлов из сточных вод при их обработке суспензией электрогенериров. коагулянта достигается при одновремен. повышении значения pH реакцион. смеси с помощью щелочного реагента (предпочтительно едкого натра) до pH = 8,5...9,5.

Гальванокоагуляц. способ очистки сточных вод от шестивалентного хрома и ионов тяжелых металлов заключается в пропускании сточных вод через смеш. загрузку из стального скрапа и медной стружки (или измельч. кокса). При этом электролитич. растворение железа происходит в результате образования множества короткозамкнутых гальванич. пар без использования внешнего источника электрич. тока. Очистка сточных вод осуществляется во вращающемся цилиндрич. реакторе. Обработ. сточные воды затем подвергают механич. очистке (осветлению). Степень очистки сточных вод от шестивалентного хрома достигает 100%, от др. ионов тяжелых металлов — 95—99,6%.

Высококонцентриров. сточные воды гальванич. производств (отработ. технологич. растворы и электролиты) чаще всего очищают совместно с малоконцентриров. (промывочными) сточными водами, в частности на установках для их реагентной очистки. Сбросы высококонцентриров. сточных вод на очистные сооружения возможны только при надежном контроле и регулировании, не допускающем прорыва через них токсичных в-в. Отработ. технологич. растворы и электролиты вначале следует направлять в спец. емкости-накопители, из к-рых небольшими порциями добавлять к малоконцентриров. (промывочным) сточным водам, поступающим на очистку. Во многих случаях более целесообразна отд. обработка высококонцентриров. сточных вод как с целью их обезвреживания, так и для извлечения ценных

хим. продуктов с применением реагентных электрохим., термич. и др. методов обработк. Отдельная обработка высококонцентриров. сточных вод, как правило, необходима при создании замкнутых систем водоиспользования в гальванич. про-из-вах. Обработка малоконцентриров. (промывочных) сточных вод в таких системах предпочтительна реагентными, не увеличивающими содержание обра-бот. воды (пероксид водорода, озон, гидразин и др.), а также безреагентными (электрохим., ионообменные и др.) способами.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМОВ — очистка, осуществляемая спец. местной системой при отсутствии уличной канализационной сети; при этом кол-во сточных вод обычно составляет 0,4—1,5 м³/сут. Если по соседству расположено несколько индивид. домов, то пропускная способность установок может быть доведена до 6—12 м³/сут. В нашей стране и за рубежом наиболее распространены для О.с.в.и.д. *септики* с сооружениями подземной фильтрации: *фильтрующими колодцами, фильтрами песчано-гравийными; фильтрующими траншеями* и др. Преимущества этих сооружений состоят в простоте и надежности эксплуатации; недостатки — в громоздкости стр-ва, возможности загрязнения сточными водами водоносных горизонтов, используемых для питьевого водоснабжения, зависимости от инженерно-геологич. условий стр-ва (водопроницаемости грунтов, уровня подземных вод).

При высоком уровне подземных вод и малопроницаемых грунтах применяют фильтрующие кассеты или фильтрующие насыпи, представляющие собой песчано-гравийный фильтр или фильтрующую траншею, расположенную в подсыпке. Такие сооружения обеспечивают очистку сточных вод независимо от местных инженерно-геологич. условий, однако насыпи занимают довольно значит. площадь. Поэтому за рубежом распространены установки биологич. очистки сточных вод шкафного типа, к-рые включают *азротенк*, вторичный *отстойник*, компрессор и систему автоматики. Существуют установки химико-биологич. очистки сточных вод, в к-рых для повышения эффекта предварит. отстаивания сточных вод используется катионный полиэлектролит, а аэрация осуществляется путем впуска воздуха в емкость, находящуюся под вакуумом, создаваемым *вакуум-насосом*. Имеются опытные установки биологич. очистки сточных вод с применением механической аэрации. Известны также отечест. установки физико-хим. очистки т.н. "серых" сточных вод (от *умывальника, раковины, ванны купальной*). В таких установках осуществляются *коагуляция, обеззараживание* сточных вод в электролизной

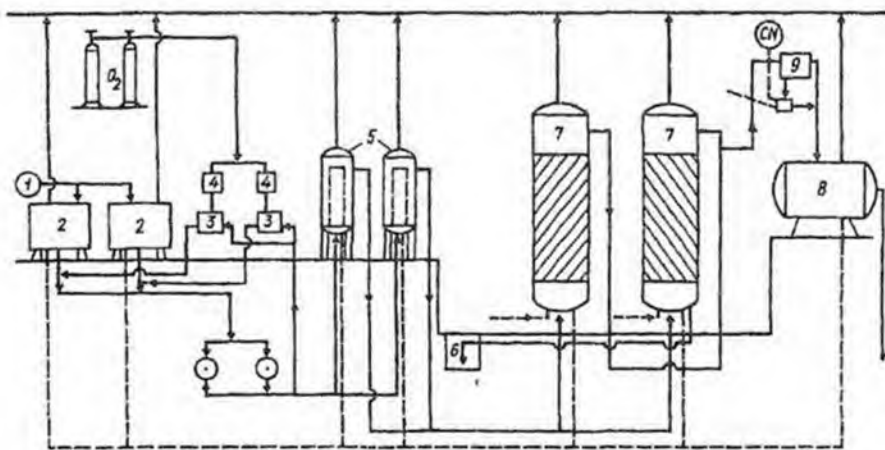
ячейке, в к-рой электродами служат железные пластины, постепенно растворяющиеся под действием электрич. тока, и отстаивание.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД КИСЛОРОДОМ — окисление органических и минеральных примесей в сточных водах молекулярным кислородом, иногда в присутствии катализаторов. Этот метод часто применяют для очистки сточных вод предприятий деревообработ. пром-сти, гальванич. цехов, металлообработ. предприятий, целлюлозно-бумажных, нефтеперерабат. заводов и др.

На деревообработ. предприятиях в процессе вымачивания древесины при темп-ре 40°C происходят гидролиз и вымывание экстрактивных в-в — многоатомных фенолов (пирокатехин, гидрохинон, пирогаллол) и сложных соединений фенольного характера (гидролизуемые и конденсиров. танины, катехины и др.). Эти в-ва поступают в сточные воды. Очистку таких сточных вод осуществляют посредством аэрирования их в течение 1—2 ч с интенсивностью 5—7 м³/(м²·ч) при темп-ре 40—50°C. Указанные в-ва при этом окисляются кислородом с образованием гуминоподобных в-в, удаляемых последующим отстаиванием с коагуляцией сернокислым алюминием или алюминатом натрия в присутствии катионного *флокулянта*. Доза сернокислого алюминия — 150—200 мг на каждые 1000 мг/л ХПК, доза флокулянта — 1—2 мг/л. При использовании в качестве коагулянта алюмината натрия воду после аэрации подкисляют серной кислотой до pH = 3, а затем добавляют алюминат натрия до pH = 6,5—7,5. При этом содержание многоатомных фенолов снижается с 260—280 мг/л до следовых количеств.

Очистку сточных вод гальванических цехов, содержащих цианиды, посредством их окисления кислородом производят в присутствии катализатора — активного угля. Для интенсификации процесса окисление рекомендуется проводить техническим кислородом, а не кислородом воздуха. Уголь регенерируют 1 раз в 2—3 года для удаления с его поверхности карбонатных отложений. Теоретич. расход окислителя (O₂) на превращение цианидов до цианатов составляет 0,6 мг/мг, фактически превышает 1 мг/мг. Окисление — процесс быстрый и заканчивается за 25—60 мин. Гидролиз цианатов, сорбированных на угле, протекает медленно и требует для своего полного завершения несколько суток.

На целлюлозно-бумажных, нефтеперерабат. и др. предприятиях образуются сточные воды, содержащие сероводород, сульфиды, меркаптаны. Очистку их рекомендуется производить окислением кислородом в присутствии оксидов или гидро-



Принципиальная технологическая схема очистки цианосодержащих сточных вод
1 — сточная вода из цеха; 2 — приемные емкости; 3 — эжекторы; 4 — дозаторы кислорода; 5 — напорные емкости; 6 — сборник кислот; 7 — колонны с активным углем; 8 — емкость очищенной воды; 9 — бак разрыва струи

ксидов металлов перем. валентности и углей.

Наибольшей каталитической активностью обладают соединения железа и марганца. Первые используются при очистке сточных вод с рН = 6—10. При рН = 6 образуется только элементарная сера; при рН = 10 окисление протекает на 80% до элементарной серы и на 20% до тиосульфата и сульфата. Во избежание выделения сероводорода в процессе очистки сточных вод содержание железа в реакционной камере должно в 1,5 раза превышать стехиометрич. кол-во его, необходимое для связывания сероводорода, поступающего со сточной водой. Соединения марганца используются при очистке сточных вод с рН = 10 и выше. Продукты окисления этого процесса — элементарная сера и тиосульфат. Соединения меди используют для очистки сточных вод с рН > 13,5, при этом единств. продуктом окисления является сульфат.

В качестве катализаторов при очистке сточных вод с рН = 6—14 от сероводорода и сульфидов окислением кислородом рекомендуется использовать графитовые материалы и кокс. В присутствии активных углей БАУ и АГ-3 в интервале рН = 7—14 продукты окисления — преимущественно элементарная сера и тиосульфат. В присутствии угля СКТ образуется, кроме того, сульфат; в присутствии кокса и графита — тиосульфат.

Реакция окисления сероводорода и сульфидов кислородом в присутствии катализаторов протекает интенсивно и заканчивается в течение 10—40 мин. Расход воздуха зависит от вида сточных вод и составляет, напр., для целлюлозно-бумаж-

ных комбинатов 20—30 м³/м³ воды, для хлопчатобумажных — 6—9 м³/м³ воды. Повышение темп-ры с 20 до 40°С ускоряет процесс почти в 2 раза.

В кислой среде осн. продуктом окисления меркаптанов является сульфокислота, в щелочной — диметилдисульфид. Процесс протекает в кинетич. области, и его определяющий фактор — температура.

Для насыщения сточных вод кислородом воздуха рекомендуется использовать устройство барботажного типа, работающее в непрерывном или периодич. режимах в зависимости от объема сточных вод, концентрации примесей и специфики произ-ва.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ — очистка, осуществляемая с помощью сооружений, к-рые удовлетворяют след. условиям: выдерживают резкое колебание расхода и состава сточных вод по часам суток; просты по конструкции и могут изготовляться неспециализир. пром. предприятиями; имеют высокую надежность благодаря выбору простой технологич. схемы и невысокую стоимость. Для полной биол. О.с.в.м.н.п. могут применяться: аэрац. установки, работающие по методу полного окисления (*азропенки продленной аэрации*); аэрац. установки с аэробной стабилизацией избыточного *активного ила*; циркуляц. окислит. каналы; капельные *биофильтры*; поля фильтрации; поля подземной фильтрации, *фильтры песчано-гравийные, фильтрующие траншеи; биологические пруды; фильтрующие колодцы.*

При выборе типа очистных сооружений рекомендуется в первую очередь оценить возможность применения сооружений естеств. очистки сточных вод как наиболее дешевых. К их числу относятся поля фильтрации, биол. пруды и сооружения подземной фильтрации. Поля фильт-

рации могут быть любой пропускной способности и применяются на песчаных, супесчаных и легких суглинистых грунтах при наличии площадок, имеющих спокойный и слабовыраженный уклон рельефа местности (0,02). Перед полями фильтрации пропускной способностью до 25 м³/сут необходимо применять *сеттики*, а большей пропускной способности — *решетки, песколовки* и *двухъярусные отстойники*. Недостаток полей фильтрации — необходимость устройства широкой зоны сан. разрыва (200—300 м). Биол. пруды применяют в качестве самостоятельных очистных сооружений при наличии естеств. впадин в слабодриенируемых грунтах в р-нах со среднегодовой темп-рой воздуха более 10°С. При этом должны быть приняты меры по предупреждению распространения болезнетворных бактерий и яиц гельминтов животными и водоплавающими птицами. Биол. пруды требуют создания широких сан.-защитных зон (200 м). Сооружения подземной фильтрации по сан.-гигиенич. показателям и условиям применения намного лучше полей фильтрации и биол. прудов. Вокруг них создаются вполне благоприятные сан.-гигиенич. условия, благодаря чему ширина сан.-защитных зон составляет всего 10—20 м.

Для небольших объектов с расходом сточных вод не более 1 м³/сут на песчаных и супесчаных грунтах устраивают фильтрующие колодцы. Поля подземной фильтрации, песчано-гравийные фильтры и фильтрующие траншеи применяют для объектов с расходом сточных вод до 15 м³/сут. Поля подземной фильтрации на песчаных и супесчаных грунтах устраивают при расположении оросит. труб выше уровня подземных вод не менее чем на 1 м. Так как глубина заложения оросит. труб 0,5—1,8 м, то уровень подземных вод должен быть не выше 1,5—2,8 м от поверхности земли. Песчано-гравийные фильтры и фильтрующие траншеи в водонепроницаемых или слабофильтрующих грунтах устраивают при наивысшем уровне подземных вод, расположенном на 1 м ниже лотка отводящей трубы, т.е. при уровне подземных вод не выше 2,5 м. Для создания фильтрующей среды используют привозные средние и крупные пески. Перед сооружениями подземной фильтрации всех видов необходима предварит. очистка сточных вод в сеттиках. Достоинство сооружений указ. видов — одноврем. обеспечение глубокой очистки и обеззараживания сточных вод, поэтому после них не производится доп. обеззараживания.

Аэрац. установки с полным окислением органич. загрязнений применяют для очистки сточных вод с расходом до 700 м³/сут. Механич. очистка перед этими сооружениями производится на решетках