

В. Я. БОРЩЕВ

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

**Учебное электронное мультимедийное издание
на компакт-диске**



**Тамбов
Издательство ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2016**

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный технический университет»

В. Я. БОРЩЕВ

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Утверждено Ученым советом университета
в качестве учебного пособия
для бакалавров дневного и заочного отделений
по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность»
(профиль «Безопасность технологических процессов
и производств»)

*Учебное электронное мультимедийное издание
комплексного распространения*



Тамбов
Издательство ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2016

УДК 504.75(075.8)
ББК Б18я73
Б83

Рецензенты:

Кандидат технических наук, Ведущий инженер группы АСУТП АО
«Газпром газораспределение Тамбов»

А. Ю. Орлов

Кандидат технических наук,
доцент кафедры ТиОПиХП ФГБОУ ВО «ТГТУ»

В. А. Пронин

- Борщев, В. Я.**
Б83 Экологическая безопасность промышленных объектов : учебное пособие для бакалавров дневного и заочного отделений по направлению «Техносферная безопасность» (профиль «Безопасность технологических процессов и производств») / В. Я. Борщев. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже Pentium IV ; CD-ROM-дискковод, 17,5 МБ RAM ; Windows XP/Vista/7 ; мышь. – Загл. с экрана. ISBN 978-5-8265-1594-5.

Изложен материал по экологической безопасности промышленных объектов. Представлены мультимедийные элементы в виде системы навигации, перекрёстных гиперссылок, контекстных подсказок и др. Для организации оперативного самоконтроля знаний студентов в пособии имеются тесты.

Предназначено для студентов дневного и заочного отделений по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» (профиль «Безопасность технологических процессов и производств»).

УДК 504.75(075.8)
ББК Б18я73

Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за разработчиком.
Незаконное копирование и использование данного продукта запрещено.

ISBN 978-5-8265-1594-5 © Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2016

ВВЕДЕНИЕ

С развитием мирового общественного производства увеличиваются также размеры ущерба, наносимого окружающей среде. При этом ущерб природной среде уже невозможно, как раньше, преодолеть естественным путем. Для этого требуется использование комплекса законодательных и технологических мероприятий, которые затрагивают все области производственной деятельности человека.

Проблема загрязнения окружающей среды в настоящее время и на ближайшую перспективу является чрезвычайно актуальной. Для уменьшения разрушения природных систем целесообразно использовать прогрессивные инженерные методы: создание безотходных технологий; эффективная утилизация отходов; совершенствование способов сжигания топлива и т.д. Таким образом, в настоящее время необходимо учитывать связь между решениями экологических задач и задач инженерно-технических и технологических. Вследствие этого чрезвычайно актуальным является экологическое воспитание и образование.

Результатом изучения материала учебного пособия должно быть приобретение знаний по экологической безопасности промышленных объектов.

В настоящем учебном пособии в соответствии с программой курса рассмотрены основы экологической безопасности промышленных объектов.

Материал, изложенный в учебном пособии, окажется полезным студентам в процессе изучения основ промышленной экологии.

Изучение дисциплины служит формированию общепрофессиональных компетенций: готовность к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе (ОПК-4).

Учебное пособие соответствует требованиям к уровню подготовки студентов, изложенных в Федеральном государственном образовательном стандарте по направлению «Техносферная безопасность».

1. ПРОИЗВОДСТВО И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

1.1. Воздействие химического производства на окружающую природную среду

Различают три вида воздействия химического производства на окружающую среду:

1. *Загрязнение окружающей природной среды химическими веществами.* Это загрязнение вызвано бесконтрольным поступлением загрязняющих веществ химического производства в природную среду.

Загрязняющим веществом называется любое вещество, попадающее в окружающую среду или возникающее в ней в количествах, превышающих обычное содержание, предельных естественных колебаний или среднего природного фона в конкретное время.

2. *Истощение природных ресурсов.* Этот тип воздействия связан с тем, что строительство химических заводов и эксплуатация ими определенных сырьевых ресурсов вызывает ухудшение качества природных ресурсов, их истощение и загрязнение среды.

3. *Изменение природных и возникновение антропогенных (техногенных) ландшафтов.* Ухудшение ценности природных ресурсов (например, эстетических) обязательно сопровождается превращением природных ландшафтов в антропогенные (техногенные).

В действительности все эти три типа взаимодействия связаны между собой и могут быть разделены лишь в крайних случаях.

1.2. Общие положения о производственном процессе

Современную промышленность можно представить в виде большой системы, состоящей из следующих взаимосвязанных иерархических уровней:

- *физико-химическая подсистема* – совокупность физико-химических явлений и процессов, с помощью которых происходит определенное воздействие на перерабатываемый поток сырья или материалов;
- *технологическая производственная подсистема* – совокупность технологических процессов и аппаратов, объединенных для единой технологической цели, т.е. для получения товарного продукта;

- *территориальная промышленная подсистема* – совокупность производств, объединенных в определенном природном районе для комплексного использования минеральных, водных, биологических, энергетических и трудовых ресурсов;

- *государственная промышленная подсистема* – совокупность территориально-промышленных систем, обеспечивающих жизнедеятельность страны.

Каждый из указанных уровней специфически воздействует на окружающую среду, обуславливает необходимость внедрения процессов, имеющих минимальное воздействие на окружающую среду.

В зависимости от основных приемов переработки исходных веществ и назначения продуктов различают:

- *технологии металлов* (получение и обработка);
- *технологии машиностроения* (изготовление машин и аппаратов);
- *пищевую технологию* (получение продуктов питания) и т. д.

Химическая технология характеризуется переработкой, в процессе которой преобладают химические и физико-химические явления. Результатом химической технологии является изменение состава, свойств и строения материалов.

Методы химической технологии широко распространены в различных отраслях промышленности – металлургии, транспорте, электронике, энергетике, строительстве и др. Мероприятия по защите окружающей среды также непосредственно связаны с химическими методами.

1.2.1. Химическое производство и химико-технологический процесс

Производственный процесс – это совокупность действий превращения обрабатываемых материалов, полуфабрикатов, заготовок (деталей) в готовые изделия.

Основная часть производственного процесса изменения формы, размеров или состояния заготовки (детали) или сборки изделий и сборочных единиц, называется технологическим процессом. При проектировании новых и реконструкции существующих предприятий технологический процесс является основой всего проекта. Качество разработки технологического процесса существенно влияет на рентабельность будущего производства.

Производственный процесс состоит как из технологических, так и вспомогательных процессов (транспортировка, контроль продукции, подготовка производства, эксплуатация зданий и сооружений, оборудования).

Химическое производство – совокупность процессов и операций, реализуемых в технологическом оборудовании и служащих для переработки сырья путем химических превращений в соответствующие продукты.

Химико-технологический процесс представляет собой целенаправленную переработку исходных материалов в конечный продукт путем химических и физико-химических процессов и их сочетаний.

Химическое производство должно соответствовать следующим требованиям:

- получение в производстве необходимого продукта;
- экологическая безопасность;
- безопасность и надежность эксплуатации;
- ресурсо- и энергосбережение;
- максимальная производительность труда.

1.2.2. Воздух и вода как сырье химической промышленности

В химической промышленности воздух и вода используются в огромных количествах и для различных целей. Это объясняется комплексом полезных свойств воздуха и воды, а также их доступностью и удобствами применения.

Воздух в химической промышленности применяют в основном как сырье или как реагент в технологических процессах, а также для энергетических целей.

В промышленности широко применяют кислород воздуха в качестве окислителя.

Азот используется как сырье в производстве синтетического аммиака и других азотсодержащих веществ и как инертный газ. Воздух, применяемый в качестве реагента, подвергается, в зависимости от характера производства, очистке от пыли, влаги и контактных ядов. Для этого воздух пропускают через промывные башни с различными жидкими поглотителями (H_2O , щелочи и др.), мокрые и сухие электрофильтры и т.п.

Кислород воздуха используется в качестве окислителя для получения тепловой энергии при сжигании различных топлив.

Воздух используется также как хладагент при охлаждении газов и жидкостей в холодильниках или в аппаратах прямого контакта (например, охлаждение воды в градирнях), при гранулировании расплавов веществ (например, аммиачной селитры). Нагретый воздух используется также в качестве теплоносителя для нагрева газов или жидкостей.

В пневматических барботажных смесителях сжатый воздух применяется для перемешивания жидкостей и пульпы, в форсунках – для распыливания жидкостей в реакторах и топках.

Вода вследствие своих универсальных свойств широко применяется в различных отраслях промышленности применение в качестве сырья, химических реагентов, растворителя, тепло- и хладагента.

Водяной пар и горячая вода характеризуются высокой теплоемкостью, простотой регулирования температуры в зависимости от давления, высокой термической стойкостью и т.д. Вследствие этого они являются уникальными теплоносителями при высоких температурах. Воду используют также как хладагент для отвода теплоты в экзотермических реакциях, для охлаждения атомных реакторов.

По происхождению различают атмосферные, поверхностные и подземные воды.

Для атмосферной воды (дождевые и снеговые осадки) характерно небольшое содержание примесей. Эта вода содержит в основном растворенные газы, а растворенных солей в ней практически нет.

К поверхностным водам относятся воды речных, озерных и морских водоемов. Они содержат разнообразные примеси в виде газов, солей, оснований, кислот. Наибольшим содержанием минеральных примесей характеризуется морская вода (солесодержание более 10 г/кг).

Воды артезианских скважин, колодцев, ключей, гейзеров относятся к подземным водам. Для них характерен различный состав растворенных солей, зависящий от состава и структуры почв и горных пород. Подземные воды как правило не содержат примеси органического происхождения.

Качество воды определяется ее физическими и химическими характеристиками: прозрачность, цвет, запах, температура, общее солесодержание, жесткость, окисляемость и реакция воды. По этим характеристикам судят о наличии или отсутствии тех или иных примесей.

Производства в зависимости от целевого назначения воды предъявляют строго определенные требования к ее качеству, к содержанию примесей в ней; допустимые количества примесей регламентируются соответствующими ГОСТ. Природная вода, поступающая в производство, подвергается очистке различными методами в зависимости от характера примесей и требований, предъявляемых к воде данным производством.

В промышленности в целях экономии расхода воды применяют так называемую оборотную воду, т.е. использованную и возвращенную в производственный цикл.

1.3. Отходы производства

Все производства, в том числе химические, характеризуются наличием отходов. Установлено, что даже полное использование сырья и энергетически замкнутых производств не позволяет избежать потерь.

Химическая промышленность является отраслью с большим потреблением сырья, воды, энергии. Вследствие этого процессы переработки характеризуются большим количеством побочных продуктов, которые не всегда представляется возможным использовать в виде вторичного сырья. Эти побочные продукты образуют отходы производства.

Отходами называют остатки производства, которые практически не могут быть использованы при современном развитии технологии. Вследствие этого требуется обезвреживание, складирование или захоронение отходов.

Отходы, которые представляется возможным переработать на данном этапе развития технологии, называют *технологическими остатками*.

По виду отходы делят на материальные и тепловые.

По периодичности появления отходы бывают постоянные и «залповые».

По источнику образования различают отходы технологические; отходы вспомогательных производств; тепловые; потери, связанные с несовершенством производства или нарушением режима.

В зависимости от источника образования и вида отрасли промышленности отходы по источнику образования делят на следующие группы:

– отходы металлургической промышленности, энергетики и машиностроения. К ним относятся шлаки и шламы металлургических производств, золы и шлаковые отходы тепловых электростанций, отходы

коксохимического производств, лом и отходы черных и цветных металлов;

– отходы лесной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, полиграфической, микробиологической и других отраслей. В качестве примера этих отходов можно назвать макулатуру, древесные отходы, кору, вторичные текстильные материалы, стеклобой и др.;

– отходы горной и горно-химической промышленности, среди которых выделяют отвалы, шлаки, хвосты обогащения руды;

– отходы химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности такие как фосфогипс, отработанные нефтепродукты и растворители, нефтяные шламы, активный ил биологических очистных сооружений и осадки сточных вод и т.п. К твердым относятся отходы производства полимерных материалов, изношенные шины и другие резиновые изделия, активный уголь, иониты и другие адсорбенты, смолы, тяжелые металлы, их соли и оксиды, сульфиды, сульфаты.

Для предприятий химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности характерно образование большого количества твердых и жидких отходов. При этом основная их часть не используется, а собирается в накопителях, выводится в отвалы, что вызывает загрязнение окружающей среды. Данные отходы можно считать значительным резервом материальных ресурсов, утилизируя которые можно повысить технико-экономические показатели производств.

Защиту окружающей среды можно обеспечить путем реализации концепции минимизации отходов, что позволит улучшить использование сырьевых и энергетических ресурсов. Реализация данной концепции предусматривает следующие мероприятия: санитарную очистку и обезвреживание выбросов; улучшение и замену вспомогательных потоков (замена водяного охлаждения на воздушное); замкнутый водооборот; повышение надежности оборудования и элементов ХТС.

Основной результат реализации концепции заключается в создании безотходных производств.

Малоотходное производство – это производство, вредные последствия деятельности которого меньше уровня, допустимого санитарными нормами. При этом из-за технических, экономических, организационных или других причин часть сырья и материалов становится отходами и направляется на длительное хранение.

Безотходная технология – это идеальная модель производства, которую, как правило, можно реализовать лишь частично.

Выделяют следующие основные направления создания безотходных технологий:

- 1) разработка и внедрение бессточных технологических схем и водооборотных циклов на базе эффективных методов очистки;
- 2) разработка и внедрение принципиально новых технологических процессов, которые исключают образование отходов;
- 3) создание территориально-промышленных комплексов с замкнутыми системами материальных потоков сырья и отходов;
- 4) использование отходов в качестве вторичных материальных и энергетических ресурсов.

1.4. Взаимодействие производства и окружающей среды

Развитие производства с целью удовлетворения потребностей человека немыслимо без использования природы и ее разнообразных ресурсов. При этом проявляется и отрицательное воздействие производства на окружающую природную среду в виде ее загрязнения. К сожалению, загрязнение природной среды во многих районах мира достигло критического для устойчивости экологических систем и здоровья людей уровня.

В процессе взаимодействия производства и окружающей среды происходит обмен веществ между производственной и природными сферами. Этот обмен называют антропогенным метаболизмом.

Технологический обмен приводит к большому количеству проблем и противоречий в системе «общество – природа».

Любой *технологический процесс* начинается с подачи исходного материала и заканчивается выгрузкой готового продукта и отходов. Следовательно, система антропогенного обмена в целом состоит из ввода природных ресурсов, их переработки с использованием энергии и отвод в окружающую среду отработанных веществ (производственных и бытовых отходов) и отслуживших свой срок готовых изделий.

Человек воздействует на окружающую среду в огромных масштабах. При этом человек активно воздействует на все компоненты окружающей среды, в том числе наиболее значимые для человека атмосферный воздух, пресную воду и почву.

Под загрязнением окружающей среды понимается вывод из системы антропогенного обмена в природу различных отходов, отбросов и использованных изделий.

Все это ставит перед человечеством объективное требование – учитывать воздействие производства на окружающую среду, не допускать превышения порогов устойчивости экологических систем, чтобы не вызвать необратимых процессов в природе, способных привести к ее деградации и гибели всего живого на Земле.

1.4.1. Классификация и краткая характеристика методов охраны окружающей среды

Методами охраны окружающей среды от загрязнения отходами производства называется комплекс технических и организационных мероприятий, которые позволяют уменьшить или полностью исключить выбросы в биосферу как материальных, так и энергетических загрязнений.

До настоящего времени универсальных методов, которые позволяют полностью решить проблему борьбы с загрязнениями, пока, к сожалению, не существует. Наиболее эффективным как правило считается сочетание нескольких методов охраны окружающей среды, которые четко подобраны применительно к тому или иному конкретному случаю.

Все методы борьбы с загрязнениями делят на две группы: *пассивные и активные*.

К *пассивным* относятся методы, применение которых не предполагает непосредственного воздействия на источник загрязнения. Данные методы носят защитный характер. Различают три подгруппы пассивных методов: рациональное размещение источников загрязнений (как материальных, так и энергетических); локализация загрязнений; очистка выбросов в биосферу.

Вопрос о *рациональном размещении источников загрязнений*, так называемой «защите расстоянием», решается на различных уровнях (общегосударственном, региональном, местном) в зависимости от их масштаба (расположение территориально-производственных комплексов на территории страны, производственных объединений и отдельных предприятий в республике, области или городе, цехов внутри предприятия, оборудования внутри цеха). При этом следует учитывать большое число факторов: уровень производственной вредности, рельеф местности, метеорологические условия, вопросы водоснабжения и канализации, населенность, планировка производственных зданий и кварталов

жилой застройки, особенности применяемой технологии производства и т.д.

Снижение уровней энергетических загрязнений достигается применением средств защиты, которые обеспечивают их частичную локализацию. Это достигается экранированием источников шума, электромагнитных полей и ионизирующих излучений, поглощением шума, демпфированием и динамическим гашением вибраций. Более эффективная локализация загрязнений достигается изоляцией и герметизацией их источников. Для герметизации используют специальные камеры, кожухи, боксы, в которые помещается технологическое оборудование, выделяющее загрязняющие окружающую среду вещества или излучения.

С помощью изоляции шумного оборудования можно значительно уменьшить уровень шума. К этой же подгруппе относится и захоронение токсичных отходов производства, не подлежащих утилизации.

Концентрированные радиоактивные отходы подвергаются захоронению в земле в специальных долговечных емкостях. Одним из лучших методов захоронения концентрированных сточных вод является закачивание их в глубокие горизонты земной коры, для чего целесообразно использовать отработанные скважины и заброшенные шахты. Затраты на подобное захоронение жидких отходов во много раз ниже расходов на их очистку, но подземное захоронение промышленных стоков возможно лишь в определенных гидрогеологических условиях, определяемых строением пласта-коллектора, его поглощающей способностью и изолированностью от других водоносных горизонтов.

Очистка выбросов в воздушный бассейн и сбросов в водоемы заключается в освобождении выбросов и сбросов от содержащихся в них загрязняющих веществ с целью снижения их концентрации до уровня, при котором биосфере не будет наноситься ущерб. Выделенные в процессе очистки загрязняющие вещества обезвреживаются химическим или термическим способом или подвергаются захоронению. Важным показателем работы очистного оборудования является степень очистки (%) газа или жидкости:

$$\eta = 100(c_1 - c_2) / c_1,$$

где c_1 и c_2 – концентрация загрязняющего вещества до и после очистки.

В зависимости от количества отходов, их физико-химических свойств и требуемой степени очистки применяются различные методы очистки: механические, химические, биохимические, физико-химические, физические и термические.

Механические методы используют для очистки выбросов в атмосферу и сточных вод с помощью специальных сооружений и устройств гравитационного, центробежного и инерционного типов (осадительных камер, ловушек, отстойников, циклонов), а также контактных фильтров. Эти методы применяют главным образом для предварительной очистки от грубодисперсных примесей (исключение составляют контактные фильтры, применяемые как для грубой, так и для тонкой очистки).

При *химических методах* очистки к отходам добавляются различные реагенты, вступающие во взаимодействие с теми или иными примесями. В результате химических реакций образуются новые соединения, уже не оказывающие токсичного действия на окружающую среду. Реагентная обработка отходов вызывает в них также структурные изменения (коагуляция), интенсифицирующие процесс очистки.

Биохимические методы применяют для очистки сточных вод, содержащих незначительные количества органических и минеральных веществ (менее 1 г/л). Они заключаются в разрушении органических продуктов в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Биохимические методы часто применяются для доочистки промышленных сточных вод после обработки их другими способами.

Физико-химические методы очистки включают флотационные, экстракционные, электрохимические, сорбционные методы. Первые три используются для очистки только сточных вод.

Процесс очистки *флотацией* заключается в действии молекулярных сил, способствующих слипанию мелких частиц взвесей и эмульсий (например, нефтепродуктов) с пузырьками диспергированного в сточной воде воздуха и всплыванию образующейся системы на поверхность.

Жидкостная экстракция – один из наиболее распространенных методов извлечения из сточных вод примесей, представляющих техническую ценность при относительно высоком их содержании. Процесс экстракции является, как правило, многоступенчатым, т.е. складывается из ряда последовательно проводимых процессов смешения сточных вод с растворителем (экстрагентом) и последующего разделения образующихся практически несмешивающихся жидких фаз.

В основе *электрохимических методов* очистки лежит использование электрического тока для осуществления процессов окисления и восстановления веществ.

Особое значение имеют *сорбционные методы*, позволяющие возвращать в производство содержащиеся в отходах ценные компоненты. Существуют три разновидности этого способа очистки: абсорбционный, адсорбционный и ионообменный методы.

Абсорбционный метод основан на диффузионном и химическом поглощении жидкими реагентами (абсорбентами) токсичных газов и паров из их смесей с воздухом и применяется для очистки выбросов в атмосферу, осуществляемой в специальных аппаратах (скрубберах и др.). Надлежащим подбором абсорбента можно обеспечить очистку выброса от той или иной вредной газообразной примеси или улавливание ценного компонента. Абсорбция используется для поглощения содержащихся в выбросе водяных паров концентрированной серной кислотой, аммиака и хлористого водорода водой и т. п.

Адсорбционный метод применяется для очистки как выбросов в атмосферу, так и сточных вод. Он основан на поглощении газов и паров из воздуха или растворенных веществ из сточных вод поверхностью твердых тел (адсорбентов), обладающих высокой пористостью и большой удельной поверхностью. В качестве адсорбентов применяются главным образом различные типы активированного угля. Адсорбцию применяют при незначительном содержании поглощаемых паров и газообразных компонентов.

Адсорбционная очистка сточных вод может быть *регенеративной*, т. е. с извлечением вещества из адсорбента и его утилизацией, и *деструктивной*, при которой извлеченные из стоков загрязнения уничтожаются как не представляющие технической ценности.

В последнее время в практике очистки сточных вод от загрязнений все более широкое распространение получает *ионообменный метод*. Он основан на использовании ионитов – твердых природных или искусственных материалов, практически не растворимых в воде и органических растворителях и способных к ионному обмену, т.е. извлечению из растворов различных положительно или отрицательно заряженных ионов. Важной особенностью данного метода является возможность многократного использования ионитов с утилизацией содержащихся в стоках ценных веществ.

Сущность *физических методов* очистки заключается в воздействии на очищаемый газ или жидкость излучениями (ультразвуком, бактерицидными ультрафиолетовыми лучами) и полями (электрическим или магнитным). Так, ультразвуковое облучение очищаемого газа позволяет интенсифицировать процесс очистки за счет укрупнения взвешенных в нем частиц (акустическая коагуляция). Электрическое поле высокого напряжения используется в электрофильтрах тонкой очистки воздуха для ионизации его молекул, передающих заряд на взвешенные твердые или жидкие частицы, оседающие затем на электроды электрофильтра. Применение магнитных или электромагнитных полей позволяет сделать более эффективными процессы очистки сточных вод от ферромагнитных частиц.

К числу физических методов очистки сточных вод следует отнести также выпаривание, применяемое при малом объеме стоков и высокой концентрации загрязнений в них.

Термические методы очистки всех видов отходов (газообразных, жидких и твердых) заключаются в окислении содержащихся в них токсичных органических веществ кислородом воздуха при высокой температуре до нетоксичных соединений. Метод сжигания органических примесей используют в тех случаях, когда возвращение примесей в производство невозможно или нецелесообразно. Термическое сжигание применяется при высокой концентрации примесей и значительном содержании в газах кислорода при температуре 800...1100 °С.

В настоящее время пассивные методы являются основными средствами борьбы с загрязнением окружающей среды.

Активные методы предусматривают совершенствование существующих и разработку современных технологических процессов, оборудования и оснастки. При этом преследуется цель максимально снизить массу, объем, концентрацию материальных или уровень энергетических загрязнений. Активные методы позволяют радикально решить проблему исключения загрязнений. Вследствие этого активные методы в настоящее время широко применяются. Сложности разработки и внедрения активных методов зачастую требуют изменений существующих технологий производства.

Основные направления активных методов борьбы с загрязнениями окружающей среды перечислены ниже в порядке возрастания эффективности и одновременно сложности подлежащих решению задач: минимизация отходов производства как материальных, так и энергетиче-

ских; замена токсичных отходов нетоксичными; замена не утилизируемых отходов утилизируемыми; создание безотходной технологии.

К активным методам борьбы с загрязнением окружающей среды относятся прямые и косвенные методы. *Прямые методы* охраны биосферы заключаются в таком воздействии на источники загрязнений, которое ведет к непосредственному снижению массы, объема, концентрации вредных материальных загрязнений либо уровня энергетических загрязнений. Например, к прямым методам охраны воздушного бассейна от загрязнения продуктами сгорания топлива относятся следующие мероприятия: улучшение качества твердого и жидкого топлива; совершенствование топочных устройств, форсунок и горелок для сжигания топлива; перевод котельных на газовое топливо.

Применение *косвенных методов* не дает непосредственного снижения уровня загрязнений, но позволяет свести к минимуму загрязнение окружающей среды при проведении последующих технологических процессов или исключить их. Так, приближение формы и размеров заготовок к форме и размерам деталей машин в результате использования более прогрессивных способов литья не только позволяет существенно снизить металлоемкость изделий машиностроения, но и уменьшить загрязнение окружающей среды, неизбежное при переработке металлической стружки, образующейся при изготовлении деталей на металлорежущих станках.

Приведенные примеры иллюстрируют возможности совершенствования технологических процессов и оборудования в направлении минимизации вредных отходов производства.

В ряде случаев появляется возможность такого изменения технологии, при котором токсичные отходы полностью заменяются нетоксичными.

Еще более эффективным направлением экологизации производства является замена не утилизируемых отходов утилизируемыми. Наибольшие успехи достигнуты в области утилизации основных отходов производства твердых, в первую очередь металлических. То же можно сказать и об утилизации энергетических отходов производства. Так, несмотря на то, что использование образующегося при технологических процессах тепла в теплообменных аппаратах (регенераторах и рекуператорах) давно уже стало традиционным, возможности совершенствования производства в этом направлении далеко не исчерпаны. Например, использование тепла очищенных сточных вод в рыбоводстве.

Высшей формой активного совершенствования технологии производства является создание безотходной технологии на базе замкнутых технологических процессов, при которых отходы каждого предыдущего процесса являются сырьем для последующего. Внедрение на всех этапах производства безотходной технологии радикально разрешит проблему загрязнения окружающей среды.

Но, несмотря на то, что уже созданы и успешно осуществлены на практике отдельные замкнутые процессы, повсеместное применение безотходной технологии представляется делом более или менее отдаленного будущего. Разработка новых методов требует решения большого количества весьма сложных технологических и организационных задач, связанных не только с научно-техническими (и в первую очередь энергетическими), но и с социально-экономическими аспектами, а их внедрение – коренной реорганизации производства.

Приведенная классификация активных методов охраны окружающей среды, включающая четыре группы, является в значительной мере условной, поскольку во многих случаях тот или иной технологический процесс трудно отнести к одной определенной группе.

ТЕСТЫ

1. Биосфера – это ...

- 1) газовая оболочка , окружающая планету Земля
- 2) твёрдая оболочка Земли
- 3) водная оболочка Земли
- 4) область распространения жизни на Земле +++

2. Окружающая среда – это ...

1) комплекс природных, искусственно созданных, физических, химических, социальных факторов, формирующих условие жизнедеятельности человека +

- 2) совокупность природных и антропогенных сред
- 3) область распространения жизнедеятельности человека
- 4) совокупность живых и мертвых сред

3. Экосистема – это ...

1) взаимосвязь между человеком и окружающей средой

2) совокупность природных и антропогенных сред, с развитыми двухсторонними связями, определяющими стабильность природной среды и условия жизнедеятельности человека +

3) комплекс всех факторов, которые определяют условия жизнедеятельности человека

4) часть природной среды, которая определяет уровень вмешательства человека в изменение климата

4. Промышленная экология – это ...

1) наука, по изучению воздействия промышленных объектов на окружающую среду, по выработке методик и решений по направлениям формирования промышленных объектов +

2) наука, изучающая взаимосвязь природной среды и жизнедеятельности человека

3) наука, по изучению изменений, происходящих в окружающей среде

4) наука, изучающая организацию и функционирование надорганизменных систем различных уровней: популяций, видов, биоценозов (сообществ), экосистем, биогеоценозов и биосферы

5. Загрязнением окружающей среды называется ...

1) отсутствие взаимосвязи между окружающей средой и жизнедеятельностью человека

2) возникновение природных катаклизмов

3) изменение качества среды, способное вызвать отрицательное воздействие +

4) повышение уровня риска возникновения техногенных катастроф

6. Комплекс технических и организационных мероприятий, позволяющих уменьшить или полностью исключить выбросы в биосферу как материальных, так и энергетических загрязнений называется ...

1) защитой окружающей среды

2) методами охраны окружающей среды от загрязнения отходами производства +

3) промышленной экологией

4) экологией

7. Какие существуют методы борьбы с загрязнениями?

1) пассивные

2) активные

3) пассивные и активные +

4) нет верного ответа

8. Сколько существует видов воздействия химического производства на окружающую среду?

1) три +

- 2) два
- 3) четыре
- 4) пять

9. Любое вещество, попадающее в окружающую среду или возникающее в ней в количествах, превышающих обычное содержание, предельных естественных колебаний или среднего природного фона в конкретное время называется ...

- 1) загрязняющим +
- 2) отходом производства
- 3) готовым продуктом
- 4) сырьем

10. Воды речных, озерных и морских водоемов являются ... водами.

- 1) атмосферными
- 2) подземными
- 3) поверхностными +
- 4) все ответы верны

11. Какие воды как правило не содержат примеси органического происхождения?

- 1) подземные воды +
- 2) атмосферные
- 3) поверхностные
- 4) дождевые

12. Отходы, которые можно переработать на данном этапе развития технологии, называются

- 1) материальными
- 2) тепловыми
- 3) постоянными
- 4) технологическими остатками +

13. Применение каких методов не приводит к непосредственному снижению уровня загрязнений?

- 1) прямых
- 2) косвенных +
- 3) активных
- 4) пассивных

14. Какие методы не предполагает непосредственного воздействия на источник загрязнения?

- 1) прямые
- 2) косвенные

- 3) активные
 - 4) пассивные +
15. Какие методы имеют защитный характер?
- 1) прямые
 - 2) косвенные
 - 3) активные
 - 4) пассивные +
16. Каких **НЕ** существует методов очистки отходов?
- 1) механических
 - 2) физических
 - 3) аналитических +
 - 4) химических
17. Предварительную очистку от грубодисперсных примесей обеспечивают ... методы.
- 1) механические +
 - 2) физические
 - 3) термические
 - 4) химические
18. Какие методы предусматривают совершенствование существующих и разработку современных технологических процессов?
- 1) пассивные
 - 2) прямые
 - 3) косвенные
 - 4) активные +
19. Целью какой концепции является защита окружающей среды?
- 1) максимизации отходов
 - 2) минимизации отходов +
 - 3) минимизации производства
 - 4) максимизация производства
20. Эффективность работы очистного оборудования оценивается ...
- 1) коэффициентом очистки оборудования
 - 2) критерием очистки
 - 3) степенью очистки оборудования
 - 4) степенью очистки газа или жидкости +

2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ЕЕ ЗАЩИТЫ

2.1. Показатели качества окружающей среды

Загрязнением окружающей среды называется изменение качества среды, которое способно оказывать негативные последствия. Принято считать, что одинаковые факторы оказывают одинаковые негативные воздействия независимо от их происхождения. В связи с этим пыль, как природного происхождения (например, пыльные бури), так и пыль, выбрасываемая промышленным предприятием, считается одинаковым загрязняющим веществом. Однако пыль промышленных предприятий из-за сложного состава может быть более токсичной.

В настоящее время к загрязнениям принято относить все антропогенные факторы, оказывающие нежелательное воздействие, как на самого человека, так и на ценные для него организмы и ресурсы неживой природы.

В большинстве случаев загрязнениями являются отходы различных производств, образующиеся наряду с готовой продукцией в результате переработки разнообразных природных ресурсов – топливных, сырьевых, кислорода воздуха, воды и т.д.

Различают следующие виды загрязнений окружающей среды:

1. *Механическое*. Под ним понимают засорение среды агентами, которые оказывают только механическое воздействие, а химико-физические последствия отсутствуют (например, мусором).

2. *Химическое*. В результате изменяются химические свойства среды, которые оказывают негативное влияние на экосистемы и технологические устройства.

3. *Физическое*. Изменяются физические параметры окружающей среды: температурно-энергетические (тепловое или термальное), волновые (световое, шумовое, электромагнитное), радиационные (радиационное или радиоактивное) и т.п.

3.1. *Тепловое*. Данное загрязнение заключается в повышении температуры среды. Это происходит вследствие промышленных выбросов нагретого воздуха, отходящих газов и воды. Причиной теплового загрязнения может являться также вторичный результат изменения химического состава среды.

3.2. *Световое*. Характеризуется нарушением естественной освещенности местности из-за влияния искусственных источников света. В результате могут наблюдаться изменения в жизни растений и животных.

3.3. *Шумовое*. Заключается в увеличении уровня шума выше природного уровня. Вызывает повышение утомляемости, снижение творческой активности, а при величине, равной 90...100 дБ происходит постепенная потеря слуха.

3.4. *Электромагнитное*. Изменяются электромагнитные свойства среды вследствие действия линий электропередач, радио и телевидения и др. Результатом являются глобальные и местные географические аномалии и изменения в тонких биологических структурах.

4. *Радиационное*. В результате повышается естественный уровень содержания в окружающей среде радиоактивных веществ.

5. *Биологическое*. Характеризуется наличием в экосистемах и технологических устройствах инородных видов животных и растений.

Все указанные выше виды загрязнений связаны между собой. При этом каждый из них может генерировать возникновение других видов загрязнения. Например, в результате химического загрязнения атмосферы может наблюдаться повышение вирусной активности, что может быть причиной биологического загрязнения.

Различают верхнюю и нижнюю критические границы параметров окружающей среды. При достижении этих параметров возможно наступление необратимых изменений в биологической системе и в ее отдельных звеньях. Известно, что большинство тяжелых металлов в больших дозах являются сильно ядовитыми. В то же время в малых количествах эти вещества необходимы организму человека, так как их содержание ниже критической величины может привести к тяжелым функциональным расстройствам. В процессе жизнедеятельности человека необходимо исключить как излишнюю шумовую нагрузку, так и полное отсутствие звуков, так как обе ситуации негативно влияют на здоровье. Сказанное справедливо также и для физических, биологических, информационных и других параметров.

В соответствии с Федеральным законом от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 29.12.2015) «Об охране окружающей среды» нормированием качества окружающей среды называется деятельность, которая направлена на установление нормативов предельно допустимых воздействий на нее. Закон устанавливает нормы загрязнений окружающей среды как разновидности неблагоприятных воздействий. При этом исходят из допуще-

ния, что существуют допустимые нормы вредных воздействий на природу, которые гарантируют экологическую безопасность населения, сохранение генофонда и обеспечивают эффективное использование и воспроизводство природных ресурсов в условиях устойчивого развития хозяйственной деятельности.

Нормативами качества окружающей среды называются нормативы, установленные в соответствии с физическими, химическими, биологическими и другими показателями для оценки состояния окружающей среды и соблюдение которых обеспечивает благоприятную окружающую среду.

Оценку загрязнений окружающей среды проводят по следующим нормативам:

- нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов – нормативы, которые установлены в соответствии с показателями предельно допустимого содержания химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов в окружающей среде и несоблюдение которых может привести к загрязнению окружающей среды, деградации естественных экологических систем;

- нормативы допустимых физических воздействий – нормативы, установленные в соответствии с уровнями допустимого воздействия физических факторов на окружающую среду и при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды.

В качестве критериев качества окружающей среды используют предельно допустимые концентрации (ПДК), которые являются гигиеническими нормами.

ПДК – предельно допустимая концентрация химического вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м^3 . ПДК не должна вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, которые обнаруживают современными методами исследования, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений при ежедневной (кроме выходных дней) работе в пределах 8 часов или другой продолжительности, но не более 41 часа в неделю, в течение всего рабочего стажа.

ПДК_{сс} – предельно допустимая среднесуточная концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м^3 . ПДК_{сс} не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неопределенно долгом (годы) вдыхании. Это является основным нормативом оценки состояния атмосферного воздуха с санитарно-гигиенической точки зрения.

ПДК_{мр} – предельно допустимая максимальная разовая концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м³. ПДК_{мр} не должна вызывать рефлекторных (в том числе субсенсорных) реакций в организме человека при вдыхании в течение 30 мин. Данный показатель устанавливают для веществ, имеющих специфическое действие (например, резким запахом). Если значение ПДК_{мр} меньше, чем ПДК_{сс}, то его можно рассматривать в качестве норматива.

Фактором, который определяет качество природной среды, называется предельно-допустимый выброс в атмосферу (ПДВ) – научно-технический норматив, который устанавливается из условия, чтобы содержание загрязняющих веществ в приземном слое воздуха от источника или совокупности источников не превышало загрязнений, установленных нормативами качества воздуха для населения, а также для животного и растительного миров.

Сущность ПДВ заключается в нормировании выбросов. Это вызвано тем, что при существующих методах уменьшения отходов производства практически невозможно полностью исключить попадание в атмосферу вредных веществ. Однако можно снизить промышленные выбросы до определенного предела или уменьшить их воздействие до уровней, определяемых ПДК. Соотношения между ПДВ и ПДК устанавливают путем исследования закономерности распространения примесей от их источников до зоны воздействия, вызванной турбулентной диффузией в атмосфере. Правила установления ПДВ вредных веществ промышленными предприятиями определяются ГОСТ 17.2.3.02–78 «Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями».

2.2. Источники загрязнения атмосферы

Комфортные для жизни и деятельности человека параметры окружающей среды (и ее важнейшего компонента – атмосферного воздуха) характеризуются определенными, достаточно узкими пределами. При изменении границ этих пределов происходит качественное изменение условий жизнедеятельности человека.

Загрязнение воздушной среды происходит вследствие выделения в воздух помещений и в атмосферный воздух различных веществ промышленном производстве и другими видами хозяйственной деятельности людей. Кроме того попадание вредных веществ в воздух поме-

щений происходит также в результате жизнедеятельности людей и животных.

В атмосферный воздух поступают аэрозоли (пыль, дым, туман), газы, пары, а также микроорганизмы и радиоактивные вещества. На качество воздуха существенно влияет также наличие в воздухе носителей неприятных запахов.

К основным источникам загрязнения внешней воздушной среды относятся:

- промышленные предприятия, основные среди которых химические, нефтехимические и металлургические заводы;
- теплогенерирующие установки (тепловые электростанции, отопительные и производственные котельные);
- транспорт, в первую очередь, автомобильный.

Причины попадания в воздушную среду производственных помещений и выбросов в атмосферу паров, газов, аэрозолей и других вредных веществ объясняются несовершенством технологического и транспортного оборудования, в первую очередь, его негерметичностью, а также отсутствием или малой эффективностью пылеулавливающих и локализирующих устройств и систем.

В настоящее время из-за значительного увеличения в России автомобильного транспорта стремительно растет его доля в загрязнении атмосферного воздуха.

Выбросы легкового автомобиля по оксиду углерода CO составляют до $3 \text{ м}^3/\text{ч}$, а грузового – до $6 \text{ м}^3/\text{ч}$ ($3...6 \text{ кг}/\text{ч}$).

Атмосферный воздух, загрязняемый различными вредными веществами, вызывает неблагоприятные последствия.

Санитарно-гигиенические последствия обусловлены тем, что человек в течение всей жизни находится в воздушной среде. Эта среда значительно влияет на здоровье, самочувствие и работоспособность человека. Содержание в воздушной среде даже малых концентраций вредных веществ негативно отражается на человеке, приводит в необратимым последствиям и даже к смерти.

Экологические последствия обусловлены следующими факторами. Воздух относится к важнейшему элементу окружающей среды, он находится в постоянном контакте со всеми другими элементами живой и мертвой природы. Ухудшение качества воздуха из-за наличия в нем различных загрязнителей вызывает гибель лесов, посевов сельскохозяйственных культур, травяного покрова, животных, к загрязнению водоемов,

а также к повреждению памятников культуры, строительных конструкций, различного рода сооружений и т.д.

Загрязнение атмосферного воздуха имеет также экономические последствия в виде разного рода потерь. Вследствие запыленности и загазованности воздуха в производственных помещениях происходит снижение производительности труда, потеря рабочего времени из-за возрастания заболеваемости. Часто присутствие пыли в воздушной среде приводит к снижению качества продукции, вызывает интенсивный износ технологического оборудования. Процесс производства, добыча, транспортирование различных материалов, сырья, готовой продукции часто сопровождается пылевыведением и значительными потерями (уголь, руда, цемент и др.). Выделение пыли приводит к загрязнению окружающей среды. Значительные экономические потери являются следствием загрязнения окружающей среды. Мероприятия по снижению последствий загрязнения отличаются значительной дороговизной.

На промышленных предприятиях возможны как организованные (через трубы, вентиляционные шахты и т.п.), так и неорганизованные выбросы (через фанари и проемы в цехах, от мест погрузки и разгрузки транспорта, из-за утечек в коммуникациях и др.). Неорганизованные выбросы как правило равны 10...6% от общего количества выбросов в атмосферу.

К основным причинам больших выбросов в атмосферу относятся: отсутствие или неэффективная локализация источников выделения газов и пыли; плохая герметичность, конструктивные недостатки технологического оборудования, его поломки; нерациональная организация технологических процессов и др.

2.3. Рассеивание выбросов в атмосфере

В настоящее время основным путем решения задачи рационального использования природных ресурсов и снижения негативного воздействия на окружающую среду является создание и внедрение безотходных производств с использованием всех компонентов сырья, воздуха и воды в замкнутом цикле. Однако с учетом сложности и длительности создания таких технологических процессов в настоящее время наиболее эффективным путем уменьшения загрязнения окружающей среды остается установление норм количества выбрасываемых веществ и контроль за этими выбросами.

Частое использование норм предельно допустимых выбросов (ПДВ) в атмосферу с учетом экологических ситуаций, технологического уровня производств и других факторов является существенным методом регулирования качества окружающей среды в Российской Федерации с точки зрения гигиены и экологии.

Промышленные источники выбросов делят на организованные и неорганизованные. Организованными промышленными источниками являются трубы, шахты, аэрационные фонари, фрамуги и т.п. Неорганизованными промышленными выбросами являются открытые склады минерального сырья, карьеры, хранилища твёрдых и жидких отходов, места загрузки и выгрузки железнодорожных вагонов, автомашин, негерметичное оборудование, транспортные эстакады и т.п. Нередко неорганизованные источники являются наземными.

Среди организованных промышленных источников выбросов выделяют высокие, низкие и промежуточные.

Высокие источники служат для сброса в атмосферу технологических газов и загрязненного вентиляционного воздуха. Высокими источниками являются трубы, выбросы из которых осуществляются в верхние слои атмосферы. Вследствие этого обеспечивается эффективное рассеивание выбросов.

Через низкие источники осуществляется как правило сброс вентиляционного воздуха. Выбросы из низких источников приводят к загрязнению в основном территории в непосредственной близости от зданий и сооружений.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) в соответствии с требованиями ГОСТ 17.2.1.0477 считается техническим нормативом, который устанавливается из условия, чтобы содержание загрязняющих веществ в приземном слое воздуха от источника или их совокупности не превышало нормативов качества воздуха для населения, животного и растительного мира. Расчетные значения ПДВ следует считать верхним пределом.

В качестве основного критерия качества атмосферного воздуха принимают предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест.

Расчетная величина наибольшей концентрации каждой примеси ($\text{мг}/\text{м}^3$) в приземном слое атмосферы от всей совокупности источников не должна превышать величины ее ПДК в атмосферном воздухе.

Фоновую концентрацию рассматривают в качестве характеристики существующего загрязнения атмосферного воздуха на промышленных

площадках и в населенных пунктах. Она равна суммарному загрязнению атмосферы, вызванное всеми источниками, в том числе и неорганизованными.

При проектировании новых предприятий в районах, в которых имеет место загрязнение атмосферного воздуха и местности вредными химическими веществами, выбрасываемыми другими предприятиями, следует стремиться к тому, чтобы сумма расчетной и фоновой концентраций для каждого вредного химического вещества в атмосфере не превышала установленных для него или рассчитанных значений ПДК.

Для исключения и максимального снижения организованных и неорганизованных выбросов вредных веществ необходимо использовать наиболее современные технологии, методы очистки и другие технические средства в соответствии с требованиями санитарных норм проектирования промышленных предприятий. Возможность рассеивания вредных веществ в атмосфере путем увеличения высоты выброса целесообразно использовать только после применения всех имеющихся современных технических средств по уменьшению выбросов вредных веществ.

Устанавливать ПДВ необходимо с учетом физико-географических и климатических условий местности, расположения промышленных предприятий и участков жилой застройки, санаториев, зон отдыха городов и т.п.

ТЕСТЫ

1. **Дополните выражение.** Считается, что одинаковые компоненты оказывают ...

1) различное отрицательное воздействие, независимо от их происхождения

2) одинаковое положительное воздействие, независимо от их происхождения

3) различное положительное воздействие, в зависимости от их происхождения

4) одинаковое отрицательное воздействие, независимо от их происхождения +

2. Различают следующие виды загрязнений окружающей среды ...

1) механическое, химическое, физическое, радиационное и биологическое +

- 2) антропогенное, техногенное и производственное
- 3) промышленное и бытовое
- 4) слабое, среднее, сильное, критическое
3. **Дополните выражение.** Все виды загрязнений ...
 - 1) не взаимосвязаны
 - 2) взаимосвязаны +
 - 3) схожи по характеру воздействия
 - 4) имеют одинаковую предельно допустимую концентрацию
4. Механическим загрязнением называется
 - 1) загрязнение среды, оказывающее физико-химическое воздействие
 - 2) загрязнение среды, оказывающее проникающее воздействие
 - 3) загрязнение среды веществами, оказывающими лишь механическое воздействие +
 - 4) изменение химического состояния среды
5. Химическим загрязнением среды называется ...
 - 1) изменение химических свойств среды, оказывающих отрицательное воздействие на экосистемы и технологические устройства +
 - 2) загрязнение среды мусором, влияющее на биосферу Земли
 - 3) физико-химическое воздействие на среду, происходящее вследствие механического загрязнения
 - 4) проникание химических веществ в экосистемы, но не повлекшее за собой вредного воздействия
6. Физическое загрязнение – это ...
 - 1) загрязнение окружающей среды мусором
 - 2) изменение физических параметров окружающей среды +
 - 3) проникание физических веществ в экосистемы
 - 4) превышение ПДК содержащихся химических веществ
7. Под радиационным загрязнением понимают ...
 - 1) загрязнение среды веществами с физико-химическим воздействием
 - 2) загрязнение почвы химическими веществами
 - 3) превышение естественного уровня содержания в среде радиоактивных веществ +
 - 4) присутствие в среде β -излучений и γ -излучений
8. Биологическое загрязнение – это ...
 - 1) проникание в экосистемы и технологические устройства видов животных и растений, чуждых данным сообществам и устройствам +

2) превышение установленного уровня содержания организмов в данной экосистеме

3) проникание физико-химических веществ в экосистемы

4) загрязнение окружающей среды мусором

9. Под нормированием качества окружающей среды подразумевается ...

1) выявление изменений качества среды

2) установление нормативов по воздействию на окружающую среду

+

3) установление пределов загрязнения окружающей среды

4) повышение количества выделяемых материальных затрат на содержание очистных сооружений

10. Нормативы в области охраны окружающей среды – это ...

1) нормативы, которые допускают вредное воздействие на окружающую среду

2) установленные нормативы, которые оценивают риск вредного воздействия на окружающую среду

3) принятые нормативы, обеспечивающие безопасность и своевременную ликвидацию вредного воздействия на окружающую среду

4) нормативы, которые установлены в соответствии с физическими, биологическими, химическими и иными показателями для оценки состояния окружающей среды +

11. Что используют в качестве критериев качества окружающей среды?

1) предельно допустимые концентрации (ПДК) +

2) предельно-допустимые выбросы

3) нормативы в области охраны окружающей среды

4) все ответы верны

12. Критериями качества окружающей среды служат...

1) Предельно допустимый выброс (ПДВ)

+2) Предельно допустимые концентрации (ПДК)

3) Предельно допустимое загрязнение (ПДЗ)

4) Предельно вынужденное загрязнение (ПВЗ)

13. Предельно допустимые концентрации – это ...

1) ПДК химического вещества в воздухе рабочей зоны+

2) ПДК веществ в жилой зоне

3) ПДК радиоактивных веществ в воздухе рабочей зоны

4) ПДК радиоактивных веществ в жилой зоне

14. $PДК_{cc}$ – это ...

1) предельно допустимая средне годовая концентрация химического вещества в воздухе населенных мест

2) предельно допустимая средне месячная концентрация радиоактивного вещества в воздухе населенных мест

3) предельно допустимая средне суточная концентрация химического вещества в воздухе населенных мест+

4) предельно допустимая средне суточная концентрация радиоактивного вещества в воздухе рабочей зоны

15. $PДК_{mr}$ это ...

1) предельно допустимая максимальная разовая концентрация химического вещества в воздухе населенных мест+

2) предельно допустимая максимальная суточная концентрация химического вещества в воздухе населенных мест

3) предельно допустимая минимальная разовая концентрация химического вещества в воздухе населенных мест

4) предельно допустимая максимальная разовая концентрация радиоактивного вещества в воздухе рабочей зоны

16. Предельно допустимый выброс – это ...

1) норматив, установленный, для того чтобы контролировать количество и качество радиоактивных выбросов в населенном пункте

2) научно-технический норматив, устанавливаемый из условия, чтобы содержание загрязняющих веществ в приземном слое воздуха от источника или их совокупность не превышало загрязнения определенных нормативами качества воздуха+

3) технический норматив, созданный для нормирования предельно допустимых концентраций

4) документ, обязательный для подачи в вышестоящие органы и дальнейшего обоснования, созданный для выдачи подтверждения о безопасности выбросов

17. К организованным источникам выбросов относят:

1) трубы и шахты+

2) склады минерального сырья

3) карьеры

4) негерметичное оборудование

18. К неорганизованным источникам выбросов относят...

1) аэрационные фонари

- 2) фрамуги
- 3) хранилища твердых и жидких отходов+
- 4) трубы

19. В зависимости от расположения и организации выбросов источники загрязнения **НЕ** делятся на ...

- 1) точечные
- 2) линейные
- 3) площадные
- 4) общие+

20. Распространение выбросов в атмосфере подчиняется...

- 1) ламинарной диффузии-
- 2) турбулентной диффузии+
- 3) обычной диффузии
- 4) нет верного ответа

3. ОЧИСТКА ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ

3.1. Характеристики пылегазовых загрязнителей воздуха

Качество воздуха, его воздействие на организм, а также оборудование и технологические процессы существенно зависят от содержания в нем частиц пыли.

Для пыли производственного происхождения характерно большое разнообразие по химическому составу, размеру частиц, их форме, плотности и т.д. Это обуславливает разнообразное влияние пыли на организм человека и природную среду.

Вредное влияние пыли на организм проявляется в результате механического воздействия (повреждение органов дыхания острыми кромками пыли), химического (отравление ядовитой пылью), бактериологического (вместе с пылью в организм проникают болезнетворные микроорганизмы).

Частицы пыли размером 5 мкм и меньше могут глубоко проникать в легкие. Частицы пыли размером 5...10 мкм в основном задерживаются в верхних дыхательных путях, практически не проникая в легкие. Пыль оказывает вредное действие на органы дыхания, зрение, кожу.

К наиболее тяжелым последствиям приводит систематическое вдыхание пыли, содержащей свободный диоксид кремния SiO_2 . Результатом этого является возникновение силикоза. В результате действия пыли на органы зрения возникает конъюнктивит, а на кожу – дерматит.

Пыль в производственных помещениях вызывает интенсивный износ оборудования. Осаждение пыли на поверхностях нагрева и охлаждения технологического оборудования существенно ухудшает условия теплообмена и т.д.

Органические пыли, например мучная, могут являться питательной средой для развития микроорганизмов. Вместе с пылью в помещение могут поступать вещества, которые вызывают коррозию металлов и т. д. Возможно также образование взрывоопасных пылевоздушных смесей.

3.2. Методы очистки и обезвреживания отходящих газов

К основным источникам загрязнения атмосферного воздуха относятся промышленные предприятия, транспорт, тепловые электростанции, животноводческие комплексы.

Загрязнения атмосферного воздуха могут быть непрерывными или периодическими, залповыми или мгновенными. При залповых выбросах в течение короткого промежутка времени в воздух выделяется большое количество вредных веществ. Залповые выбросы могут иметь место при авариях, при сжигании быстрогорящих отходов производства на специальных площадках. Мгновенные выбросы выбрасыванием загрязнений в доли секунды иногда на большую высоту. Они наблюдаются при взрывных работах и авариях.

По агрегатному состоянию загрязнения делят на твердые, жидкие, газообразные и смешанные.

Отходящие газы промышленности представляют собой двухфазные системы, так как содержат взвешенные твердые или жидкие частицы. Сплошной фазой является газ, а дисперсной – твердые частицы или капельки жидкости. Такие аэродисперсные системы называются аэрозолями, которые делят на пыли, дымы и туманы. Пыли характеризуются содержанием твердых частиц размером 5...50 мкм, а дымы – 0,1...5 мкм. Туманы содержат капельки жидкости размером 0,3...5 мкм. Они возникают при конденсации паров или при распылении жидкости в газе.

По организации отвода и контроля различают организованные и неорганизованные газовые выбросы. В зависимости от температуры они могут быть нагретыми и холодными. Различают также газовые выбросы выбрасываемые без очистки (организованные и неорганизованные) и после очистки (организованные).

Организованный промышленный выброс – это выброс, который поступает в атмосферу через специальные газоходы, воздухопроводы, трубы, а неорганизованными выбросами называют газовый выброс, поступающий в атмосферу в виде ненаправленных потоков газа. Последние возникают вследствие нарушения герметичности оборудования, отсутствия или плохой работы оборудования по улавливанию газа в местах загрузки, выгрузки и хранения продукта.

Для снижения загрязнения атмосферы от промышленных выбросов необходимо совершенствовать технологические процессы, герметизировать технологическое оборудование, применять пневмотранспорт, создавать различные очистные сооружения.

Очистка газообразных отходов делится на: 1) очистку от пылей, 2) очистку от туманов и брызг, 3) очистку от газообразных примесей, 4) очистку от парообразных примесей.

3.3. Очистка отходящих газов от пылей

Эффективность очистки (КПД) выражается количеством уловленного материала к количеству материала поступившего в газоочистной аппарат с газовым потоком за определенный период времени.

$$\eta = \frac{G_{\text{ВХ}} - G_{\text{ВЫХ}}}{G_{\text{ВХ}}} = \frac{V_{\text{ВХ}} c_{\text{ВХ}} - M_{\text{ВЫХ}} c_{\text{ВЫХ}}}{V_{\text{ВХ}} c_{\text{ВХ}}} = 1 - \frac{c_{\text{ВХ}} - c_{\text{ВЫХ}}}{M_{\text{ВХ}} c_{\text{ВХ}}},$$

где $G_{\text{ВХ}}$, $G_{\text{ВЫХ}}$ – массовый расход частиц пыли (капель, тумана) в газах, соответственно поступающих и выходящих из газоочистного аппарата, кг/с; $V_{\text{ВХ}}$, $V_{\text{ВЫХ}}$ – объемный расход газов, соответственно поступающих и выходящих из газоочистного аппарата, м³/с; $c_{\text{ВХ}}$, $c_{\text{ВЫХ}}$ – концентрация частиц в газах, соответственно поступающих и выходящих из газоочистного аппарата, кг/м³.

Известно, что эффективность очистки для частиц пыли различных размеров неодинакова, так как лучше улавливается крупная пыль, то коэффициент очистки газов часто определяют по фракционной эффективности – степени очистки газов от частиц определенного размера.

3.3.1. Очистка газов в сухих механических пылеулавливателях

Для сухой механической очистки газов применяют аппараты, в которых используют следующие механизмы осаждения: гравитационный (пылеосадительные камеры), инерционный (аппараты, осаждение пыли в которых происходит вследствие изменения направления движения газового потока или установки на его пути препятствия) и центробежный (циклоны, вихревые и динамические пылеуловители).

Механические пылеуловители характеризуются простотой изготовления и эксплуатации, их достаточно широко используют в промышленности. Однако из-за низкой эффективности улавливания в них пыли не эти аппараты часто применяют для предварительной очистки газов.

К *гравитационным пылеуловителям* относятся пылеосадительные камеры, схемы которых представлены на рис. 1 и 2.

Для достижения удовлетворительной эффективности очистки газов необходимо обеспечивать длительное время пребывания частиц пыли в камере.

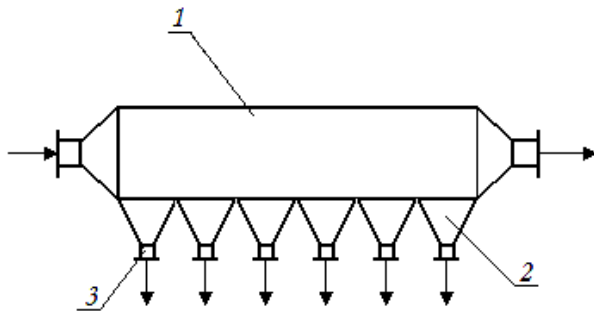


Рис. 1. Пылеосадительная камера:
 1 – корпус; 2 – бункер; 3 – штуцер

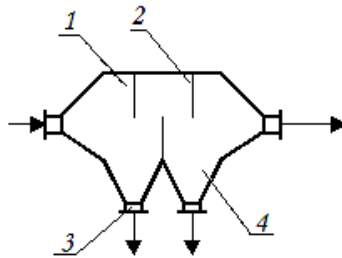


Рис. 2. Пылеосадительная камера с перегородками:
 1 – корпус; 2 – перегородки; 3 –штуцер для выгрузки; 4 – бункер

Принцип действия инерционных пылеуловителей основан на том, что осаждение частиц пыли происходит вследствие изменения направления движения газового потока или установки на его пути препятствия. При резком изменении направления движения газового потока частицы пыли под воздействием инерционной силы будут стремиться двигаться в прежнем направлении и после поворота газового потока выпадают в бункер. Эффективность этих аппаратов небольшая.

К этим аппаратам относятся пылеуловитель с перегородкой и пылеуловитель с плавным поворотом газового потока (рис. 3 и 4).

Пылеуловитель с плавным поворотом газового потока (рис. 4) характеризуется небольшим гидравлическим сопротивлением. Скорость газа в сечении камеры ≈ 1 м/с.

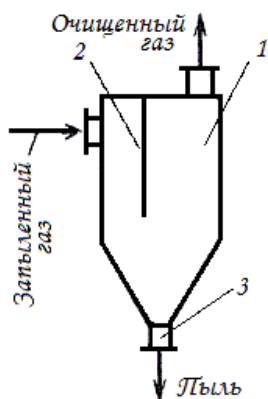


Рис. 3 Инерционный пылеуловитель с перегородкой:
 1 – корпус, 2 – перегородка,
 3 – штуцер для выгрузки

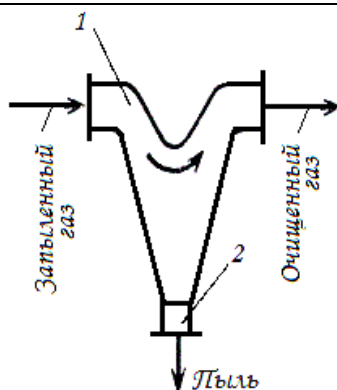


Рис. 4. Инерционный пылеуловитель с плавным поворотом газового потока:
 1 – корпус, 2 – штуцер для выгрузки

Для частиц пыли размеров 25...30 мкм достигается степень улавливания 65...80%. Пылеуловители с плавным поворотом газового потока целесообразно устанавливать в газоходах.

В различных отраслях промышленности широко применяют *циклонные аппараты*.

В циклонах запыленный поток приобретает закрученное или вращательное движение в цилиндрическом корпусе. Под действием возникающей при этом центробежной силы частицы направляются к стенкам корпуса. Под действием силы тяжести частицы выводятся из зоны разделения.

Циклоны характеризуются простотой изготовления, надежностью в эксплуатации при высоких давлениях и температурах. В циклонах достигается фракционная эффективность очистки в пределах 80...95% от частиц пыли размером более 10 мкм. Циклоны целесообразно устанавливать перед высокоэффективными аппаратами пылеочистки (тканевыми и электрофильтрами). Иногда в циклонах достигается эффективность очистки, при которой можно выбрасывать очищенный газ или воздух в атмосферу.

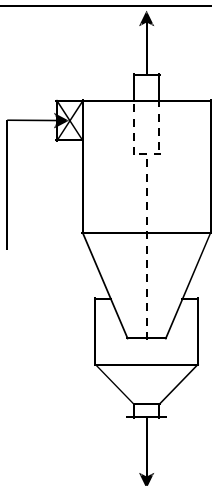


Рис. 5. Циклон со спиральным подводом газа

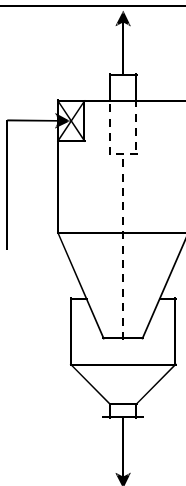


Рис. 6. Циклон с тангенциальным подводом газа

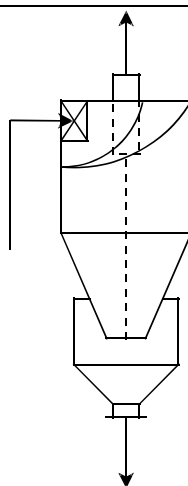


Рис. 7. Циклон с винтообразным подводом газа

По способу подвода газов в аппарат различают циклоны со спиральным, тангенциальным и винтообразным, а также осевым (розеточным) подводом (рис. 5 – 7).

Процесс очистки следует проводить при высоких скоростях и небольших диаметрах циклонов. Целесообразно повышать эффективность циклона за счет уменьшения диаметра аппарата, а не за счет увеличения скорости газов, так как это может привести к уносу пыли и резкому увеличению гидравлического сопротивления.

Путем объединения большого числа малых циклонов в группу получают батарейные циклоны (рис. 8). За счет снижения диаметра циклонного элемента увеличивается эффективность очистки.

Элементы батарейных циклонов имеют диаметр 100, 150 и 250 мм. Оптимальная скорость газов в элементе составляет 3,5...4,75 м/с, а для прямоточных циклонных элементов – 11...13 м/с.

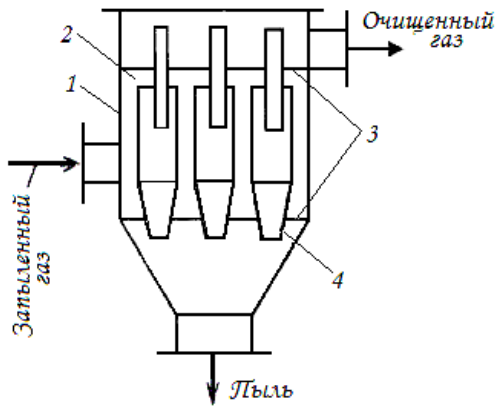


Рис. 8. Схема батарейного циклона:

1 – корпус; 2 – распределительная камера; 3 – решетки;
4 – циклонный элемент

Вихревые пылеуловители. В отличие от циклонов в вихревых пылеуловителях создается вспомогательный закручивающий газовый поток. В аппарате соплового типа (рис. 9) запыленный газовый поток закручивается лопаточным завихрителем и движется вверх.

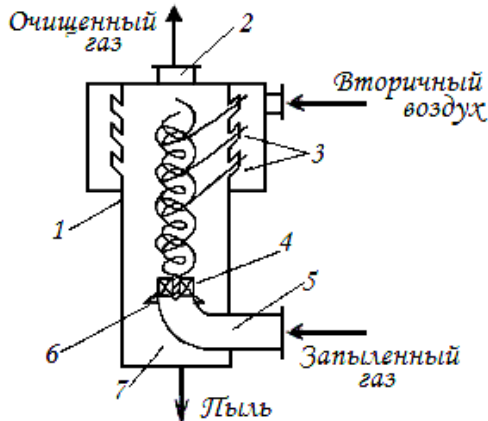


Рис. 9. Вихревой пылеуловитель соплового типа:

1 – корпус; 2 – выходной патрубок; 3 – сопла; 4 – лопаточный завихритель;
5 – входной патрубок; 6 – подпорная шайба; 7 – бункер для пыли

При этом газовый поток подвергается воздействию трех струй вторичного воздуха, которые создаются тангенциально расположенными соплами. Под действием центробежных сил частицы отбрасываются к периферии, а оттуда в спиральный поток вторичного газа, который направляет их в низ, в кольцевое межтрубное пространство. Вторичный газ постепенно полностью проникает в поток очищаемого газа. В кольцевом пространстве вокруг входного патрубка установлена подпорная шайба *б*, которая обеспечивает отвод пыли в бункер.

Как и у циклонов, эффективность вихревых аппаратов с увеличением диаметра уменьшается. Оптимальный расход вторичного газа составляет 30...35% от первичного.

Достоинствами вихревых пылеуловителей являются: 1) высокая эффективность улавливания высокодисперсной пыли; 2) отсутствие абразивного износа стенок корпуса и др.

Их недостатками являются: 1) необходимость в дополнительном дутьевом устройстве; 2) сложность эксплуатации.

3.3.2. Очистка газов в фильтрах

Работа пористых фильтров основана на процессе фильтрации газа через пористую перегородку. При этом твердые частицы задерживаются, а газ полностью проходит сквозь перегородку.

Фильтрующие перегородки, как правило, состоят из волокнистых или зернистых элементов.

В зависимости от назначения и величины начальной и конечной концентрации загрязнений фильтры условно разделяются на три класса:

1. Фильтры тонкой очистки (высокоэффективные или абсолютные фильтры) предназначены для очистки с очень высокой эффективностью (> 99%). Их применяют для улавливания особо токсичных частиц, а также для ультратонкой очистки воздуха при проведении некоторых технологических процессов. Данные фильтры не подлежат регенерации.

2. Воздушные фильтры используют в системах приточной вентиляции и кондиционирования воздуха. Работают при концентрации пыли менее 50 мг/м³, при высокой скорости фильтрации до 2,5...3 м/с. Фильтры могут быть нерегенерируемыми и регенерируемыми.

3. Промышленные фильтры (тканевые, зернистые грубоволокнистые) применяются для очистки промышленных газов концентрацией до 60 г/м³. Данные фильтры подвергаются регенерации.

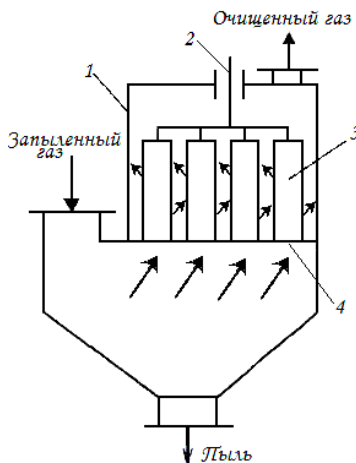


Рис. 10. Рукавный фильтр:

1 – корпус; 2 – встряхивающее устройство; 3 – рукава;
4 – распределительная решетка

В различных отраслях промышленности наиболее широко применяют тканевые фильтры. Среди них наиболее распространены рукавные фильтры (рис. 10).

Верхние концы рукавов 3 заглушены и подвешены к раме, соединенной с встряхивающими механизмом 2. Внизу имеется бункер для пыли со шнеком для ее выгрузки.

В тканевых фильтрах применяют фильтрующие материалы двух типов: обычные ткани, изготавливаемые на ткацких станках, и войлоки, получаемые путем свалакивания или механического перепутывания волокон иглопробивным методом.

По мере запыления сопротивление ткани увеличивается, а расход газа через фильтр уменьшается. Ткань можно регенерировать продувкой в обратном направлении, механическим встряхиванием или другими методами.

3.3.3. Очистка газа в мокрых пылеуловителях

По сравнению с сухими пылеуловителями мокрые пылеуловители имеют как преимущества, так и недостатки.

Преимуществами мокрых пылеуловителей являются: невысокая стоимость и более высокая эффективность очистки; возможность использования для очистки газов от частиц размером до 0.1 мкм; возможность наряду с пылью одновременно улавливать парообразные и газообразные компоненты.

К недостаткам мокрых пылеуловителей относятся: выделение уловленной пыли в виде шлама, что вызывает необходимость обработки сточных вод; возможность уноса капель жидкости и осаждение их с пылью в газоходах; в случае очистки агрессивных газов требуется защита аппаратуры и трубопроводов антикоррозионными материалами.

В мокрых пылеуловителях в качестве орошающей жидкости чаще всего используется вода.

Полые газопромыватели. Наиболее распространенные полые форсуночные скрубберы (рис. 11). Они представляют собой корпус круглого или прямоугольного сечения, в котором происходит контакт между газом и каплями жидкости. По направлению движения газа и жидкости полые скрубберы делят на противоточные и с поперечным подводом жидкости. Форсунки устанавливают в колонне в одном или нескольких сечениях; иногда рядами до 14...16 в каждом сечении, иногда только по оси аппарата.

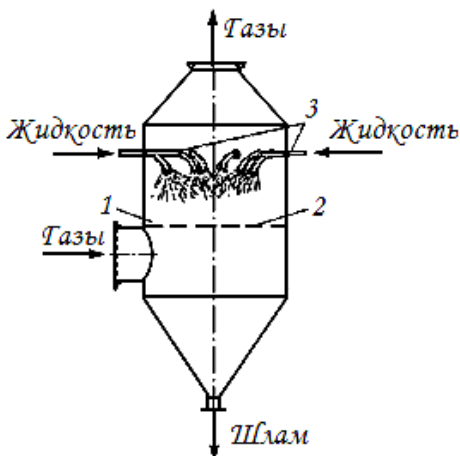


Рис. 11. Полый форсуночный скруббер:

1 – корпус; 2 – газораспределительная решетка; 3 – форсунки

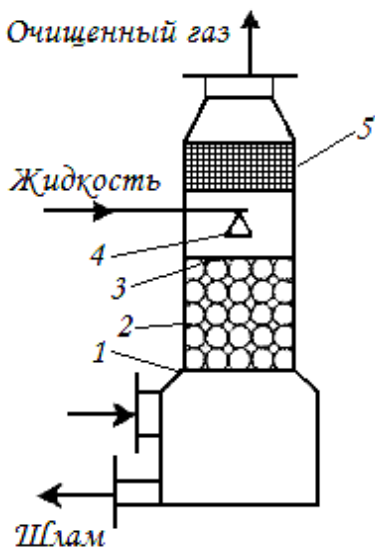


Рис. 12. Газопромыватель с подвижной насадкой:

1 – опорная решетка; 2 – шаровая насадка; 3 – ограничительная решетка;
4 – оросительное устройство; 5 – брызгоуловитель

Скрубберы характеризуются высокой степенью очистки частиц пыли $d_p = 10$ мкм и малоэффективны при диаметре частиц меньше 5 мкм.

Отношение высоты скруббера к диаметру примерно равно 2,5. Диаметр скруббера рассчитывают по уравнению расхода. При этом удельный расход жидкости выбирают в пределах $0,5 \dots 8 \text{ м}^3/\text{м}^3$ газа.

Насадочные газопромыватели представляют собой колонны, в которые загружена насадка навалом или правильно уложена. Их целесообразно использовать для улавливания хорошо смачиваемой пыли при невысокой ее концентрации. Для них характерна частая забивка насадки, поэтому применяют их редко.

Наиболее распространены газопромыватели с подвижной насадкой (рис. 12). В качестве насадки применяют шары из полимерных материалов, стекла или пористой резины. При этом плотность шаров насадки не должна быть больше плотности жидкости.

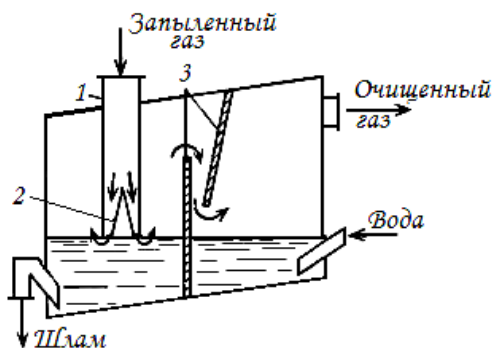


Рис. 13. Скруббер Дойля:

1 – труба; 2 – конус; 3 – перегородки

Газопромыватели ударно-инерционного действия. В этих аппаратах контакт газов с жидкостью происходит вследствие удара газового потока о поверхность жидкости. После этого образовавшаяся газожидкостная взвесь пропускается через отверстия различной формы или непосредственно отводится в сепаратор жидкой фазы. В результате такого взаимодействия образуются капли диаметром 300...400 мкм.

Газ с большой скоростью направляется в корпус газопромывателя. В результате удара о слой жидкости при повороте на 180 градусов происходит инерционное осаждение частиц пыли на каплях жидкости.

Высокой эффективностью улавливания характеризуется скруббер Дойля (рис. 13).

В нижней части входной трубы закреплен конус для увеличения скорости выходящего газа. В кольцевой щели скорость газа равна 35...55 м/с. При ударе газа о поверхность жидкости создается газожидкостная взвесь. В сепарационной зоне корпуса капли жидкости отделяются от газа и направляются в слой жидкости. Шлам отводится из нижней части корпуса.

3.3.4. Улавливание туманов

Туманы образуются вследствие термической конденсации паров или в результате химического взаимодействия веществ, находящихся в аэродисперсной системе. Образование туманов характерно для производства серной кислоты, термической фосфорной кислоты, конденсирования различных кислот и солей, испарения масел и др.

Туманы улавливают с помощью волокнистых и сеточных фильтров, так называемых, туманоуловителей и мокрых электрофильтров. Эти аппараты аналогичны типовым конструкциям соответствующих фильтров.

Абсорбционные методы очистки отходящих газов применяют для очистки газов от диоксида серы, сероводорода, сероуглерода, и меркаптанов, оксидов азота, окиси углерода и т.д.

При абсорбции происходит взаимодействие между газом и раствором, в котором содержится вещество, реагирующее с этим газом. Иногда растворяющийся газ реагирует непосредственно с самим растворителем.

ТЕСТЫ

1. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются...

1) промышленные предприятия, транспорт, ТЭЦ, животноводческие комплексы +

2) железнодорожный транспорт, электросети и коммунальные трубопроводы

3) жизнедеятельность человека и вулканические выбросы

4) все ответы верны

2. Отходящие газы промышленных предприятий представляют собой ...

1) многофазные системы

2) однофазные системы

3) двухфазные системы+

4) трехфазные системы

3. Какие размеры имеют частицы пыли?

1) менее 5 мкм

2) 5...50 мкм+

3) 50 ...100 мкм

4) более 100 мкм

4. Какие размеры имеют частицы дыма?

1) 0,1... 5 мкм+

2) 5... 10 мкм

3) 3...4 мкм

4) более 50 мкм

5. Какие размеры капельки жидкости тумана?
- 1) 50...60 мкм
 - 2) 0,1...0,3 мкм
 - 3) 4...8 мкм
 - +4) 0,3...5 мкм
6. Очистка газообразных отходов **НЕ** делится на ...
- 1) очистку от пыли
 - 2) очистку от туманов и брызг
 - 3) очистку от газообразных примесей
 - 4) очистку от дыма+
 - 5) очистку от парообразных примесей
7. Эффективность очистки газообразных отходов оценивается ...
- 1) количеством уловленного материала к количеству материала, поступившего в газоочистной аппарат с газовым потоком в определенный период времени+
 - 2) количеством уловленного материала
 - 3) коэффициентом качества
 - 4) количеством пойманного материала к количеству материала, поступившего в аппарат с загрязненным потоком
8. К сухим механическим пылеулавливателям относятся ...
- 1) аппараты, в которых в качестве орошающих жидкостей используют воду
 - 2) аппараты, в которых используют различные механизмы осаждения частиц+
 - 3) аппараты с фильтрами
 - 4) аппараты с системой вентиляции
9. Осаждение пыли в инерционном пылеулавливателе происходит за счет ...
- 1) плавного движения очищаемого газа
 - 2) изменения направления движения потока или установки на его пути препятствий+
 - 3) резкого перепада давления
 - 4) низкого гидравлического сопротивления
10. В инерционном пылеулавливателе для частиц пыли 25...30 мкм достигается степень улавливания ...
- 1) 10...15 %
 - 2) 90...100%
 - 3) 45...50%

- 4) 65...80%+
11. По способу подводу газов в аппарат различают циклоны ...
- 1) со спиральным подводом
 - 2) с тангенциальным подводом
 - 3) с винтообразным подводом
 - 4) все ответы верны
12. Наиболее предпочтительным подводом газов в циклон с точки зрения аэродинамики является ...
- 1) подвод газов по оси
 - 2) подвод газов по винтообразной форме
 - 3) подвод газов по спирали+
 - 4) подвод газов по тангенциальной форме
13. Процесс пылеулавливания в циклоне проводят при ...
- 1) высоких скоростях и небольших диаметрах циклона+
 - 2) высоких давлениях и температурах
 - 3) низких температурах и высоких скоростях
 - 4) больших диаметрах циклона и низких скоростях
14. В основе работы пористых фильтров лежит процесс ...
- 1) гравитационного осаждения
 - 2) орошения жидкостью
 - 3) фильтрации газа через пористую перегородку+
 - 4) отстаивания
15. В мокрых пылеулавливателях в качестве орошающей жидкости используют ...
- 1) спиртовой раствор
 - 2) эмульсию
 - 3) суспензию
 - 4) воду+
16. Насадочные газопромыватели используют для ...
- 1) улавливания хорошо смачиваемой пыли при невысокой её концентрации+
 - 2) улавливания хорошо смачиваемой пыли при высокой её концентрации
 - 3) улавливания плохо смачиваемой пыли
 - 4) улавливания плохо смачиваемой пыли при высокой её концентрации
17. В газопромывателях ударно-инерционного действия контакт газов с жидкостью осуществляется за счет ...

- 1) удара жидкости о газовый поток
 - 2) удара газового потока о поверхность жидкости с последующим отводом газожидкостной взвеси +
 - 3) осаждения частиц пыли на поверхность жидкости
 - 4) процесса фильтрования
18. Назовите основные преимущества мокрых пылеуловителей.
- 1) малая стоимость
 - 2) высокая эффективность очистки
 - 3) возможность улавливать пыль и газообразные компоненты
 - 4) все ответы верны +
19. Назовите основные недостатки мокрых пылеуловителей.
- 1) выделение уловленной пыли в виде шлама
 - 2) возможность уноса капель жидкости
 - 3) необходимость антикоррозионной защиты оборудования
 - 4) все ответы верны +
20. Эффективность циклона с увеличением диаметра ...
- 1) увеличивается
 - 2) уменьшается +
 - 3) не изменяется
 - 4) нет верного ответа

4. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

4.1. Свойства и классификация вод

Вода играет решающую роль во многих процессах, протекающих в природе, и в обеспечении жизни человека. В промышленности воду используют как сырье и источник энергии, как хладагент, растворитель, экстрагент, для транспортирования сырья и материалов и др.

Общее количество воды на Земле составляет 1386 млн. км³. В основном (более 97,5 %) это соленые воды. Количество пресной воды – 35 млн. км³. Однако, подавляющая часть пресной воды является труднодоступной, так как она находится в полярных льдах и водоносных слоях под землей.

Природная вода – это вода, которая качественно и количественно формируется под влиянием естественных процессов при отсутствии антропогенного воздействия.

Вследствие антропогенного воздействия природная вода загрязняется различными веществами, что приводит к ухудшению ее качества. Природная вода, подвергаемая антропогенному загрязнению, называется *денатурированной или природно-антропогенной*. В случае необходимости перед использованием воды в промышленности ее очищают в соответствии с требованиями конкретного производства.

По целевому назначению различают охлаждающую, технологическую и энергетическую воду.

Вода часто служит для охлаждения жидких и газообразных продуктов в теплообменных аппаратах. В этом случае она не соприкасается с материальными потоками и не загрязняется, а лишь нагревается. В промышленности 65...80% расхода воды потребляется для охлаждения.

Различают *средообразующую, промывную и реакционную* технологическую воду. Средообразующая вода используется для растворения и образования пульп, при обогащении и переработке руд, гидротранспорте продуктов и отходов производства.

Промывная вода используется для промывки газообразных (абсорбция), жидких (экстракция) и твердых продуктов и изделий.

Реакционная вода применяется в составе реагентов, а также при азеотропной отгонке и аналогичных процессах.

Технологическая вода непосредственно контактирует с продуктами и технологическим оборудованием.

Энергетическую воду применяют для получения пара и нагревания оборудования, помещений, продуктов.

Путем создания оборотных и замкнутых систем водоснабжения представляется возможным уменьшить потребление свежей воды. При оборотном водоснабжении следует предусмотреть необходимую очистку воды, охлаждение оборотной воды, обработку и повторное использование сточной воды.

Различают следующие схемы оборотного водоснабжения: с охлаждением воды; с очисткой воды; с очисткой и охлаждением.

4.2. Технологическая вода и сточные воды

Технологическая вода характеризуется определенным качеством. Под качеством воды понимается совокупность физических, химических, биологических и бактериологических показателей, которые обуславливают ее пригодность для использования в промышленном производстве.

Качество воды, используемой в производстве, устанавливается в зависимости от ее назначения и требований технологического процесса. При этом учитывается состав используемого сырья, применяемое оборудование и особенности готового продукта производства.

Сточная вода – это вода, бывшая в бытовом, производственном или сельскохозяйственном употреблении, а также прошедшая через какую-либо загрязненную территорию. В зависимости от условий образования сточные воды делятся на бытовые или хозяйственно-фекальные (БСВ), атмосферные (АСВ) и промышленные (ПСВ).

Бытовые сточные воды – это стоки душевых, бань, прачечных, столовых и др. Они содержат примеси, из которых примерно половина это органические вещества и 42% минеральные.

Атмосферные сточные воды – это воды, которые образуются в результате выпадения атмосферных осадков и стекают с территорий предприятий. Данные воды содержат как органические, так и минеральные примеси.

Промышленные сточные воды – это жидкие отходы, возникающие при добыче и переработке органического и неорганического сырья.

Количество и состав сточных вод определяется видом производства.

По степени агрессивности промышленные сточные воды делят на слабоагрессивные (слабокислые с $pH = 6...6,5$ и слабощелочные с $pH = 8...9$), сильноагрессивные (сильнокислые с $pH < 6$ и сильнощелочные с $pH > 9$) и неагрессивные (с $pH = 6,5...8$).

Существует несколько способов уменьшения количества загрязненных сточных вод: разработка и внедрение безводных технологических процессов; усовершенствование существующих технологических процессов; разработка и внедрение совершенного оборудования; внедрение аппаратов воздушного охлаждения; повторное использование очищенных сточных вод в оборотных и замкнутых системах.

4.2.1. Водообеспечение промышленных предприятий

Предприятия химической промышленности потребляют большое количество воды. При этом значительная часть воды расходуется на охлаждение и конденсацию материальных потоков. Большое количество воды используется в качестве растворителя или в виде пара. Вода применяется также в качестве реагента химических реакций.

Различают следующие способы улучшения обеспечения промышленных предприятий водой:

- создание технологий с минимальным потреблением и малым образованием сточных вод либо полное исключение воды из технологических операций;
- разработка локальных установок очистки сточных вод отдельных производств, которые обеспечивают улавливание из них и утилизацию ценных веществ, а также подготовку очищенной воды к повторному использованию;
- создание замкнутых водооборотных систем, которые включают сбор и использование очищенных сточных вод.

Существенно снижается водопотребление в случае замены водяного охлаждения воздушным. Водяное охлаждение следует использовать только в случаях невозможности применения воздушного охлаждения. С использованием воздушного охлаждения можно уменьшить потребность в охлаждающей воде на предприятиях на 60...75 % и, как следствие, объем сточных вод на 25...45%. При этом также уменьшаются потери сырья, основных и побочных продуктов, снижаются капитальные затраты и эксплуатационные расходы на потребление воды и на канализацию.

Экономии воды способствует комбинирование процессов, так как жесткие связи по сырью между блоками установок позволяют устранить промежуточное охлаждение продуктовых потоков, а избыточное тепло на одном блоке утилизировать на других.

Расход воды снижается при повторно-последовательном использовании охлаждающей воды как на отдельных технологических установках, так и на смежных установках и некоторых объектах общезаводского хозяйства. Особенно эффективно оно в случае предварительной стабилизации свежей и оборотной воды против выпадения и разложения солей жесткости или специальной химической водоочистке свежей воды. Воду при этом можно нагревать до более высоких температур, так как накипь на трубах не образуется, а перед поступлением на градирню предварительно охлаждать с утилизацией тепла для отопления помещений, теплиц или производства холода. При такой схеме расход воды уменьшается в несколько раз.

С созданием крупных комплексов на нефтехимических предприятиях сооружение *локальных систем* оборотного водоснабжения, канализации и очистки сточных вод экономически выгодно. В этом случае снижаются затраты на биологическую очистку сточных вод, улучшается контроль за их качеством, сокращаются потери продуктов, уменьшается загрязненность окружающей среды. Экономически целесообразна децентрализация оборотного водоснабжения на действующих заводах с подключением к оборотным системам ограниченного числа технологических установок. При рассредоточении оборотного водоснабжения и уменьшении объема циркулирующей воды можно использовать герметизированные напорные системы водооборота и канализации сточных вод.

Сточные воды, содержащие нефтепродукты, не следует смешивать со сточными водами, содержащими вещества, способные образовывать трудно разрушаемые эмульсии, стойкую пену или увеличивать потери от испарения.

Оптимальное решение проблемы предотвращения загрязнения водоемов и уменьшения дефицита воды – создание экономически рациональных замкнутых систем водного хозяйства предприятий.

Необходимость и целесообразность создания замкнутых систем производственного водоснабжения обусловлены тремя основными факторами:

– дефицитом пресной воды. На увеличение дефицита пресной воды влияют не только непрерывный рост водопотребления, но и деградация

качества воды природных водоисточников в результате поступления в них сточных вод;

- истощением обезвреживающей (самоочищающей и разбавляющей) способности водоемов, в которые сбрасываются сточные воды;
- экономическими преимуществами по сравнению с очисткой сточных вод до соответствующих нормативов, позволяющих их сброс в открытые водоёмы.

Создание экономически обоснованных замкнутых систем водного хозяйства является весьма трудной задачей. Сложный физико-химический состав сточных вод, разнообразие содержащихся в них соединений и их взаимодействие друг с другом делают невозможным подбор универсальной структуры бессточных схем, пригодных для применения в различных отраслях народного хозяйства.

Вопросом первостепенной важности при создании замкнутых водооборотных систем является разработка научно-обоснованных требований к качеству воды, используемой во всех технологических процессах и операциях.

В подавляющем большинстве технологических операций нет необходимости в использовании воды питьевого качества. Поэтому необходимо оценить допустимые пределы основных показателей качества воды, которые определяются следующими факторами:

- не должно ухудшаться качество получаемого продукта;
- должна обеспечиваться безаварийная работа оборудования; оно не должно разрушаться вследствие коррозии, на стенках не должны появляться отложения и т.д.;
- не влиять на здоровье обслуживающего персонала за счёт изменения токсикологических или эпидемиологических характеристик воды.

Исторически сложилось так, что при разработке технологических схем на качество воды не обращали внимания. Питьевая и даже техническая вода в подавляющем большинстве случаев удовлетворяла технологам, а использованную воду просто сбрасывали в водоёмы и только позднее стали направлять на очистные сооружения.

Общими задачами при разработке замкнутых водооборотных систем для всех отраслей народного хозяйства являются следующие:

- максимальное внедрение воздушного охлаждения вместо водяного: на многих предприятиях на охлаждение расходуется до 70% всей используемой воды;
- размещение комплекса производств на промышленной площадке

таким образом, чтобы было возможно многократно использовать воду в технологических производствах;

- последовательное многократное использование воды в различных или идентичных производствах должно приводить к образованию небольшого объема максимально загрязненных сточных вод, для обезвреживания которых можно подобрать достаточно эффективные (и, как правило, дорогостоящие) методы очистки;

- использование воды для очистки газов только тогда, когда из газов извлекаются и используются ценные компоненты, применение воды для очистки газов от твердых частиц допускается только в случае замкнутого цикла;

- обязательная регенерация отработанных кислот, щелочей и солевых технологических растворов с использованием извлекаемых продуктов в качестве вторичного сырья.

При создании замкнутых водооборотных систем промышленных предприятий водоподготовка и очистка сточных вод должны рассматриваться как единая система. Проектирование замкнутых систем проводится одновременно с проектированием основного производства.

При прямоточном водообеспечении вся забираемая из водоема вода после использования в технологическом процессе возвращается в водоем за исключением безвозвратных потерь в производстве и потерь со шламом на очистных сооружениях.

Исходя из существующего технического уровня отраслей, повторно используется 92...98% воды. В отдельных производствах этот показатель достиг 100 %, т.е. воду используют многократно без сброса загрязненных стоков в водоемы, а свежую воду добавляют в связи с естественной убылью (испарение, химическое превращение и др.). Так, на предприятиях нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности оборотные системы обеспечивают 91 % производственных потребностей в воде.

Однако переход от частичных оборотных систем к полностью замкнутым оборотным системам связан не только с дополнительными капитальными затратами на строительство соответствующих очистных сооружений, но и с решением двух основных задач: устранением минерализации и покрытием потерь оборотной воды

При циркуляции в системе часть воды испаряется в градирнях, с поверхности открытых прудов и очистных сооружений, при удалении шламов и осадков, теряется в результате участия в химических реакци-

ях, подвергается различным физико-химическим воздействиям, в том числе упариванию, в результате чего в ней увеличивается концентрация солей и накипеобразующих соединений. При многократном использовании в воде накапливаются механические взвеси, различные коррозионно-агрессивные соединения и микроорганизмы. Все это вызывает интенсивное отложение накипи и коррозию оборудования, ухудшает теплопередачу. Из-за увеличения содержания в воде солей и других примесей требуется вывод части воды, и замена ее свежей. С этой целью осуществляют так называемую подпитку свежей водой из водоема. Покрыть потери оборотной воды можно за счет бытовых сточных вод, а также дождевых и паводковых вод после предварительной их подготовки.

При организации оборотного водообеспечения предусматривают методы борьбы с карбонатными отложениями, биологическими обрастаниями, коррозией оборудования, а также методы подготовки подпиточной воды.

Накапливающиеся в оборотной воде соли образуют на теплообменной поверхности так называемые карбонатные отложения, более чем на 50% состоящие из карбоната кальция. Основные методы снижения отложений:

1) обработка охлаждающей воды кислотой (обычно серной) для снижения общей щелочности воды;

2) фосфатирование путем введения в воду раствора гексаметафосфата натрия, тормозящего процессы кристаллизации и осаждения карбоната натрия на стенках аппаратуры;

3) обработка воды магнитным полем, что вызывает быстрый рост кристаллов карбонатных и других отложений, которые сорбируют на своей поверхности ионы карбонатов кальция и магния, растут и выпадают в виде шлама, легко уносимого потоком.

При оборотном водоснабжении возникает проблема борьбы с *биологическими обрастаниями*. Разнообразные живые существа (бактерии), проникая из открытых водоемов в систему оборотного водоснабжения, поселяются на любой твердой поверхности, соприкасающейся с водой, развиваются, образуют поселения, называемые биологическими обрастаниями; сами организмы называются биогентами. Допустимой считается скорость развития биологических обрастаний теплообменных аппаратов и трубопроводов в оборотной воде не выше $0,07 \text{ г}/(\text{м}^2\text{-ч})$, т.е. в течение месяца толщина нарастающего слоя должна быть не более $0,05 \text{ мм}$. Для борьбы с бактериальными биогентами применяют хлор, а для унич-

тожения водорослей – медный купорос. Дозы и периодичность хлорирования определяют на основе лабораторных исследований оборотной воды. Водоросли развиваются в основном в теплый период года. Поэтому купоросом обрабатывают воду 3–4 раза в месяц в период с апреля по октябрь.

Содержащиеся в оборотной воде соли и другие примеси вызывают коррозию оборудования. Хлориды ускоряют коррозию вследствие увеличения кислотности воды и их разрушающего действия на пассивирующие пленки; сульфаты агрессивно действуют на бетон. Диоксид углерода замедляет образование защитных пленок. Для защиты от коррозии в оборотных системах применяют различные ингибиторы. Процесс коррозии приостанавливают хромат и бихромат калия. Они же замедляют биологические обрастания. Для снижения коррозии воду обрабатывают также фосфатами, которые образуют пленку, изолирующую металл от воды. В отличие от хроматов фосфаты благоприятствуют развитию биологических обрастаний, поэтому эти химикаты иногда применяют совместно. Одним из способов защиты металла от коррозии являются защитные покрытия смолами, красками, лаками и эмалями.

Для предотвращения и удаления карбонатных отложений и биологических обрастаний систему оборотного водообеспечения систематически очищают механическим способом, гидропневматической промывкой или с помощью химических реагентов.

Таким образом, полностью замкнутая система водообеспечения предполагает постоянный количественный и качественный состав воды, предотвращение коррозии оборудования, загрязнения системы как минеральными, так и биологическими отложениями, отсутствие сброса загрязненных вод в водоемы, ликвидацию сбросов другими способами.

Для создания замкнутых систем водоснабжения промышленные сточные воды подвергаются очистке механическими, химическими, физико-химическими, биологическими и термическими методами.

Выбор метода и конструктивное оформление процесса зависит от следующих факторов: 1) санитарных и технологических требований, предъявляемых к качеству очищенных вод с учетом дальнейшего их использования; 2) количества сточных вод; 3) наличия необходимых для процесса обезвреживания энергетических и материальных ресурсов; 4) эффективности процесса обезвреживания.

4.3. Механические методы очистки сточных вод

4.3.1. Общие сведения

Промышленные и бытовые сточные воды содержат взвешенные частицы растворимых и нерастворимых веществ. Взвешенные примеси делятся на твердые и жидкие, образующие с водой дисперсную систему. В зависимости от размера частиц дисперсные системы делят на три группы:

- 1) грубодисперсные системы с частицами размером более 0,1 мкм (суспензии и эмульсии);
- 2) коллоидные системы с частицами размером от 0,1 мкм до 1 нм;
- 3) истинные растворы, имеющие частицы, размеры которых соответствуют размерам отдельных молекул или ионов.

Для удаления взвешенных частиц из сточных вод используют гидромеханические процессы) процеживания, отстаивания (гравитационное и центробежное), фильтрование. Выбор метода зависит от размеров частиц примесей, физико-химических свойств и концентрации взвешенных частиц, расхода сточных вод и требуемой степени очистки.

В зависимости от требований к качеству очищенной сточной воды применяют: для процеживания – решетки и сетки, которые служат для задержания крупных частиц примесей, движущихся по каналу; для задержания более мелких взвешенных в воде примесей применяют отстаивники, фильтры, а также гидроциклоны, сепараторы и осадительные центрифуги. Механическая очистка, как правило, является предварительным и реже окончательным способом очистки сточных вод.

Процеживание. Перед более тонкой очисткой сточные воды процеживают с помощью решеток и сит. Их устанавливают перед отстаивниками для извлечения из сточных вод крупных примесей, способных засорить трубы и каналы.

Различают неподвижные, подвижные и совмещенные с дробилками решетки. В промышленности наиболее распространены неподвижные решетки. Решетки изготавливают из металлических стержней и устанавливают на пути движения сточных вод под углом 60...75 градусов. Стержни могут иметь круглое или прямоугольное сечение. Стержни с круглыми сечениями имеют меньшее сопротивление, но быстрее засоряются, поэтому чаще используют прямоугольные стержни, закругленные со стороны входа воды в решетку.

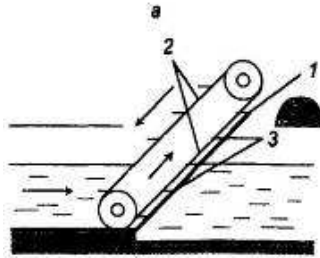


Рис. 14. Решетка с граблями:
 1 – решетка; 2 – бесконечная цепь; 3 – грабли

Решетки очищают, как правило, граблями, которые могут быть установлены по-разному (рис. 14).

Размеры решеток определяют по расходу сточной воды, по принятой ширине прозоров между стержнями решеток и ширине стержней, а так же по средней скорости движения воды через решетку.

Ширина прозоров в решетке равна 16...19 мм. Скорость сточной воды между стержнями принимают равной 0,8...1,0 м/с.

Для удаления более мелких взвешенных веществ, а также целевых продуктов служат *сита*. Сита изготавливают из плетеной сетки или перфорированного стального листа с круглыми отверстиями диаметром до 0,8 мм, через которые пропускают сточные воды. Размер и форма отверстий в сетке зависит от вида и характера примесей. По конструкции различают сита стационарные и подвижные.

В стационарных ситах фильтрующий элемент установлен неподвижно, а удаление взвешенных веществ осуществляется непрерывно с помощью сребрателей.

Среди подвижных выделяют вращающиеся и вибрационные сита. К вращающимся относятся дисковые, ленточные и барабанные.

Дисковые сита имеют вращающийся диск, установленный под углом 10...25 градусов к горизонту. Вследствие этого часть поверхности сита находится под зеркалом сточных вод. Загрязнения с поверхности сита удаляют вращающимися щетками.

Сито барабанного типа представляет собой сетчатый барабан с отверстиями 0,5...1 мм. При вращении барабана сточная вода фильтруется через его внешнюю или внутреннюю поверхность в зависимости от под-

вода воды снаружи или внутрь. Задерживаемые примеси смываются с сетки водой и отводятся в желоб. Основным элементом барабанных сит является вращающийся цилиндр с натянутой сеткой. Фильтрующая поверхность может быть как внутренней, так и внешней поверхностью барабана.

Чрезвычайно важно сделать правильный выбор сит по их прочностным свойствам и соответственно технологическим требованиям производственного процесса. В процессе эксплуатации необходимо обеспечивать равномерный поток сточных вод на сито, а задержанные твердые примеси следует постоянно удалять.

Отстаивание применяют для осаждения из сточных вод под действием силы тяжести грубодисперсных примесей. Процесс отстаивания осуществляется в песколовках, отстойниках и осветлителях. Для осветлителей характерно одновременное отстаивание с фильтрацией сточных вод через слой взвешенных частиц.

Свойства сточных вод и чистой воды существенно отличаются. Сточные воды отличаются более высокой плотностью и вязкостью.

Основным параметром, используемым при расчете отстойников, является скорость осаждения частиц (гидравлическая крупность)

Песколовки служат для выделения из сточных вод тяжелых минеральных примесей с размером частиц 0,2...0,25 мм (как правило, песка). Их устанавливают перед отстойниками.

Применение песколовки обусловлено тем, что при совместном выделении в отстойниках минеральных и органических примесей возникают значительные затруднения при удалении осадка из отстойников и дальнейшем его сбрасывании в метантенках.

Вследствие того, что работа песколовки основана на использовании гравитационных сил, их следует рассчитывать таким образом, чтобы в них выпадали песок и другие тяжелые минеральные частицы, но не выпадал осадок органического происхождения.

По характеру движения воды песколовки подразделяются на горизонтальные, вертикальные – с движением воды снизу вверх и песколовки с винтовым (поступательно-вращательным) движением воды. Последние в зависимости от способа создания винтового движения подразделяются на тангенциальные и аэрируемые.

За рубежом широко применяются тангенциальные песколовки (рис. 15). Песколовка в плане имеет круглую форму. Вследствие тангенциального подвода сточная вода приобретает вращательное движение.

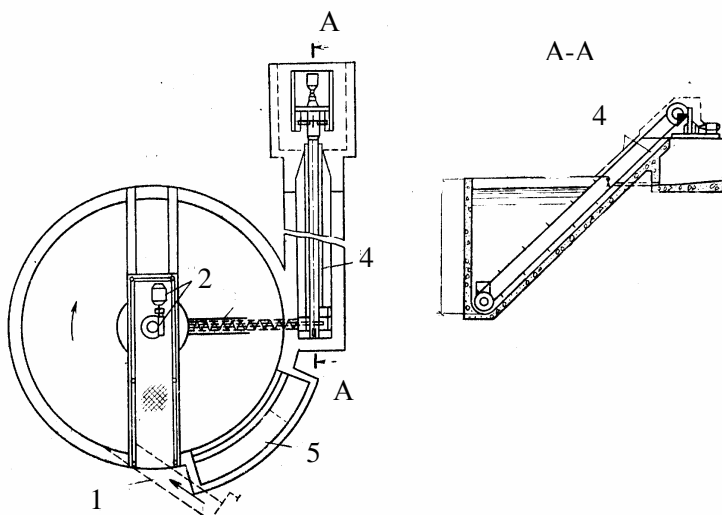


Рис. 15. Тангенциальная песколовка:

- 1 – трубопровод для подачи сточной воды в песколовку;
 2 – импеллер с электродвигателем; 3 – горизонтальный шнек;
 4 – скребковый подъемник; 5 – отводящий лоток сточной воды

С помощью импеллера, расположенного в центре песколовки, интенсифицируется вращательное движение воды. Одновременно с вращением вода опускается вниз вдоль стенок песколовки. Далее она всасывается импеллером через отверстие вихревой воронки, которая образуется ниже импеллера. На скорость движения сточной воды в песколовке влияет количество и характер взвешенных частиц. Регулируется она изменением частоты вращения импеллера.

Осаждаемый песок направляется на дно песколовки и турбулентными потоками воды перемещается к ее центру. Отсюда с помощью горизонтального шнека песок транспортируется к боковой вертикальной шахте, в которой установлено скребковое устройство. В процессе подъема скребковым подъемником происходит отмывание песка от органических загрязнений. Песок, поднимаемый шнеком, обезвоживается и поступает в бункера для хранения. Вследствие этого с помощью песколовки улавливается чистый песок.

Конструкция песколовки определяется количеством сточных вод и концентрацией взвешенных веществ. В промышленности наиболее широко применяются горизонтальные песколовки.

Отстойники являются основным оборудованием каждой очистной станции.

В зависимости от назначения отстойников в технологической схеме очистной станции их делят на первичные и вторичные.

Первичными называются отстойники перед сооружениями для биологической очистки сточных вод; вторичными – отстойники, которые устанавливаются для осветления сточных вод после биологической очистки. Они служат для отделения сточной воды от активного ила.

По режиму работы отстойники делят на периодического действия (контактные) и непрерывного действия (проточные). В отстойниках периодического действия сточная вода поступает периодически. При этом ее отстаивание осуществляется в покое. В отстойниках непрерывного действия отстаивание реализуется в процессе медленного движения воды.

В промышленности наиболее широко применяются проточные отстойники. Контактные отстойники целесообразно применять для обработки небольших количеств сточных вод.

В зависимости от направления движения основного потока жидкости и его величины отстойники делятся на горизонтальные, вертикальные, радиальные, трубчатые и пластинчатые.

Горизонтальные отстойники (рис. 16) представляют собой прямоугольные резервуары. Вода движется вдоль отстойника от одного конца к другому. Габаритные размеры отстойников равны: глубина 1,5...4 м, длина 8...12 м, ширина 3...6 м. Для равномерного распределения сточной воды служит поперечный лоток.

Горизонтальные отстойники рекомендуется применять при расходах сточных вод более 15000 м³/сут. При этом обеспечивается эффективность разделения 60 %. Горизонтальная скорость движения воды в отстойнике не более 0,01 м/с, продолжительность отстаивания – 1...3 ч.

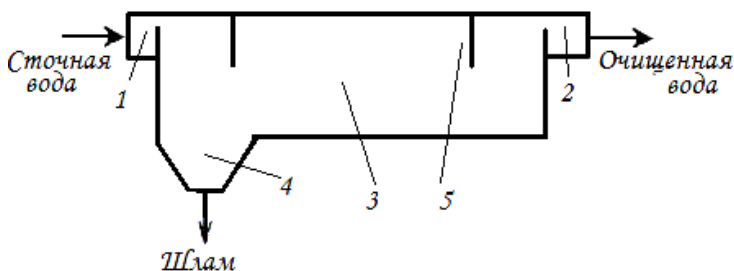


Рис.16. Горизонтальный отстойник:

- 1, 2 – распределительный и сборный лотки; 3 – камера отстаивания;
 4 – приямок для сбора осадка;
 5 – перегородка для задержания всплывающих примесей

Вертикальный отстойник (рис. 17) представляет собой цилиндрический (или квадратный в плане) корпус с коническим дном. Сточная вода подается по центральной трубе 1. Далее она движется снизу вверх к желобу 2. Для лучшего распределения воды и исключения образования мути трубу делают с раструбом и распределительным щитом. Осаждение происходит в восходящем потоке, скорость которого равна 0,5...0,6 м/с. Высота зоны осаждения равна 4...5 м, эффективность – 50 %. Продолжительность разделения зависит от требуемой степени очистки и равна 0,5...1,5 ч.

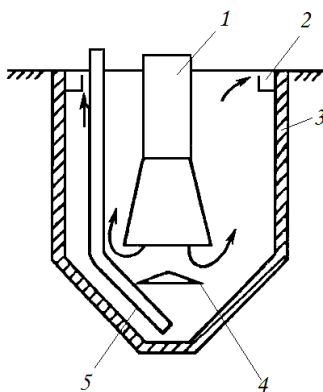


Рис. 17. Вертикальный отстойник:

- 1 – центральная труба; 2 – водослив; 3 – отстойная часть; 4 – отражатель;
 5 – илопровод

Осадок удаляется под действием гидростатического давления через иловпровод 5.

Преимуществами отстойника являются: 1) удобная выгрузка осадка; 2) малая занимаемая площадь.

Недостатки отстойника: 1) большая высота; 2) низкая пропускная способность.

Радиальный отстойник (рис. 18) представляет собой круглый в плане резервуар.

Движение воды в резервуаре происходит от центра к периферии. При этом минимальная скорость воды наблюдается у стенки резервуара.

Радиальные отстойники применяют при расходе сточных вод свыше 20000 м³/сут. Отстойники имеют глубину проточной части 1,5...5 м, диаметр 16...60 м. Эффективность осаждения равна 60 %.

Для повышения эффективности отстаивания стремятся увеличивать скорость осаждения. С этой целью увеличивают размеры частиц коагуляцией или флокуляцией или уменьшают вязкость сточной воды нагреванием. Кроме того, можно увеличивать площадь отстаивания и осуществлять процесс осаждения в тонком слое жидкости. В последнем случае используют трубчатые и пластинчатые отстойники. За счет малой глубины отстаивания процесс протекает быстро (4...10 мин), что позволяет уменьшить размеры отстойников.

Рабочими элементами *трубчатых отстойников* являются трубки диаметром 25...50 мм и длиной 0,6...1 м. Трубки устанавливают с малым (до 5°) и большим наклоном (45...60°) наклоном.

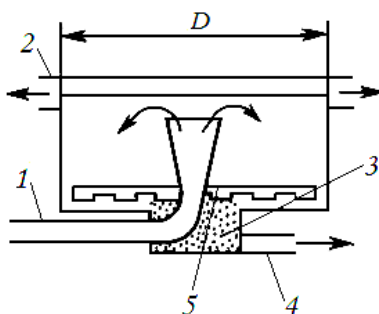


Рис. 18. Радиальный отстойник:

1 – труба для подачи сточной воды; 2 – сборный лоток;
3 – иловый приямок; 4 – труба для удаления осадка; 5 – скребковый механизм

Трубчатый отстойник с небольшим наклоном работает периодически. Сначала проводят отстаивание, затем промывку трубок от осадка. При отстаивании необходимо обеспечивать равномерное распределение воды по трубкам и ламинарный режим движения. Их используют для осветления сточных вод с небольшим содержанием взвешенных частиц при расходах 100...10000 м³/сут. Эффективность очистки равна 80...85%.

В корпусе *пластинчатых отстойников* параллельно установлены наклонные пластины. Вода движется между пластинами, а осадок сползает вниз в шламоприемник. Различают прямоточные отстойники (направления движения воды и осадка совпадают), противоточные и перекрестные. В промышленности наиболее распространены противоточные отстойники.

4.3.2. Удаление всплывающих примесей

Процесс отстаивания используют и для очистки сточных вод от всплывающих примесей (нефть, масла, смолы, жиры и др.). Очистка от всплывающих примесей аналогична осаждению твердых веществ. Различие заключается в том, что плотность всплывающих частиц меньше, чем плотность воды.

Для очистки сточных вод, содержащих грубодиспергированные нефть и нефтепродукты, при концентрации их в сточной воде более 100 мг/л, применяют нефтеловушки, которые рассчитывают на скорость подъема капелек нефти диаметром 0,01 при плотности всплывающей нефти 870 кг/м³.

Горизонтальная прямоугольная нефтеловушка (рис. 19). Сточную воду через распределительную щелевую перегородку подают в отстойную камеру. В процессе движения вдоль отстойной камеры происходит всплывание нефти и нефтепродукты на поверхность воды. Всплывающую нефть собирают щелевыми поворотными трубами, которые установлены в начале и в конце секции разделения. При этом минеральные примеси, которые содержатся в сточной воде, оседают на дно корпуса нефтеловушки.

Вода в конце отстойной камеры проходит под затопленной нефтесдерживающей перегородкой. Далее она переливается через водослив в отводящий лоток поступает в отводящий коллектор.

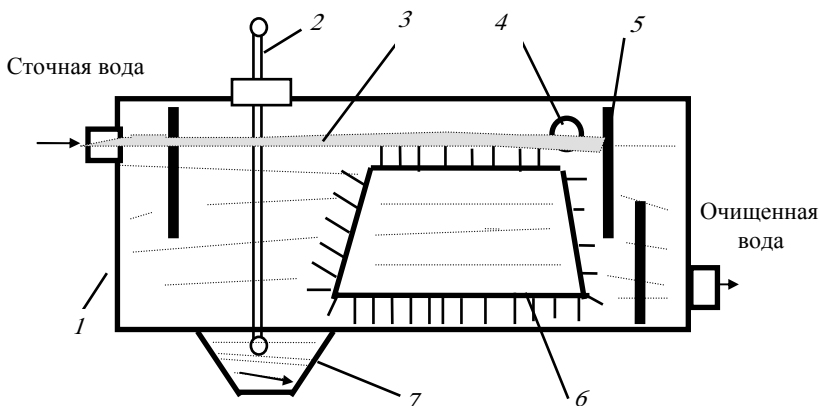


Рис. 19. Схема горизонтальной нефтеловушки:

- 1 – корпус; 2 – гидроэлеватор; 3 – слой нефти; 4 – нефтесборная труба;
 5 – нефтеудерживающая перегородка; 6 – скребковый транспортер;
 7 – приямок для осадка

Для подвода нефти к нефтесборным трубам, сбора осадка и перемещения его в приямок в корпусе нефтеловушки установлен скребковый транспортер.

Выгрузка осадка из приямка нефтеловушки осуществляется один или два раза в сутки с помощью гидроэлеватора или через донные клапаны.

4.3.3. Фильтрация

Фильтрация применяется для выделения из сточных вод тонкодисперсных твердых и жидких веществ, удаление которых отстаиванием затруднено. Разделение проводят при помощи пористых перегородок, которые пропускают жидкость и задерживают диспергированную фазу. Процесс протекает вследствие действия гидростатического давления столба жидкости, повышенного давления над фильтрующей перегородкой или вакуума после перегородки.

Выбор фильтрующих перегородок определяется свойствами сточной воды, температурой, давлением фильтрования и конструкцией фильтра.

В качестве фильтрующих перегородок применяют металлические перфорированные листы и сетки, а также различные тканевые перегородки (асбестовые, стеклянные, хлопчатобумажные, шерстяные, из искусственного и синтетического волокна).

К фильтровальным перегородкам предъявляются следующие требования: минимальное гидравлическое сопротивление, механическая прочность и гибкость, химическая стойкость.

Для выделения из сточных вод тонкодисперсных веществ применяют различные по конструкции фильтры. Они должны иметь высокую эффективность выделения примесей и максимальную скорость фильтрации.

В процессах очистки сточных вод используют фильтры периодического действия: нутч-фильтры, листовые и фильтр-прессы и фильтры непрерывного действия: барабанные, дисковые, ленточные.

Среди фильтров периодического действия наиболее простыми по устройству являются нутч-фильтры или друк-фильтры. Их применяют для разделения нейтральных, кислых и щелочных суспензий. Фильтр конструктивно представляет собой корпус с ложным перфорированным днищем, на котором установлена фильтровальная ткань. Пространство фильтра под перегородкой подключается к вакуумному насосу через ресивер. В этих фильтрах осадок, который накапливается на ткани, выгружают вручную.

Для разделения труднофильтруемых суспензий целесообразно применять фильтр-прессы, которые работают при давлении 0,3...1,2 МПа.

Фильтры с зернистой перегородкой. В процессах очистки сточных вод приходится подвергать очистке большие объемы жидкости. Вследствие этого для очистки целесообразно применять фильтры, работы которых не требует высоких давлений. В частности, используют фильтры с сетчатыми элементами (микрофильтры и барабанные сетки) и фильтры с фильтрующим зернистым слоем.

Фильтр с зернистой перегородкой (рис. 20) состоит из корпуса, в нижней части которого смонтировано дренажное устройство для отвода воды.

На дренаже располагают слой поддерживающего материала, а сверху фильтрующий материал.

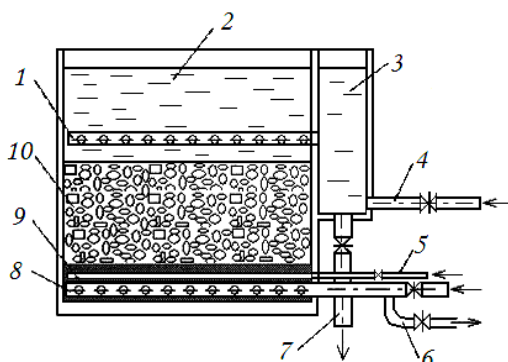


Рис. 20. Фильтр с зернистой перегородкой

Фильтры с зернистым слоем делят на медленные и скоростные, открытые и закрытые. Высота зернистого слоя в открытых фильтрах равна 1...2 м, а в закрытых она составляет 0,5...1 м. Напор воды в закрытых фильтрах создается с помощью насосов.

4.3.4. Удаление взвешенных частиц под действием центробежных сил

Осаждение взвешенных частиц под действием центробежных сил осуществляют в гидроциклонах и центрифугах.

Для очистки сточных вод применяют напорные и открытые (низконапорные) *гидроциклоны*. В напорных гидроциклонах улавливают твердые примеси, а в открытых – осаждающиеся и всплывающие примеси. Преимуществами гидроциклонов являются: простота конструкции, компактность, легкость обслуживания, высокая производительность и малая стоимость.

При вращении жидкости в гидроциклонах на частицы действуют центробежные силы, которые отбрасывают тяжелые частицы к периферии потока, силы сопротивления движущегося потока, гравитационные силы и силы инерции. При высоких скоростях вращения центробежные силы существенно превышают силы тяжести.

Наиболее широко применяется напорный гидроциклон (рис. 21).

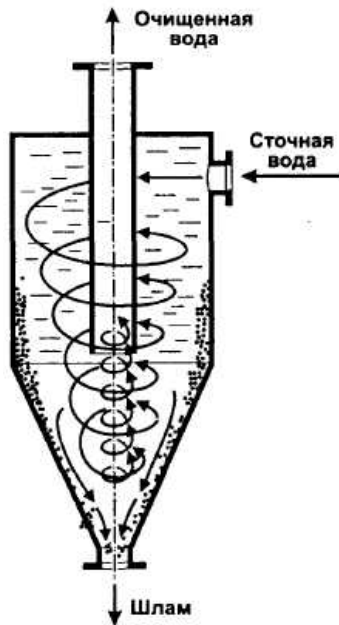


Рис. 21. Схема напорного гидроциклона

Сточная вода подается тангенциально внутрь гидроциклона. При вращении жидкости возникает центробежная сила, под действием которой внутри гидроциклона образуется ряд потоков. Жидкость в цилиндрической части приобретает вращательное движение около стенок по винтовой спирали вниз к сливу. Часть ее с крупными частицами удаляется в виде шлама из гидроциклона через нижний штуцер. Другая часть (осветленная) поворачивает и движется вверх около оси гидроциклона. Одновременно в корпусе имеют место радиальные и замкнутые циркуляционные токи. При этом в центре гидроциклона образуется воздушный столб, имеющий давление меньше атмосферного. От этого столба зависит эффективность гидроциклонов

Гидроциклоны имеют диаметр 10...700 мм, а высоту цилиндрической части примерно равную диаметру аппарата. Эффективность осаднения в гидроциклонах достигается в пределах 70%.

Открытые безнапорные гидроциклоны применяют для очистки сточных вод от крупных примесей (гидравлической крупностью 5 мм/с). Они характеризуются большей производительностью и меньшим гидравлическим сопротивлением.

4.4. Физико-химические методы очистки сточных вод

Физико-химическими методами очистки сточных вод являются коагуляция, флотация, адсорбция, ионный обмен, экстракция, ректификация, выпаривание, дистилляция, обратный осмос, ультрафильтрация и др. С помощью этих методов удаляют из сточных вод тонкодисперсные взвешенные частицы (твердые и жидкие), растворимые газы, минеральные и органические вещества.

Выбор метода очистки зависит от санитарных и технологических требований, предъявляемых к очищенным производственным сточным водам с целью дальнейшего их использования, а так же от количества сточных вод и концентрации загрязнений в них, наличия необходимых материальных и энергетических ресурсов и экономичности процесса.

Коагуляцией называется процесс укрупнения дисперсных частиц в результате их взаимодействия и объединения в агрегаты. Ее применяют для ускорения процесса осаждения тонкодисперсных примесей и эмульгированных веществ. Коагуляцию целесообразно применять для удаления из воды коллоидно-дисперсных частиц, т.е. частиц размером 1...100 мкм. Коагуляция может протекать как самопроизвольно, так и под действием физических и химических процессов. В процессе очистки сточной воды для реализации коагуляции в воду добавляют специальные вещества □ коагулянты. Они в воде образуют хлопья гидроксидов металлов, которые быстро оседают под действием силы тяжести. Хлопья обладают способностью улавливать коллоидные и взвешенные частицы и агрегировать их. Так как коллоидные частицы имеют слабый отрицательный заряд, а хлопья коагулянтов слабый положительный заряд, то между ними возникает взаимное притяжение.

В качестве коагулянта обычно используют соли алюминия, железа и их смеси. Выбор коагулянта зависит от его состава, физико-химических свойств и стоимости, концентрации примесей в воде, от рН и солевого состава воды.

Лучший результат коагулирования достигается при использовании смесей сульфата алюминия ($Al_2(SO_4)_3$) и хлорного железа ($FeCl_3$) в соотношениях от 1:1 до 1:2. Кроме названных коагулянтов для обработки сточных вод применяют также различные глины, алюминий содержащие отходы производства и др. Оптимальную дозу коагулянта устанавливают по результатам пробной очистки сточной воды.

Скорость коагуляции в полидисперсных системах выше, чем в монодисперсных. Это объясняется тем, что крупные частицы при оседании увлекают за собой более мелкие. Скорость коагуляции зависит также от формы частиц. Например, частицы удлиненной формы коагулируют быстрее, чем шарообразные.

Флокуляция – это процесс агрегации взвешенных частиц при добавлении в сточную воду высокомолекулярных соединений, которые называются флокулянтами. В отличие от коагуляции при флокуляции агрегация происходит как при непосредственном контакте частиц, так и в результате взаимодействия молекул адсорбированного на частицах флокулянта.

Флокуляцию применяют для интенсификации процесса образования хлопьев гидроксида алюминия и железа с целью увеличения скорости их осаждения. В результате использования флокулянтов снижаются дозы коагулянтов, уменьшается время процесса коагуляции и повышается скорость осаждения образующихся хлопьев.

Для очистки сточных вод используют природные (крахмал, декстрин, эфиры, целлюлозы и др.) и синтетические (полиакриламид) флокулянты.

Механизм действия флокулянтов основан на адсорбции молекул флокулянта на поверхности коллоидных частиц, дальнейшей ретикуляции (образования сетчатой структуры) молекул флокулянта и слипанию коллоидных частиц за счет сил Ван-дер-Ваальса.

Процесс очистки сточных вод коагуляцией и флокуляцией состоит из следующих стадий: дозирование и смешение реагентов со сточной водой; хлопьеобразование и осаждение хлопьев (рис. 22).

Смешение коагулянтов со сточной водой осуществляют в гидравлических и механических смесителях. В гидравлических смесителях компоненты смешиваются вследствие изменения направления движения и скорости потока воды.

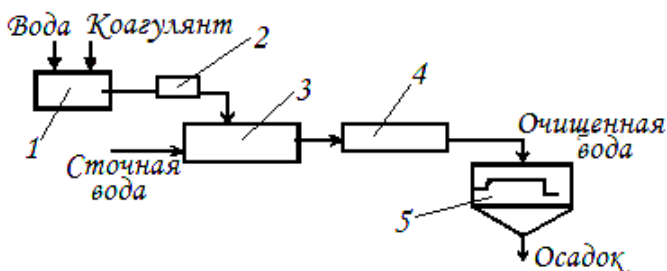


Рис. 22. Схема установки для очистки вод коагуляцией:
 1 – емкость для приготовления растворов; 2 – дозатор; 3 – смеситель;
 4 – камера хлопьеобразования; 5 – отстойник

Механические смесители представляют собой аппараты с мешалкой. В них перемешивание компонентов должно быть равномерным и медленным, чтобы при сближении частиц образовывались хлопья, а вращающаяся мешалка их не разрушала.

После смешения сточных вод с реагентами воду направляют в камеру хлопьеобразования. Для этого применяют перегородчатые, вихревые и с механическими мешалками камеры. Образование хлопьев в камере происходит в течение 10...30 мин. Дальнейшее осаждение хлопьев проводят в отстойниках и осветителях. Часто стадии коагулирования и осаждения совмещают и проводят в одном аппарате. Один из таких аппаратов показан на рис. 23.

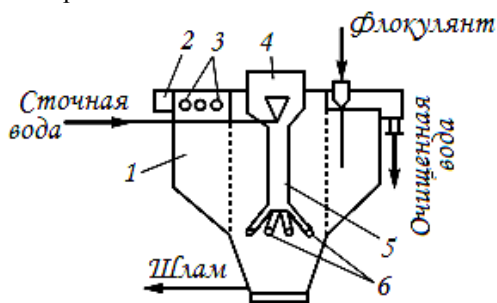


Рис. 23. Коагулятор-осветитель:
 1 – корпус; 2 – желоб; 3 – отверстия для удаления воды; 4 – воздухоотделитель;
 5 – центральная труба; 6 – распределительные трубы

Сточная вода, смешанная с коагулянтom, по трубам поступает в воздухоотделитель 4. Далее вода движется по центральной трубе 5 к распределительным трубам 6, которые заканчиваются соплами. Последние служат для распределения и создания вращения воды в кольцевой зоне, в которую подается флокулянт. Хлопья коагулянта образуются в кольцевой зоне. Взвешенные частицы с хлопьями оседают на дно и их отводят из аппарата. Осветленная вода через отверстия попадает в желоб 2 и далее направляется по назначению.

Флотация основана на образовании воздушных пузырьков, которые поднимают вверх находящиеся в сточной воде частицы примесей, имеющих гидрофобную поверхность. В результате образуется слой пены, который легко удаляется с поверхности воды. В связи с этим этот процесс называют пенной сепарацией или пенным концентрированием. Флотацию применяют для удаления из сточных вод нерастворимых диспергированных примесей, которые самопроизвольно плохо отстаиваются. Иногда флотацию используют и для удаления растворенных веществ, например ПАВ. Флотация применяется для очистки сточных вод во многих производствах: нефтеперерабатывающих, искусственного волокна, кожевенных, машиностроительных, пищевых, химических.

В качестве достоинств флотации следует отметить непрерывность процесса, широкий диапазон применения, небольшие капитальные и эксплуатационные затраты, простота аппаратурного оформления, селективность выделения примесей, по сравнению с отстаиванием большая скорость процесса, а также возможность получения шлама более низкой влажности (95...98 %), возможность рекуперации удаляемых веществ.

Элементарный акт флотации происходит следующим образом: при сближении поднимающегося в воде пузырька воздуха с твердой гидрофобной частицей разделяющая их прослойка воды прорывается и пузырек соединяется с частицей. Затем комплекс пузырек-частица поднимается на поверхность воды, где пузырьки собираются, и образуется пенный слой с более высокой концентрацией частиц, чем в исходной сточной воде.

Условия образования комплекса пузырек-частица, прочность связи между ними, время существования комплекса определяются природой частиц, характером взаимодействия реагентов с их поверхностью и способностью частиц смачиваться водой.

На эффект очистки сточных вод флотацией влияет размер и количество пузырьков воздуха. Оптимальным размером пузырьков является

размер 15...30 мкм. При этом необходимо обеспечить высокую степень насыщения воды пузырьками воздуха. Удельный расход воздуха снижается с повышением концентрации примесей, так как при этом возрастает вероятность столкновения и прилипания частицы к пузырьку. Эффективность флотации в значительной мере зависит от стабилизации размеров пузырьков в процессе разделения. Для этого в сточную воду вводят специальные пенообразователи, уменьшающие поверхностную энергию раздела фаз.

Для нормального протекания процесса флотации необходимо, чтобы вес частицы не превышал силы прилипания ее к пузырьку и подъемной силы пузырьков. Установлено, что размер хорошо флотируемых частиц зависит от плотности материала и равен 0,2...1,5 мм.

Существуют следующие способы флотации: с выделением воздуха из растворов; с механическим диспергированием воздуха; с подачей воздуха через пористые материалы, электрофлотацию, химическую флотацию, ионную флотацию и биологическую.

Флотация с выделением воздуха из раствора применяется для очистки сточных вод, содержащих очень мелкие частицы загрязнений. Сущность способа заключается в создании пересыщенного раствора воздуха в сточной воде и последующим понижением давления над раствором. При уменьшении давления из раствора выделяются пузырьки воздуха, которые флотируют загрязнения. В зависимости от способа создания пересыщенного раствора воздуха в воде различают вакуумную, напорную и эрлифтную флотацию.

В процессе вакуумной флотации сточная вода предварительно насыщается воздухом в аэрационной камере при атмосферном давлении. Далее ее подают во флотационную камеру, в которой поддерживается разрежением 30...40 кПа (225...300 мм рт. ст.). В камере выделяются мельчайшие пузырьки, которые выносят часть загрязнений. Процесс флотации происходит в течение 20 мин.

При реализации вакуумной флотации образование пузырьков газа и их слипание с частицами происходит в спокойной среде, поэтому вероятность разрушения агрегатов пузырек-частица минимальная. Кроме этого этот способ характеризуется минимальными энергозатратами на очистку сточных вод.

Однако данный способ флотации не рекомендуется применить при высокой концентрации взвешенных частиц вследствие малого насыще-

ния воды пузырьками газа. Кроме того, для реализации способа необходимы герметично закрытые флотаторы со скребковыми механизмами.

Наиболее широко в промышленности применяются имеют напорные установки. Они характеризуются простотой и надежностью в эксплуатации. С помощью напорной флотации можно очищать сточные воды с концентрацией взвесей до 4...5г/л. Для повышения степени очистки в воду рекомендуется добавлять коагулянты.

Аппараты напорной флотации по сравнению с нефтеловушками обеспечивают в 5÷10 раз меньше остаточное содержание загрязнений и имеют в 5÷10 раз меньшие габариты. Процесс состоит из двух стадий: 1) насыщение сточной воды воздухом под давлением; 2) выделение растворенного газа под атмосферным давлением. Схема напорной флотации представлена на рис. 24.

Сточная вода поступает в приемную емкость 1, из которой ее перекачивают насосом. При этом во всасывающий трубопровод насоса засасывается воздух. Образующуюся в результате водно-воздушную смесь направляют в напорный бак, в котором при повышенном давлении (0,15...0,4 МПа) воздух растворяется в воде. Далее водно-воздушная смесь подается во флотатор, работающий при атмосферном давлении. При этом из смеси выделяются пузырьки воздуха, которые флотируют взвешенные частицы. Пену со взвешенными частицами удаляют с поверхности воды скребковым механизмом. Осветленную воду отводят из нижней части флотатора. При использовании коагулянтов хлопьеобразование происходит в напорной емкости.

Напорные флотационные установки имеют производительность от 5...10 до 1000...2000 м³/ч.

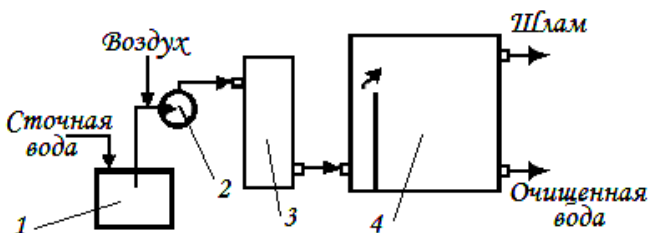
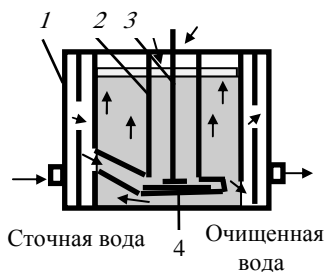


Рис. 24. Схема установки напорной флотации:
1 – емкость; 2 – насос; 3 – напорный бак; 4 – флотатор



. 25. :
1 – корпус; 2 – ; 3 – ; 4 –

Флотация с механическим диспергированием воздуха. Механическое диспергирование воздуха во флотационных установках достигается с помощью импеллеров, представляющих собой диск с радиальными направленными вверх лопатками. Эти установки применяют для очистки сточных вод с высоким содержанием взвешенных частиц (более 2 г/л). При вращении импеллера в жидкости возникает большое число мелких вихревых потоков, которые разбиваются на пузырьки определенной величины. Степень измельчения и эффективность очистки определяются скоростью вращения импеллера. С увеличением скорости импеллера размер пузырька уменьшается, а эффективность процесса очистки возрастает. Схема флотатора с импеллером показана на рис. 25.

Сточная вода поступает в приемный карман флотатора и по трубопроводу попадает в импеллер 4, который вращается на валу 3. Вал размещен в трубе 2, через которую засасывается воздух. Это происходит вследствие того, что при вращении импеллера в трубе образуется зона пониженного давления. Диаметр импеллеров равен 600...700 мм. Обычно флотационная машина состоит из нескольких последовательно соединенных корпусов.

Адсорбция применяется для обезвреживания сточных вод от фенолов, гербицидов, пестицидов, ПАВ, красителей и др. Данный метод характеризуется высокой эффективностью (80...90%), возможностью очистки сточных вод, содержащих несколько вредных примесей, а также рекуперацией этих веществ.

Различают регенеративную адсорбционную очистку сточных вод, т.е. с извлечением веществ из адсорбента и его утилизацией, и деструк-

тивную, которая предусматривает уничтожение извлеченных из сточных вод веществ вместе с адсорбентом.

В качестве адсорбентов используют активные угли, синтетические сорбенты и некоторые отходы производства (золу, шлаки, опилки и другое).

В качестве минеральных сорбентов можно использовать глины, силикагели, алюмогели и гидроксиды металлов. Однако их применяют редко.

Универсальными адсорбентами считаются активные угли.

Скорость процесса адсорбции определяется концентрацией, природой и структурой растворенных веществ, температурой воды, видом и свойствами адсорбента. Процесс адсорбции состоит из трех стадий: переноса вещества из сточной воды к поверхности зерен адсорбента, собственно адсорбционный процесс, перенос вещества внутри зерен адсорбента.

Адсорбционную очистку сточных воды осуществляют либо при интенсивном перемешивании адсорбента с водой либо при фильтровании воды через слой адсорбента либо в псевдооживленном слое на установках периодического и непрерывного действия.

При смешивании адсорбента с водой используют активный уголь с размером частиц до 0,1 мм. При этом процесс проводят в одну или несколько стадий.

Статическую одноступенчатую адсорбцию целесообразно применять при наличии дешевого адсорбента или адсорбента, являющегося отходом производства. Высокой эффективностью характеризуется процесс адсорбции при использовании многоступенчатой установки. При этом на каждой ступени подается свежий адсорбент, а концентрация загрязнений в сточной воде уменьшается. Отработанный адсорбент отделяется в отстойниках.

Схема такой установки показана на рис. 26.

Установки с псевдооживленным слоем целесообразно применять при высоком содержании взвешенных веществ в сточной воде. Размер частиц адсорбента при этом равен 0,5...1 мм.

Внутреннюю поверхность корпуса адсорберов необходимо защищать от коррозии гуммированием, либо покрытием из кислотостойких смол и лаков.

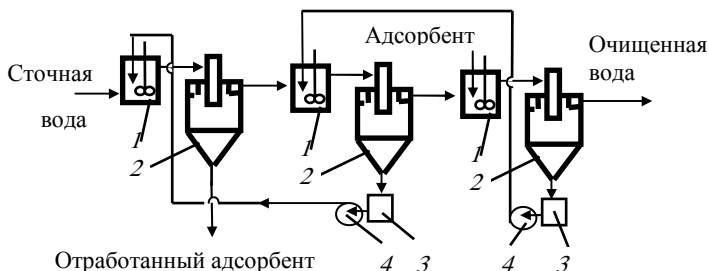


Рис. 26. Схема адсорбционной установки с противоточным введением адсорбента:

1 – смесители; 2 – отстойники; 3 – приемники адсорбента; 4 – насосы

При очистке больших количеств сточных вод используют бетонные и железобетонные адсорберы. Адсорбция гранулированным активированным углем реализуется в насыпных фильтрах или в аппаратах с псевдооживлением угля.

Перед адсорбционной очисткой целесообразно осуществлять предварительную очистку сточной воды от взвешенных частиц на песчаных фильтрах. Это вызвано тем, что наличие взвешенных примесей в количестве более 10 г/м^3 приводит к большим потерям напора в адсорбционных фильтрах. Фильтры с неподвижным слоем угля рекомендуется применять при регенеративной очистке цеховых сточных вод. Путем десорбции с помощью химических растворителей или пара обеспечивается как восстановление сорбционной способности угля, так и извлечение продукта, имеющего техническую ценность.

В адсорберах с псевдооживленным слоем угля применяются мелкозернистый и пылевидный сорбенты для сорбции из труднофильтруемых сточных вод. В псевдооживленном слое частицы сорбента меньше засоряются взвешенными веществами, содержащимися в воде.

Схема цилиндрического одноярусного адсорбера показана на рис. 27.

Активированный уголь через воронку 2 по трубе 3 непрерывно поступает под распределительную решетку 4, имеющую диаметр отверстий 5...10 мм.

Сточная вода захватывает зерна сорбента и проходит вместе с ними через отверстия решетки. Над решеткой образуется псевдооживленный слой, в котором протекает процесс очистки.

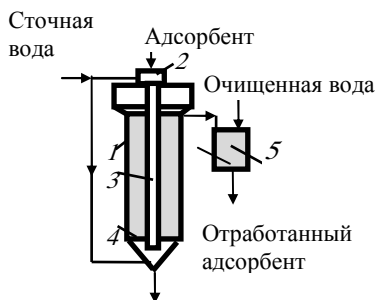


Рис. 27. Цилиндрический одноярусный адсорбер:
 1 – колонна; 2 – воронка; 3 – труба; 4 – решетка; 5 – сборник

Избыток угля направляется в сборник, а оттуда на регенерацию. Очищенную воду выводят через желоба в верхней части аппарата. Уносимые частицы угля попадают в сборник 5.

Ионный обмен применяется для удаления из сточных вод металлов (цинка, меди, хрома, никеля, свинца, ртути, кадмия, ванадия, марганца и др.), а также соединений мышьяка, фосфора, цианистых соединений и радиоактивных веществ. С его помощью можно рекуперировать ценные вещества при высокой степени очистки воды. Ионный обмен широко применяется при обессоливании в процессе водоподготовки.

Ионный обмен представляет собой процесс взаимодействия раствора с твердой фазой, которая обладает свойствами обменивать ионы, содержащиеся в ней, на другие ионы, присутствующие в растворе. Вещества, составляющие твердую фазу, называются ионитами. Они практически не растворимы в воде. Иониты, способные поглощать из растворов электролитов положительные ионы, называются катионитами, а отрицательные ионы – анионитами. Катиониты имеют кислотные свойства, а аниониты – основные. Если иониты могут обменивать и катионы, и анионы, их называют амфотерными.

Различают неорганические (минеральные) и органические иониты, которые могут быть природными или искусственными веществами.

К неорганическим природным ионитам относят цеолиты, глинистые минералы, полевые шпаты, различные слюды. Катионообменные свойства их обусловлены содержанием алюмосиликатов. К неорганиче-

ским синтетическим ионам относят силикагели, труднорастворимые оксиды и гидроксиды алюминия, хрома и др.

К органическим природным ионам относятся гуминовые кислоты почв и углей. Для них характерны слабокислотные свойства. Недостатками таких ионитов являются малая химическая стойкость и механическая прочность зерен, а также небольшая обменная емкость, особенно в нейтральных средах.

Органическими искусственными ионами являются ионообменные смолы, имеющие развитую поверхность.

Иониты, содержащие одинаковые активные группы, называются монофункциональными, а иониты, которые содержат функциональные группы различной химической природы, – полифункциональными. Они могут иметь смешанные сильно- и слабоосновные свойства.

После полного насыщения смол в процессе ионного обмена проводят их регенерацию. Регенерацию катионитов реализуют путем пропускания через отработанную смолу 10...15 % раствора серной кислоты со скоростью фильтрования 2...4 м/ч. Аниониты регенерируют, например, с помощью 10...15 % раствора хлористого натрия. Возможны и другие условия регенерации.

Процессы ионообменной очистки сточных вод проводят на установках периодического и непрерывного действия.

Установки периодического действия состоят из аппаратов (фильтров или колонн) периодического действия, насосов, емкостей и контрольно-измерительных приборов. Режим работы периодической установки (рис. 28) сводится к следующему. Сточная вода поступает в корпус *1*, проходит слой ионита *3* и выходит через распределитель *6*. Далее подают промывную воду, а затем регенерирующий раствор. Таким образом, цикл работы аппарата состоит из следующих стадий: 1) ионообмен; 2) отмывка ионита от механических примесей; 3) регенерация ионита; 4) отмывка ионита от регенерирующего раствора.

Для интенсификации работы установки используют аппараты с кипящим слоем ионита. Скорость процесса в этом случае увеличивается в 2–3 раза. Взвешенный слой имеет меньшее гидравлическое сопротивление.

Недостатки установок периодического действия: большие объемы аппаратов, значительный расход реагентов, большая загрузка сорбента, сложность автоматизации процесса.

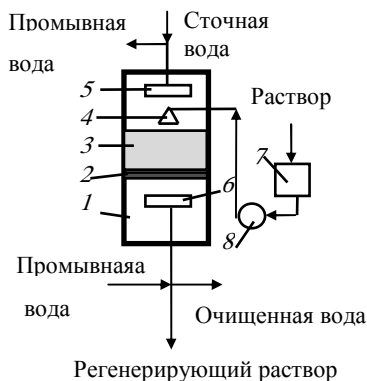


Рис. 28. Ионообменная установка периодического действия:
 1 – корпус; 2 – решетка; 3 – слой ионита; 4 – 6 – распределители;
 7 – бак с регенерирующим раствором; 8 – насос

Жидкостную экстракцию применяют для очистки сточных вод от фенолов, масел, органических кислот, ионов металлов и др. Целесообразность использования экстракции для очистки сточных вод определяется концентрацией органических примесей в них. Экстракция может быть экономически выгодным процессом, если стоимость извлекаемых веществ компенсирует все затраты на его проведение. Для каждого вещества существует концентрационный предел рентабельности извлечения его из сточных вод. В общем случае для большинства веществ можно считать, что при концентрации выше 3...4 г/л их рациональнее извлекать экстракцией, чем адсорбцией. При концентрации меньше 1 г/л экстракцию следует применять только в особых случаях.

Очистка сточных вод экстракцией состоит из трех стадий. На первой стадии происходит интенсивное смешивание сточной воды с экстрагентом (органическим растворителем). В результате образуются две жидкие фазы: экстракт и рафинат. В экстракте содержится извлекаемое вещество и экстрагент, а в рафинате – сточная вода и экстрагент. Вторая стадия заключается в разделении экстракта и рафината. На третьей стадии осуществляют регенерацию экстрагента из экстракта и рафината.

Выбор экстрагента (растворителя) определяется его селективностью, физико-химическими свойствами, стоимостью и возможными способами регенерации.

К экстрагенту предъявляются следующие требования:

- растворять извлекаемое вещество лучше, чем вода, т.е. обладать высоким коэффициентом распределения;
- обладать большой селективностью растворения (чем меньше он будет растворять компоненты, которые должны остаться в сточной воде, тем более полно будут извлекаться вещества, которые необходимо удалить);
- иметь по возможности наибольшую растворяющую способность по отношению к извлекаемому компоненту (чем она выше, тем меньше потребуется экстрагента, т.е. тем ниже будут затраты на очистку);
- иметь низкую растворимость в сточной воде и не образовывать устойчивых эмульсий, так как в противном случае снижается производительность установки, затрудняется разделение экстракта и рафината, увеличивается продолжительность этого процесса, а также возрастают потери растворителя;
- значительно отличаться по плотности от сточной воды (обычно она меньше), поскольку только достаточная разность плотностей обеспечивает быстрое и полное разделение фаз;
- обладать большим коэффициентом диффузии;
- регенерироваться простым и дешевым способом;
- иметь температуру кипения, значительно отличающуюся от температуры экстрагируемого вещества (для обеспечения легкости отделения);
- иметь небольшую удельную теплоту испарения и небольшую теплоемкость; не взаимодействовать с извлекаемым веществом, так как это может затруднить регенерацию экстрагента и увеличить его потери;
- по возможности не быть вредным, взрыво- и огнеопасным и не вызывать коррозию материала аппаратов;
- иметь небольшую стоимость.

4.5. Химические методы очистки сточных вод

Химическими методами очистки сточных вод являются нейтрализация, окисление и восстановление. Для этих методов характерен достаточно большой расход различных реагентов, поэтому они отличаются дороговизной. Химические методы применяются для удаления растворимых веществ, а также в замкнутых системах водоснабжения. Химиче-

ская очистка иногда применяется в качестве предварительной перед биологической очисткой или после нее для доочистки сточных вод.

4.5.1. Нейтрализация

Сточные воды, которые содержат минеральные кислоты или щелочи, перед сбросом их в водоемы или перед использованием в технологических процессах необходимо нейтрализовать. К практически нейтральным относятся воды, *pH* которых 6,5...8,5.

Различают следующие способы реализации процесса нейтрализации: смешивание кислых и щелочных сточных вод, добавление реагентов, фильтрование кислых вод через нейтрализующие материалы, абсорбция кислых газов щелочными водами или абсорбция аммиака кислыми водами. Выбор метода определяется объемом и концентрацией сточных вод, наличием и стоимостью реагентов.

Нейтрализацию смешением целесообразно применять, если на одном предприятии или на соседних предприятиях имеются кислые и щелочные воды, которые не загрязнены другими веществами. Для смешивания кислых и щелочных сточных вод применяют аппараты с мешалкой или без мешалки. В аппаратах без мешалки применяют пневматическое перемешивание сточных вод.

Нейтрализация кислых вод осуществляется путем добавления NaOH , KOH , Na_2CO_3 , NH_4OH (аммиачная вода), CaCO_3 , MgCO_3 , цемент. Самым дешевым реагентом является гидроксид кальция (известковое молоко), в котором содержится активной извести 5...10%. Соду и гидроксид натрия целесообразно использовать, если они являются отходами производства. Иногда нейтрализацию реализуют с помощью отходов. В частности, с помощью шлаков сталеплавильного и доменного производств проводят нейтрализацию вод, которые содержат серную кислоту.

Выбор реагентов определяется составом и концентрацией кислой сточной воды. При этом следует учитывать возможность образования в процессе нейтрализации осадка. Если осадок будет образовываться, то необходимо предусматривать дальнейшую очистку.

Нейтрализацию щелочных сточных вод проводят с помощью различных кислот или кислых газов.

Нейтрализацию фильтрованием кислых сточных вод через нейтрализующие материалы применяют магнезит, доломит, известняк, твердые

отходы (шлак, золу). Процесс осуществляют в горизонтальных или вертикальных фильтрах-нейтрализаторах. В вертикальных фильтрах высота слоя материала равна 0,85...1,2 м, вода движется со скоростью не более 5 м/с, а продолжительность контакта обеспечивается не менее 10 мин. В горизонтальных фильтрах сточные воды движутся со скоростью 1...3 м/с.

4.5.2. Окисление

В качестве окислителей при очистке сточных вод применяют газообразный и сжиженный хлор, диоксид хлора, хлорат кальция, гипохлориты кальция и натрия, перманганат калия, бихромат калия, пероксид водорода, кислород воздуха, озон и др.

В процессе окисления токсичные загрязнения, которые содержатся в сточных водах, в результате химических реакций становятся менее токсичными и затем удаляются из воды. Процесс очистки окислением характеризуется большими расходами реагентов. В связи с этим окисление применяют только в тех случаях, когда токсичные загрязнения сложно или невозможно извлечь другими способами. Например, для очистки сточных вод от цианитов, растворенных соединений мышьяка и др.

Хлор и вещества, содержащие «активный» хлор, относятся к самым распространенным окислителям. При хлорировании используют жидкий хлор, добавляемый непосредственно в сточную воду. Чаще хлор направляют в хлораторы, в которых образуется хлорированная вода. Затем ее в необходимом объеме добавляют в очищаемую сточную воду.

Путем хлорирования из сточных вод извлекают аммиак, аммонийные соли и органические соединения, содержащие аминогруппы.

Однако не все сточные воды можно подвергать хлорированию. Высокмолекулярные соединения (масла, высшие спирты) при хлорировании превращаются в более опасные соединения. При хлорировании питьевой воды с целью ее обеззараживания появляются низкомолекулярных хлоруглеводородов.

Вследствие того, что хлор имеет высокую токсичность, хлорирование опасно для обслуживающего персонала.

Для удаления железа из сточной воды используют кислород воздуха. При этом происходит окисление соединений двухвалентного железа в трехвалентное, которое затем отделяют от воды. Также с помощью

кислорода воздуха осуществляют окисление сульфидных стоков целлюлозных, нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов.

Параметры процесса окисления зависят от вида загрязнений. Например, при окислении фенолов степень окисления 97...99% можно достичь при температуре 250...300°C. Большинство промышленных сточных вод наиболее эффективно окисляются при температуре 250...270°C.

Основными недостатками жидкофазного окисления являются сложность аппаратурного оформления процесса: насосы и компрессоры высокого давления, необходимость применения дорогостоящих конструкционных материалов и высоколегированных сталей.

4.5.3. Восстановление

Очистку сточных вод восстановлением целесообразно применять в случаях, когда в них содержатся легко восстанавливаемые примеси (например, соединения ртути, хрома, мышьяка).

В процессе очистки восстановлением неорганические соединения ртути превращаются в металлическую ртуть, которую затем извлекают из воды путем отстаивания, фильтрования или флотации. Органические соединения ртути на первом этапе окисляют с разрушением соединения, а далее катиониты ртути восстанавливают до металлической ртути. Для восстановления ртути и ее соединений применяют сульфид железа, гидросульфит натрия, железный порошок, сероводород и др.

Для извлечения мышьяка из сточных вод применяют осаждение его в виде труднорастворимых соединений. При больших концентрациях мышьяка (до 110 г/л) метод очистки базируется на восстановлении мышьяковой кислоты до мышьяковистой диоксидом серы. Мышьяковистая кислота имеет небольшую растворимость в кислой и нейтральной средах и осаждается в виде триоксида мышьяка.

Основными восстановителями являются активный уголь, сульфат железа (закисного), бисульфат натрия, водород, диоксид серы, отходы органических веществ (например, газетная бумага), пиритный огарок и др.

Для реализации очистки восстановлением используют установки периодического и непрерывного действия.

На установках периодического действия сточные воды подают в реактор, затем □ восстановитель и интенсивно перемешивают в течение

30 мин. Затем подают реагент для осаждения осадка (щелочь), который удаляют из реактора.

В установках непрерывного действия сточные воды последовательно проходят через усреднитель, смеситель и нейтрализатор. В усреднителе вода находится 10...20 мин. В смеситель подается восстановитель и процесс протекает в течение 30 мин. В нейтрализаторе образуется осадок, который оседает, уплотняется и обезвреживается.

4.6. Биохимические (биологические) методы очистки сточных вод

С помощью биохимических методов осуществляют очистку хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод от различных растворенных органических и некоторых неорганических (сероводорода, аммиака, нитридов и др.) веществ. В основе процесса очистки лежит способность микроорганизмов использовать эти вещества для питания в процессе их жизнедеятельности. При этом органические вещества микроорганизмы используют в качестве источника углерода.

4.6.1. Основные показатели

Основными характеристиками сточных вод, подвергаемых биологической очистке являются величины БПК и ХПК

БПК – это биохимическая потребность в кислороде, показывающая количество кислорода, которое использовано для биохимических процессов окисления органических веществ (не включая процессы нитрификации) за определенный промежуток времени (2, 5, 8, 10, 20 суток). Измеряется БПК в мг кислорода (O_2) на 1 мг вещества. Например: БПК₅ – биохимическая потребность кислорода за пять суток.

ХПК – это химическая потребность в кислороде, характеризующая количество кислорода, равное количеству расходуемого окислителя, которое необходимо для окисления всех восстановителей, находящихся в сточной воде. ХПК также измеряют в мг O_2 на 1 мг вещества.

При контакте с органическими веществами микроорганизмы частично разрушают их и превращают в воду, диоксид углерода и др. Из другой части органических веществ образуется биомасса. Процесс разрушения органических веществ называется биохимическим окислением.

Для определения целесообразности использования биохимической очистки для промышленных сточных вод устанавливают максимальные концентрации токсичных веществ, не влияющие на процессы биохимического окисления и на работу очистных сооружений.

Различают аэробные и анаэробные методы биохимической очистки сточных вод. Аэробный метод заключается в применении аэробных групп организмов, жизнедеятельность которых требует постоянного притока кислорода при температуре 20...40 °С. При аэробной очистке жизнедеятельность микроорганизмов протекает в активном иле или биопленке. В отличие от аэробных анаэробные методы очистки реализуются в отсутствие кислорода. Область применения этих методов сводится в основном к обезвреживанию осадков.

Активный ил содержит живые организмы и твердый субстрат. Живые организмы состоят из скоплений бактерий и одиночных бактерий, простейших червей, плесневых грибов, дрожжей, а также водорослей и др. Сообщество всех живых организмов, содержащихся в активном иле, называют биоценозом.

Биохимическая активность микроорганизмов заключается в биохимической деятельности, которая связана с разрушением органических загрязнений сточных вод.

Биохимический показатель – это параметр, необходимый для расчета и эксплуатации промышленных установок для очистки сточных вод. Его значения зависят от групп сточных вод. Например, у промышленных сточных вод биохимический показатель находится в интервале 0,05...0,3), а у бытовых сточных вод он больше 0,5.

4.6.2. Очистка в природных условиях

Аэробные процессы биохимической очистки могут быть реализованы как в естественных условиях, так и в искусственных сооружениях. Очистку в природных условиях осуществляется на полях орошения, полях фильтрации и биологических прудах. В качестве искусственных сооружений используют аэротенки и биофильтры различных конструкций. Искусственные сооружения характеризуются высокой скоростью процесса очистки по сравнению со скоростью очистки в естественных условиях.

Полями орошения называют специально подготовленные земельные участки, которые используются как для очистки сточных вод, так и

агрокультурных целей. Очистка сточных вод на полях орошения протекает под влиянием почвенной микрофлоры, солнца, воздуха и под действием жизнедеятельности растений. В сточных водах, например, предприятий молочной промышленности содержатся большое количество азота и фосфора, а также все микроэлементы, которые необходимы для нормального развития растений.

Почву сточными водами орошают путем дождевания и напуска. При конструировании карт полей орошения и выборе способа полива целесообразно осуществлять предварительное отстаивание сточных вод молочных предприятий. В результате из сточной воды удаляются грубодисперсные примеси и жир, забивающие поры почвы. Для этой цели наиболее подходят осветлители с естественной аэрацией, либо осветлители-перегниватели.

Поля фильтрации служат только для биологической очистки сточных вод и на сельскохозяйственные культуры не выращиваются.

Поля орошения имеют определенные преимущества перед аэротенками: 1) низкие капитальные и эксплуатационные затраты; 2) исключен сброс стоков за пределы орошаемой площади; 3) достигаются высокие и устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур; 4) используются в сельскохозяйственном обороте малопродуктивные земли.

Биологические пруды состоят из каскада прудов, содержащий 3 – 5 ступеней. Через пруды с малой скоростью движется осветленная или биологически очищенная сточная вода. В прудах проводят биологическую очистку и доочистку сточных вод в комплексе с другими очистными сооружениями. Существуют пруды с естественной или искусственной аэрацией. Пруды с естественной аэрацией имеют небольшую глубину (0,5...1 м), они хорошо прогреваются солнцем и заселены водными организмами. Нормальная работа прудов обеспечивается соблюдением оптимальных значений рН и температуры сточных вод. Температура сточных вод не должна быть менее 6 °С. В зимнее время пруды не эксплуатируют.

4.6.3. Очистка в искусственных сооружениях

Аэротенки представляют собой железобетонные аэрируемые резервуары. Очистка в аэротенке происходит при протекании через него аэрированной смеси сточной воды и активного ила (рис. 29).

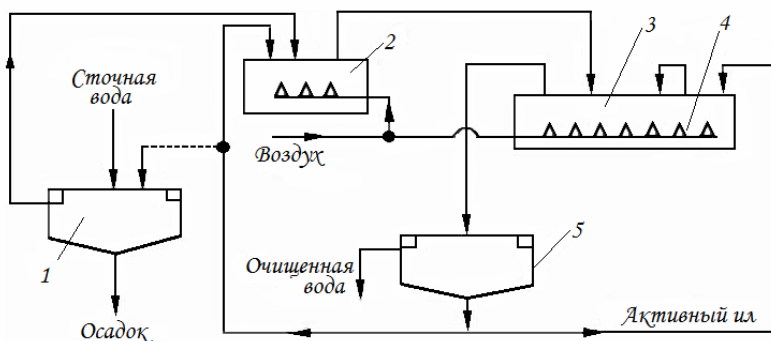


Рис. 29. Схема установки для биологической очистки:

1 – первичный отстойник; *2* – преаэрактор; *3* – аэротенк;

4 – регенератор; *5* – вторичный отстойник

Сточная вода подается в отстойник *1*, в который для улучшения осаждения взвешенных частиц дополнительно подают часть избыточного ила. Далее осветленная вода направляется в преаэрактор-усреднитель *2*, куда подают также часть избыточного ила из вторичного отстойника *5*.

В преаэраторе *2* сточная вода предварительно аэрируется в течение 15...20 мин. При необходимости в преаэрактор могут подавать нейтрализующие добавки и питательные вещества. Из усреднителя *2* сточная вода направляется в аэротенк *3*, через который циркулирует и активный ил.

Как правило, аэротенк состоит из двух частей: регенератора *4* (25% от общего объема) и аэротенка, в котором происходит процесс очистки сточной воды. Наличие регенератора позволяет очищать сточные воды с большой концентрацией. Кроме того, при этом увеличивается производительность установки.

Содержание взвешенных частиц в сточной воде перед подачей в аэротенк должно быть не более 150 мг/л и не более 25 мг/л нефтепродуктов. При этом температуру очищаемой сточной воды не должна быть менее 6 °С и более 30 °С, а ее кислотность рН = 6,5...9.

Из аэротенка сточная вода полагается во вторичный отстойник 5, в котором она отделяется от ила. Далее большая часть ила возвращается в аэротенк, а его избыток подается в преаэрактор.

Конструктивно аэротенк представляет собой открытый резервуар с устройством для принудительной аэрации. Различают аэротенки двух-, трех- и четырехкоридорные. Аэротенки имеют глубину 2...5 м.

Аэротенки классифицируют по следующим признакам: 1) по гидродинамическому режиму различают аэротенки-вытеснители, аэротенки-смесители, аэротенки промежуточного типа; 2) по способу регенерации активного ила: с отдельной регенерацией, без отдельной регенерации; 3) по нагрузке на активный ил: на высоконагружаемые (для неполной очистки), обычные и низконагружаемые (с продленной аэрацией); 4) по количеству ступеней: одно-, двух- и многоступенчатые; 5) по режиму ввода сточных вод аэротенки бывают проточные, с переменным проточным уровнем и контактные; б) по конструктивным признакам.

Наибольшее распространение имеют коридорные аэротенки, которые работают как вытеснители, смесители и с комбинированными режимами.

Биофильтры представляют собой сооружения, в корпусе которых находится кусковая насадка (загрузка) и имеются распределительные устройства для сточной воды и воздуха. В биофильтрах происходит фильтрование сточной вода через слой загрузки, которая покрыта пленкой из микроорганизмов. Микроорганизмы биопленки окисляют органические вещества, используя их в качестве источника питания и энергии. В результате из сточной воды извлекаются органические вещества, а масса активной биопленки при этом увеличивается. Отработанную (омертвевшую) биопленку смывают протекающей сточной водой и отводят из биофильтра.

В качестве загрузки применяют материалы, имеющие высокую пористость, малую плотность и большую удельную поверхность: щебень, гравий, шлак, керамзит, металлические и пластмассовые сетки, скрученные в рулоны.

Биопленка в биофильтрах выполняет такие же функции, как и активный ил в аэротенках. Она абсорбирует и перерабатывает органические вещества, находящиеся в сточных водах. Окислительная мощность биофильтров меньше чем аэротенков.

Эффективность очистки сточных вод в биофильтрах определяется биохимическими, массообменными, гидравлическими и конструкционными параметрами (БПК очищаемой сточной воды, природа органических загрязнений, скорость окисления, интенсивность дыхания микроорганизмов, масса веществ, абсорбируемых пленкой, толщина биопленки, состав обитающих в ней микроорганизмов и многие другие).

4.6.4. Анаэробные методы биохимической очистки

Анаэробные методы очистки применяют для сбраживания осадков, которые образуются при биологической очистке производственных сточных вод. Их также используют в качестве первой ступени очистки высококонцентрированных сточных вод, которые содержат органические вещества, разрушающиеся анаэробными бактериями в процессах брожения.

Процесс брожения осуществляют в метантенках, представляющих собой герметически закрытые резервуары, оборудованные устройствами для подачи несброженного и вывода сброженного осадка. Перед загрузкой в метантенок осадок необходимо подвергнуть ооэвозоживанию.

К основным параметрам анаэробного сбраживания относятся температура, влияющая на интенсивность процесса, количество загружаемого осадка и качество его перемешивания. Процесс сбраживания реализуется либо в мезофильных (при температуре 30...35 °С) либо термофильных (при температуре 50...55 °С) условиях. Полное сбраживание органических веществ в метантенках не достигается. Все вещества характеризуются своим пределом сбраживания, который зависит от их химической природы. Как правило, степень распада органических веществ равна примерно 40%.

Достижение высокой степени анаэробного сбраживания возможно при обеспечении высокой температуры процесса, интенсивного перемешивания т.д. Эффективность сбраживания уменьшается вследствие наличия катионов тяжелых металлов (меди, никеля, цинка) и др.

ТЕСТЫ

1. Природная вода – это ...
 - 1) вода бывшая в бытовом потреблении
 - 2) вода, которая не находится в потреблении
 - 3) вода, которая качественно и количественно формируется под влиянием естественных процессов при отсутствии антропогенного воздействия
 - 4) вода, которая создается искусственно (пруды и т.д.) и используется в хозяйственных нуждах
2. Денатурированная вода это ...
 - 1) природная вода, подвергаемая антропогенному воздействию
 - 2) природная вода, не подвергаемая антропогенному воздействию
 - 3) вода, которая была в бытовом потреблении
 - 4) жидкие отходы, возникающие при добычи и переработке сырья
3. По целевому назначению различают воду ...
 - 1) хозяйственную и промышленную
 - 2) хозяйственно-питьевую, техническую и полевую
 - 3) питьевую, сточную и бытовую
 - 4) денатурированную и технологическую
4. Воду, используемую в промышленности делят на:
 - 1) питьевую, технологическую и сточную
 - 2) хозяйственную и техническую
 - 3) охлаждающую, технологическую и энергетическую
 - 4) нагревательную, промывную и бытовую
5. Технологическую воду делят на:
 - 1) средообразующую, промывную и реакционную
 - 2) техническую и энергетическую
 - 3) денатурированную, хозяйственно-питьевую и охлаждающую
 - 4) средообразующую и оборотную
6. Наиболее перспективный путь уменьшения потребления свежей воды это ...
 - 1) создание современных очистных сооружений
 - 2) экономия воды
 - 3) повышение тарифов на использование воды
 - 4) создание оборотных и замкнутых систем водоснабжения
7. Для сбрасывания осадков, образующихся при биологической очистке производственных сточных вод, применяют ...

- 1) аэробные методы очистки
 - 2) очистку в природных условиях
 - 3) анаэробные методы очистки
 - 4) все ответы верны
8. Сточная вода – это ...
- 1) вода бывшая в бытовом, производственном или сельскохозяйственном потреблении, а также прошедшая через какую-либо загрязненную территорию
 - 2) жидкие отходы
 - 3) вода, которая не подвергалась антропогенному воздействию
 - 4) вода, которая формируется под влиянием естественных процессов
9. Сточную воду в зависимости от условий образования делят на ...
- 1) технологическую, циклическую и хозяйственную
 - 2) бытовую, атмосферную и промышленную
 - 3) речную и бытовую сточную
 - 4) все ответы верны
10. Промышленные сточные воды – это ...
- 1) воды, бывшие в хозяйственном потреблении
 - 2) стоки, образовавшиеся в результате атмосферных осадков
 - 3) жидкие отходы, возникающие при добыче и переработке сырья
 - 4) технологические воды, используемые для охлаждения
11. Замкнутой системой водного хозяйства промышленного предприятия называется ...
- 1) система, в которой вода используется в производстве многократно, без очистки, или после соответствующей обработки, исключающей образование каких либо отходов и сброс сточных вод в водоем
 - 2) система, в которой вода используется в производстве один раз и далее сбрасывается в водоем
 - 3) система, в которой вода не очищается и не сбрасывается в водоем
 - 4) система, в которой вода после каждого цикла тщательно очищается и далее используется в других циклах
12. Назовите методы очистки сточных вод.
- 1) гидравлические, термические, физико-химические
 - 2) пневматические и химические
 - 3) механические, химические, биологические, физико-химические и термические
 - 4) гидравлические и пневматические

13. Для удаления взвешенных частиц из сточных вод используют гидромеханические процессы ...

- 1) процеживание, отстаивание и фильтрование
- 2) адсорбция и ионный обмен
- 3) флотацию, экстракцию и флокуляцию
- 4) коагуляцию и ректификацию

14. Для процеживания применяют ...

- 1) фильтрующие ткани
- 2) решетки и сетки
- 3) адсорбенты
- 4) фильтрующие решетки

15. Процеживание применяют для извлечения ...

- 1) мельчайших примесей
- 2) среднего и мелкого мусора
- 3) крупных примесей
- 4) всплывающих примесей

16. Решетки, применяемые для процеживания, очищают...

- 1) продувкой
- 2) промывкой напором воды
- 3) граблями
- 4) ручную

17. Сита служат для ...

- 1) улавливания мелких взвешенных частиц и ценных продуктов
- 2) улавливания крупного мусора
- 3) улавливания мельчайших примесей
- 4) улавливания средних и мелких примесей

18. Отстаивание применяют для ...

- 1) осаждения мелкодисперсных примесей
- 2) осаждения крупного мусора
- 3) осаждения грубодисперсных примесей
- 4) осаждения мелких и средних примесей

19. Осветлителями называются ...

1) сооружения, в которых одновременно с отстаиванием происходит фильтрация сточных вод через слой взвешенных частиц

2) сооружения, в которых применяются специальные вещества для осветления сточных вод

3) сооружения, в которых не происходит отстаивание, но происходит фильтрация

- 4) сооружения для реализации процесса адсорбции
20. **Дополните.** Работа песколовок основана на использовании ... сил.
- 1) центробежных
 - 2) гравитационных
 - 3) центростремительных
 - 4) центробежных и гравитационных
21. Какое сооружение является основным в каждой очистной станции?
- 1) отстойник
 - 2) фильтр
 - 3) циклон
 - 4) песколовка
22. В зависимости от назначения отстойников в технологической схеме очистной станции их делят на ...
- 1) простые и сложные
 - 2) периодического и непрерывного действия
 - 3) проточные и контактные
 - 4) первичные и вторичные
23. Как называются отстойники перед сооружениями для биологической очистки сточных вод?
- 1) вторичные
 - 2) первичные
 - 3) периодические
 - 4) непрерывные
24. **Дополните.** Вторичные отстойники применяются для осветления сточных вод, прошедших ... очистку.
- 1) биологическую
 - 2) механическую
 - 3) химическую
 - 4) физико-химическую
25. По направлению движения основного потока жидкости отстойники не делятся на ...
- 1) проточные
 - 2) горизонтальные
 - 3) радиальные
 - 4) контактные

26. Назовите методы повышения эффективности отстаивания в радиальном отстойнике?

- 1) увеличение скорости осаждения
- 2) увеличение размеров частиц коагуляцией или флокуляцией
- 3) уменьшение вязкости сточной воды нагреванием
- 4) все ответы верны

27. Процесс отстаивания используют также для очистки сточных вод от ...

- 1) всплывающих примесей
- 2) растворимых газов
- 3) минеральных веществ
- 4) органических веществ

28. Нефтеловушки применяют для очистки сточных вод, содержащих ...

- 1) грубодиспергированные нефть и нефтепродукты при концентрации их в сточной воде менее 100 мг/л
- 2) мелкие взвешенные вещества
- 3) грубодиспергированные примеси
- 4) грубодиспергированные нефть и нефтепродукты при концентрации их в сточной воде более 100 мг/л

29. Физико-химические методы очистки сточных вод **НЕ** используют ...

- 1) для удаления грубодиспергированных примесей
- 2) для удаления тонкодисперсных взвешенных частиц
- 3) для удаления растворимых газов
- 4) все ответы верны

30. Процесс укрупнения дисперсных частиц в результате их взаимодействия и объединения в агрегаты называется ...

- 1) флокуляция
- 2) коагуляция
- 3) флотация
- 4) экстракция

31. В процессе очистки сточных вод коагуляция происходит под влиянием добавления ...

- 1) коагулянтов
- 2) ионитов
- 3) флокулянтов
- 4) экстрагентов

32. Что используют как правило в качестве коагулянтов?

- 1) оксиды Na
- 2) ионы Au
- 3) соли Zn
- 4) соли Al, Fe и их смеси

33. Флокуляция – это ...

- 1) процесс агрегации взвеси частиц при добавлении в воду высокомолекулярных соединений
- 2) процесс укрупнения дисперсных частиц в результате из взаимодействия и объединения в агрегаты
- 3) процесс агрегации взвеси частиц при добавлении в воду низкомолекулярных соединений
- 4) процесс укрупнения отдельных частиц при добавлении в воду высокомолекулярных соединений

34. Укажите недостаток использования флокулянтов:

- 1) уменьшение дозы коагулянтов
- 2) уменьшение продолжительности процесса коагуляции
- 3) повышение скорости осаждения образующихся хлопьев
- 4) их дороговизна

35. Для удаления из сточных вод каких примесей применяется флотация?

- 1) нерастворимых диспергированных примесей, которые самопроизвольно плохо отстаиваются
- 2) для очистки сточных вод от фенолов, пестицидов и др.
- 3) для очистки от масел, ионов металлов
- 4) растворимых диспергированных примесей

36. Что является непременным условием флотации?

- 1) предварительная очистка сточных вод
- 2) аэрация сточных вод
- 3) агрегация взвеси частиц
- 4) предварительное укрупнение частиц

37. Какой способ флотации применяется для очистки сточных вод, содержащих очень мелкие частицы загрязнений?

- 1) флотация с выделением воздуха из раствора
- 2) флотация с механическим диспергированием воздуха
- 3) флотация с подачей воздуха через пористые материалы
- 4) электрофлотация

38. При каком способе флотации сточную воду предварительно насыщают воздухом при атмосферном давлении в аэрационной камере, а затем направляют во флотационную камеру?

- 1) вакуумной флотации
- 2) химической флотации
- 3) ионной флотации
- 4) биологической флотации

39. Какой метод используется для очистки сточных вод от фенолов, гербицидов, пестицидов, красителей?

- 1) флотация
- 2) адсорбция
- 3) флокуляция
- 4) коагуляция

40. В каких случаях применяется ионно-обменная очистка сточных вод?

1) для очистки сточных вод от фенолов, гербицидов, пестицидов, красителей

2) для очистки сточных вод, содержащих очень мелкие частицы загрязнений

3) для нерастворимых диспергированных примесей, которые самопроизвольно плохо отстаиваются

4) для извлечения из сточных вод металлов, а также соединений мышьяка, фосфора, цианистых соединений и радиоактивных веществ

41. Ионный обмен – это ...

1) процесс взаимодействия раствора с твердой фазой, обладающей свойствами обменивать ионы, содержащиеся в ней на другие ионы, присутствующие в растворе

2) процесс взаимодействия раствора с жидкой фазой, обладающей свойствами обменивать ионы, содержащиеся в ней на другие ионы, присутствующие в растворе

3) процесс взаимодействия раствора с газовой фазой, обладающей свойствами обменивать ионы, содержащиеся в ней на другие ионы, присутствующие в растворе

4) процесс взаимодействия раствора с твердой фазой, не обладающей свойствами обменивать ионы, содержащиеся в ней на другие ионы, присутствующие в растворе

42. Чем определяется целесообразность использования экстракции для очистки сточных вод?

- 1) стоимостью экстрагента
 - 2) концентрацией органических примесей в воде
 - 3) размерами пузырьков воздуха
 - 4) продолжительностью процесса
43. К химическим методам очистки сточных вод **НЕ** относят:
- 1) нейтрализацию
 - 2) окисление
 - 3) восстановление
 - 4) регенерацию
44. Химические методы не используют:
- 1) для удаления нерастворимых веществ
 - 2) в замкнутых системах водоснабжения
 - 3) в качестве метода доочистки сточных вод
 - 4) для удаления растворимых веществ
45. Какие методы применяют для очистки хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод от многих растворенных органических и некоторых неорганических веществ?
- 1) физико-химические методы
 - 2) биохимические методы
 - 3) химические методы
 - 4) механические методы
46. **Дополните.** Процесс очистки основан на способности ... использовать растворенные органические и некоторые неорганические вещества для питания в процессе жизнедеятельности.
- 1) человека
 - 2) животных
 - 3) микроорганизмов
 - 4) растений
47. На чем основан аэробный метод очистки сточных вод?
- 1) на использовании аэробных групп организмов, для жизнедеятельности которых необходим постоянный приток кислорода
 - 2) на использовании анаэробных групп организмов
 - 3) на использовании аэробных групп организмов, для жизнедеятельности которых постоянный приток кислорода неважен
 - 4) на использовании одного анаэробного организма
48. Назовите условие, при котором протекает анаэробный метод очистки сточных вод:
- 1) только при температуре ниже 0 °С

2) только при температуре выше 0 °С

3) обязателен доступ кислорода

4) доступ кислорода отсутствует

49. Что **НЕ** относится к природным условиям очистки?

1) аэротенки

2) поля орошения

3) поля фильтрации

4) биологические пруды

50. Специально подготовленные земельные участки, используемые одновременно для очистки сточных вод и агрокультурных целей – это ...

1) биологические пруды

2) поля орошения

3) поля фильтрации

4) биофильтры

51. **Дайте определение.** Поля фильтрации – это ...

1) специально подготовленные земельные участки, используемые одновременно для очистки сточных вод и агрокультурных целей

2) каскад прудов, состоящий из 3–5 ступеней, через которые с небольшой скоростью протекает биологически очищенная сточная вода

3) поля, где не выращиваются сельхоз культуры и они предназначены только для биологической очистки сточных вод

4) земельные участки, используемые для агрокультурных целей

52. **Дайте определение.** Биологические пруды – это ...

1) поля, где не выращиваются сельхоз культуры и они предназначены только для биологической очистки сточных вод

2) специально подготовленные земельные участки, используемые одновременно для очистки сточных вод и агрокультурных целей

3) каскад прудов, состоящий из 3–5 ступеней, через которые с небольшой скоростью протекает биологически очищенная сточная вода

4) пруды, предназначенные только для доочистки сточных вод

5. ПЕРЕРАБОТКА ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

Отходами как правило называют различные по составу и физико-химическим свойствам остатки, которые пригодны для дальнейшего использования и являются по своей природе вторичным материальным ресурсом (ВМР). Дальнейшее использование отходов в производстве сопровождается определенными дополнительными операциями для придания им требуемых свойств.

Большое количество твердых отходов во многих отраслях промышленности обусловлено существующим уровнем технологии переработки соответствующего сырья. Удаление отходов и их хранение относятся к чрезвычайно дорогим мероприятиям. Однако значительную часть твердых отходов промышленных предприятий можно эффективно использовать в народном хозяйстве.

Различные виды твердых отходов, большое разнообразие состава даже одноименных отходов существенно усложняют задачи их утилизации. В тоже время, различные технологии рекуперации твердых отходов как правило основываются на методах, совокупность которых позволяет утилизировать вторичные материальные ресурсы или перерабатывать их в целевые продукты.

5.1. Механическая, механотермическая и термическая переработка

К механическим, механотермическим и термическим методам подготовки и переработки твердых отходов относятся дробление, измельчение, классификации и сортировка, окускование и др.

Большинство химических диффузионных и биологических процессов значительно интенсифицируются при уменьшении размера кусков перерабатываемого материала. Поэтому перед технологическими операциями переработки твердых отходов целесообразно уменьшить размеров их кусков дроблением. Процесс *дробления* материала, а также дальнейшая его классификация имеют важное значение в технологии рекуперации твердых отходов.

В процессе дробления крупных кусков перерабатываемых материалов получают частицы продукта размером до 5 мм. Дроблением перерабатывают вышедшие из употребления резиновые технические изделия,

отвалы фосфогипса, отходы древесных, некоторых пластмасс, строительных и других материалов.

Для реализации процесса дробления твердых отходов, как правило, применяют щековые, конусные, валковые и роторные дробилки различных типов. Для переработки крупногабаритных отходов используют копровые механизмы, дисковые плиты, ленточнопильные станки и некоторые другие механизмы, и приемы (например, взрыв). На выбор типа дробилки оказывают влияние прочность, упругость, исходные и конечные размеры перерабатываемого материала, а также требуемая производительность.

Для получения продукта с размерами частиц менее 5 мм из крупнокусковых отходов применяют процесс *помола* твердых материалов.

Этот процесс широко применяют в технологии рекуперации твердых отходов при переработке топливных и металлургических шлаков и др.

Процесс помола твердых отходов, как правило, реализуется в стержневых, шаровых и ножевых мельницах, реже в дезинтеграторах, дисковых и кольцевых мельницах, бегунах. Пластмассы и резиновые технические изделия нередко измельчают при низких температурах (криогенное измельчение).

Процесс *классификации* применяется для разделения твердых отходов на фракции по размеру частиц. Основным методом классификации является грохочение (рассев) кусков перерабатываемого материала. Грохочение представляет собой процесс разделения на классы по размеру частиц материала в процессе его движения по перфорированной разделительной поверхности. В качестве последних используют колосниковые решетки, проволочные сетки и щелевидные сита, выполненные из различных материалов. При этом разделительные поверхности имеют отверстия различных форм и размеров.

Гранулированием осуществляют формирование агрегатов обычно шарообразной или цилиндрической формы из порошков, паст, расплавов или растворов перерабатываемых материалов. Процесс гранулирования основан на различных способах обработки материалов.

Гранулирование порошкообразных материалов окатыванием как правило реализуют в ротационных (барабанных, тарельчатых, центробежных, лопастных) и вибрационных грануляторах различных конструкций. Производительность грануляторов и характеристики получаемого продукта определяются свойствами исходных материалов, а также технологическими и конструктивными факторами.

Гранулирование порошков прессованием характеризуется промежуточной стадией упругопластического сжатия (пластикации) их частиц, происходящего под действием давления и нагрева (иногда при перемешивании) с образованием коагуляционной структуры, способной к быстрому переходу в кристаллизацию. Гранулирование прессованием осуществляют в валковых и таблеточных машинах различной конструкции, червячных и ленточных прессах и дисковых экструдерах. При этом получают агломераты различной формы и размеров.

Брикетирование широко применяется в практике утилизации твердых отходов в качестве подготовительных и операций. В процессе подготовительных операций отходам придается компактность, которая обеспечивает хорошие условия для транспортирования, хранения, а также их переработки. Процесс самостоятельных операций предусматривает изготовление твердых продуктов из отходов.

Брикетирование дисперсных материалов проводят без связующего при давлениях прессования, превышающих 80 МПа, и с добавками связующих при давлениях менее 15...25 МПа. На процессе брикетирования дисперсных материалов существенное влияние состав, влажность и крупность материала, температура, удельное давление и продолжительность прессования. Необходимое удельное давления прессования обычно находится в обратной зависимости от влажности материала. Перед брикетированием материал обычно подвергают грохочению (классификации), дроблению (при необходимости), сушке, охлаждению и другим подготовительным операциям.

Процесс брикетирования твердых отходов реализуется на различных прессовых механизмах. При брикетировании дисперсных материалов наиболее широко применяют штемпельные, вальцевые и кольцевые прессы различной конструкции.

Метод высокотемпературной агломерации используют при переработке пылей, окалины и мелочи рудного сырья в металлургических производствах и других дисперсных железосодержащих отходов. Для проведения агломерации на основе таких ВМР приготавливают шихту, включающую твердое топливо, и другие компоненты.

5.2. Термохимическая обработка твердых отходов

При утилизации и переработке твердых отходов применяют различные методы термической обработки исходных твердых материалов и полученных продуктов. К ним относятся различные приемы пиролиза, переплава, обжига и огневого обезвреживания (сжигания) различных видов твердых отходов на органической основе. *Пиролизом* называется процесс разложения органических соединений под действием высоких температур при отсутствии или недостатке кислорода. Для пиролиза характерно протекание реакций взаимодействия и уплотнения остаточных фрагментов исходных молекул. В результате пиролиза происходит расщепление органической массы, рекомбинация продуктов расщепления с получением твердого остатка, смолы, газа.

Процесс пиролиза отличается от процесса *газификации*. Под газификацией понимается термохимический высокотемпературный процесс взаимодействия органической массы или продуктов ее термической переработки с газифицирующими агентами. В результате пиролиза органическая часть или продукты ее термической переработки превращаются в горючие газы. Газифицирующими агентами являются воздух, кислород, водяной пар, диоксид углерода, а также их смеси.

Процессы пиролиза отходов применяются более широко, чем газификация. С помощью пиролиза перерабатываются твердые бытовые и близкие к ним по составу промышленные отходы, отходы пластмасс, резины (в том числе, автомобильные покрышки), другие органические отходы.

Для процесса пиролиза характерны более высокие санитарно-технические показатели по сравнению со сжиганием отходов. Пиролиз характеризуется небольшим количеством отходящих газов, которые необходимо подвергать очистке. При этом также значительно уменьшается количество твердого остатка, который получается в процессе высокотемпературного пиролиза. Получаемый при этом твердый остаток может находить практическое применение в виде сажи, активированного угля и т.д. Следовательно, реализация процесса пиролиза отходов могут быть практически безотходной.

Преимущества высокотемпературного пиролиза: высокая интенсивность преобразования исходного вещества; большая продолжительность теплового воздействия на отходы; более полное выделение летучих продуктов; малый объем остатка по завершении процесса.

Различают высокотемпературные (агломерация, обжиг окатышей) и низкотемпературные (без обжига) методы окускования.

Агломерация заключается в нагреве мелких зерен шихты до температуры их размягчения и частичного плавления. При этом происходит слипание зерен шихты. Затем при последующем быстром охлаждении происходит их кристаллизация и образуется пористый и прочный кусковой продукт, который может применяться для дальнейшей переработки в металлургии.

5.3. Обогащение

В практике рекуперации твердых промышленных отходов применяют различные методы обогащения перерабатываемых материалов. Различают следующие методы обогащения: гравитационные, магнитные, электрические, флотационные и специальные.

Сущность *гравитационных методов* обогащения заключается в различных скоростях падения в жидкой (воздушной) среде частиц, различающихся по размеру и плотности. Гравитационное обогащение осуществляется в водной, воздушной или в тяжёлой среде, сепараторах, гидроциклонах, отсадочных машинах, на концентрационных столах и т.п.

Отсадкой называется процесс разделения частиц по плотности под действием воды (воздуха), которые проходят через решето отсадочной машины.

В процессе осаждения происходит расслаивание материала. При этом в нижнем слое скапливаются тяжелые частицы, а в самом верхнем – легкие мелкие. Затем полученные в результате разделения слои выводят из отсадочной машины.

Обогащение в тяжелых суспензиях и жидкостях заключается в разделии материалов по плотности в гравитационном или центробежном поле. При этом суспензия или жидкость имеют плотность промежуточную между плотностью разделяемых частиц.

В качестве тяжелых жидкостей используют растворы хлоридов кальция и цинка, тетраоксида углерода, хлорного олова и другие.

Для обогащения в тяжелых средах наиболее применяют барабанные, конусные, гидроциклонные сепараторы.

Размер частиц материалов, выделяемых с помощью *флотации*, обычно не превышает 0,5 мм. Наиболее широко применяют пенную

флотацию, осуществляемую в механических и пневмомеханических флотаторах.

С помощью *магнитных* методов отделяют парамагнитные (слабомагнитные) и ферромагнитные (сильномагнитные) компоненты и смеси твердых материалов от их диамагнитных (немагнитных) составляемых.

Для обогащения слабомагнитных материалов используют сильные магнитные поля, а для сильномагнитных □ слабые поля. В промышленных сепараторах применяют как правило постоянные или переменные магнитные поля, реже комбинированные.

Перед магнитной сепарацией материалы как правило подвергают предварительной обработке (дробление, грохочение, обесшламливание и т. д.).

Магнитное обогащение материалов с размером частиц 3...50 мм осуществляют, как правило, сухом способом, материалов менее 3 мм – мокрым.

5.4. Физико-химическое выделение компонентов при участии жидкой фазы

Для утилизации твердых промышленных отходов часто используют методы выщелачивания (экстрагирования), растворения и кристаллизации перерабатываемых материалов.

Выщелачивание (экстрагирование) заключается в извлечении одного или нескольких компонентов из твердого материала путем его (их) избирательного растворения в жидкости, которая называется экстрагентом.

В зависимости от характера физико-химических процессов, протекающих при выщелачивании, различают простое растворение (целевой компонент извлекается в раствор в составе присутствующего в исходном материале соединения) и выщелачивание и химической реакцией (целевой компонент, находящейся в исходном материале в составе малорастворимого соединения, переходит в хорошо растворимую форму).

Растворение заключается в гетерогенном взаимодействии между жидкостью и твердым веществом, которое сопровождается переходом последнего в раствор. Процесс растворения широко применяется в процессе утилизации многих твердых отходов.

Кристаллизация. Выделение твердой фазы в виде кристаллов из насыщенных растворов, расплавов или паров имеет большое распространение при переработке различных твердых отходов.

ТЕСТЫ

1. Высокотемпературная агломерация применяется для переработки ...
 - 1) дисперсных железосодержащих отходов +
 - 2) дисперсных органических отходов
 - 3) дисперсных минеральных отходов
 - 4) все ответы верны
2. Различные по составу и физико-химическим свойствам остатки, пригодные для дальнейшего использования называются ...
 - 1) полезными ресурсами
 - 2) вредными ресурсами
 - 3) материальными ресурсами
 - 4) отходами +
3. Перед магнитной сепарацией материалы целесообразно подвергать ...
 - 1) дроблению
 - 2) грохочению
 - 3) обесшламливанию
 - 4) все ответы верны +
4. Брикетирование дисперсных материалов проводят ...
 - 1) без добавления связующего при давлениях прессования более 80 МПа +
 - 2) без добавления связующего
 - 3) с добавлением связующего
 - 4) с добавлением связующего путем окатывания
5. На процесс брикетирования **НЕ** влияет ...
 - 1) влажность зернистого материала
 - 2) крупность зернистого материала
 - 3) время прессования
 - 4) все ответы верны +
6. Какой способ применяют для магнитного обогащения материалов с размером частиц 35 мм?
 - 1) мокрый
 - 2) сухой +
 - 3) влажный
 - 4) все ответы верны
7. Какой способ применяют для магнитного обогащения материалов с размером частиц 1,5 мм?

- 1) мокрый +
- 2) сухой
- 3) влажный
- 4) все ответы верны

8. Процесс гетерогенного взаимодействия между жидкостью и твердым веществом, который сопровождается переходом твердого вещества в раствор, называется ...

- 1) кристаллизацией
- 2) выщелачиванием
- 3) растворением +
- 4) экстрагированием

9. Метод извлечения одного или нескольких компонентов из твердого материала путем его (их) избирательного растворения в жидкости называется ...

- 1) кристаллизацией
- 2) экстрагированием +
- 3) растворением
- 4) выпариванием

10. Различают следующие методы обогащения перерабатываемых материалов ...

- 1) гравитационные
- 2) магнитные
- 3) специальные
- 4) электрические
- 5) все ответы верны +

11. Каким способом осуществляют магнитное обогащение материалов с размером частиц 3...50 мм?

- 1) мокрым
- 2) сухим +
- 3) влажным
- 4) все ответы верны

12. Каким способом осуществляют магнитное обогащение материалов с размером частиц менее 3мм?

- 1) сухим
- 2) влажным
- 3) мокрым +
- 4) все ответы верны

13. Процесс разделения частиц по плотности под действием воды или воздуха называется ...

- 1) усадкой
- 2) отсадкой +
- 3) грохочением
- 4) классификацией

14. В какой среде осуществляется гравитационное обогащение твердых промышленных отходов?

- 1) водной
- 2) воздушной
- 3) тяжелой
- 4) все ответы верны +

15. Процесс нагрева мелких зерен шихты до температуры их размягчения и частичного плавления называется ...

- 1) гранулирование
- 2) кристаллизация
- 3) брикетирование
- 4) агломерация +

6. ПОНЯТИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

В последние годы в России пересматриваются приоритеты в природоохранной политике, основанные на учете ПДК и других норм и нормативных воздействий на природу. Причина заключается в невысокой эффективности нормативного подхода из-за возможности субъективизма при установлении «нормы» и манипулирования этим понятием. В связи с этим в государственной экологической политике в условиях увеличивающихся загрязнения постепенно переходят к концепции *экологического риска*.

Экологическим риском называется оценка на всех уровнях вероятности появления отрицательных изменений в окружающей среде, вызванных антропогенным или иным воздействием. Под экологическим риском понимают также вероятностную меру опасности причинения вреда природной среде в виде возможных потерь за определенное время. Вред природной среде при различных антропогенных и стихийных воздействиях, очевидно, неизбежен. Однако необходимо стремиться к тому, чтобы вред природной среде был минимальным и экономически оправданным. При принятии тех или иных хозяйственных решений определяющим должен быть тот факт, чтобы при этом не превышались пределы вредного воздействия на природную среду. Установить эти пределы чрезвычайно сложно, так как пороги воздействия многих антропогенных и природных факторов неизвестны. В связи с этим расчеты экологического риска должны быть вероятностными и многовариантными, с выделением риска для здоровья человека и природной среды.

Оценке допустимого экологического риска уделяется повышенное внимание, особенно при принятии решений об инвестициях в новое производство. При этом в случае антропогенного воздействия различают следующие правила допустимого экологического риска: 1) потери в природной среде неизбежны; 2) потери в природной среде должны быть минимальными; 3) существует реальная возможность восстановить потери в природной среде; 4) отсутствие вреда здоровью человека и необратимость изменений в природной среде; 5) сопоставимость экологического вреда и экономического эффекта.

Различают следующие составляющие экологического риска:

- 1) оценку состояния здоровья человека и возможного числа жертв;
- 2) оценку состояния биоты по биологическим интегральным показателям;

3) оценку воздействия загрязняющих веществ, техногенных аварий и стихийных бедствий на человека и окружающую природную среду.

Так, например, при оценке риска стихийных бедствий необходимо рассчитывать возможное число погибших и пострадавших людей, а также экономические потери. При этом на первом этапе получают фактический материал о природных опасностях на исследуемой территории. Затем оценивают их самые опасные типы и частоту возникновения. После чего составляют карту (или серию карт), которая показывает вероятность развития опасных процессов. Кроме оценки риска следует организовывать и управление риском. Управление риском заключается в принятии целого комплекса решений (политических, социальных, технических и экономических), которые направлены на уменьшение величины риска до допустимого уровня. На основе анализа природных опасностей и уязвимости среды, выполненного совместно с проектировщиками, экономистами и социологами, определяют риск и разрабатывают карты риска. На картах риска обозначают территории различной степени риска. С их помощью можно эффективно решать вопросы по управлению риском и планированию социально-экономического развития региона (области, района, города).

В пределах регионов повышенного экологического риска выделяют зоны: 1) постоянного загрязнения окружающей среды; 2) повышенной экологической опасности; 3) чрезвычайной экологической ситуации; 4) экологического бедствия.

К зонам чрезвычайной экологической ситуации относят территории, на которых в результате воздействия негативных антропогенных факторов происходят устойчивые отрицательные изменения окружающей среды, которые угрожают здоровью населения, состоянию естественных экосистем, генофондам растений и животных. Примерами таких зон в Российской Федерации являются районы Северного Прикаспия, Байкала, Кольского полуострова, рекреационные зоны побережий Черного и Азовского морей и др.

Зоной экологического бедствия является часть территории Российской Федерации, характеризующейся необратимыми изменениями окружающей среды, повлекшими за собой значительное ухудшение здоровья населения, разрушение естественных экосистем, деградацию флоры и фауны. Эти зоны объявляются указами Президента или постановлениями Правительства России по результатам государственной экологической экспертизы. Примерами зон экологического бедствия являются

зона влияния аварии на Чернобыльской АЭС, а также Кузбасс, степные районы Калмыкии.

Правовой режим и финансирование затрат по оздоровлению окружающей среды определяются принадлежностью территории к конкретной зоне повышенного экологического риска.

ТЕСТЫ

1. Дайте верное определение экологического риска.
 - 1) опасность причинения вреда природной среде
 - 2) оценка на всех уровнях вероятности появления негативных изменений в окружающей среде, вызванных антропогенным или иным воздействием+
 - 3) высокий уровень причинения вреда окружающей среде
 - 4) количественная характеристика действия опасностей, формируемых конкретной деятельностью человека
2. В случае антропогенного воздействия **НЕ** учитывается следующее правило допустимого экологического риска:
 - 1) неизбежность потерь в природной среде
 - 2) минимальность потерь в природной среде
 - 3) реальная возможность восстановления потерь в природной среде
 - 4) отсутствие вреда здоровью человека и необратимость изменений в природной среде
 - 5) соразмерность экологического вреда и экономического эффекта
 - 6) максимальные потери в природной среде+
3. В составляющие экологического риска **НЕ** входит ...
 - 1) оценка состояния коммуникаций+
 - 2) оценка состояния здоровья человека и возможного числа жертв
 - 3) оценка состояния биоты
 - 4) оценка воздействия загрязняющих веществ техногенных аварий и стихийных бедствий на человека и окружающую природную среду
4. Какими должны быть расчеты экологического риска?
 - 1) вероятностными
 - 2) многовариантными
 - 3) с выделением риска для здоровья человека и природной среды
 - 4) все ответы верны +
 5. Существуют следующие зоны в регионах повышенного экологического риска ...

- 1) повышенной экологической опасности
 - 2) экологического бедствия
 - 3) хронического загрязнения окружающей среды
 - 4) все ответы верны +
6. Сколько выделяют составляющих экологического риска?
- 1) две
 - 2) три +
 - 3) четыре
 - 4) пять
7. Что **НЕ** относится к составляющим экологического риска?
- 1) оценка состояния здоровья человека и возможного числа жертв
 - 2) оценка предельно-допустимых концентраций +
 - 3) оценка состояния биоты по биологическим интегральным показателям
 - 4) оценка воздействия загрязняющих веществ, техногенных аварий и стихийных бедствий на человека и окружающую природную среду
8. Зоны чрезвычайной экологической ситуации возникают вследствие воздействия ...
- 1) негативных природных факторов
 - 2) негативных технологических факторов
 - 3) негативных антропогенных факторов +
 - 4) все ответы верны
9. Для зон чрезвычайной экологической ситуации характерно ...
- 1) устойчивые положительные изменения окружающей среды
 - 2) устойчивые отрицательные изменения окружающей среды +
 - 3) устойчивое состояние окружающей среды
 - 4) нет верного ответа
10. С какой целью составляют карты риска?
- 1) для эффективного управления риском +
 - 2) для оценки риска
 - 3) для оценки изменения окружающей среды
 - 4) все ответы верны
11. Что указывают на картах риска?
- 1) генеральный план
 - 2) территории различной степени риска +
 - 3) ситуационный план
 - 4) все ответы верны

7. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Градостроительный кодекс РФ (№ 73 ФЗ 1998) (ред. от 30.12.2015) предписывает вести градостроительную деятельность с соблюдением соответствующих установленных требований об охране окружающей среды.

Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 29.12.2015) «Об охране окружающей среды» устанавливает особые экологические требования при проектировании, строительстве, реконструкции городов и других населенных пунктов. В соответствии с этим законом проектирование, строительство, реконструкция объектов градостроения должны отвечать требованиям санитарно-эпидемиологического и природоохранного законодательства РФ.

Общие санитарно-эпидемиологические требования, которые предъявляются к планировке и застройке городов, установлены Федеральным законом от 30.03.1999 № 52-ФЗ (ред. от 28.11.2015) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

В соответствии с этим законом планировка и застройка городов должна обеспечивать благоприятные условия для жизни и здоровья населения. Для этого необходимо осуществлять комплексное благоустройство, а также предусматривать различные меры по предупреждению и исключению вредного воздействия на людей факторов окружающей среды.

Одним из важных инструментов, служащим для исключения отрицательного воздействия на состояние окружающей среды, является процедура оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС).

ОВОС планируемой хозяйственной и другой деятельности на окружающую среду – это процесс, который способствует принятию экологически ориентированных управленческих решений о реализации намечаемой хозяйственной и другой деятельности путем определения возможных неблагоприятных воздействий, оценки экологических последствий, учета общественного мнения, разработки мер по уменьшению и предотвращению воздействий.

В основе проведения ОВОС лежит принцип презумпции потенциальной экологической опасности любой планируемой хозяйственной или иной деятельности, т.е. потенциальной экологической опасности любой деятельности. При этом оценку необходимо обязательно проводить на всех этапах подготовки документации, которая обосновывает

хозяйственную и другую деятельность, до государственной экологической экспертизы документации.

К основным результатам ОВОС относятся:

1) информация о характере и масштабах воздействия на окружающую среду планируемой деятельности, возможных вариантах ее реализации, оценке экологических и связанных с ними социально-экономических и других последствий этого воздействия и их значимости, возможности уменьшения воздействий;

2) исследование и учет общественных предпочтений при принятии заказчиком решений, связанных с планируемой деятельностью.

В соответствии со своими функциям и особенностями ОВОС является инструментом превентивного характера. на любой стадии разработки проекта В связи с этим ОВОС – процесс, гарантирующий, что до принятия решения по реализации какой-либо хозяйственной деятельности приняты во внимание все экологические последствия.

Процедура ОВОС позволяет проанализировать возможные воздействия на окружающую среду и документально их оформить. Затем организовать общественные слушания по анализу отчета и учесть все комментарии граждан и представить отчет с окончательным решением. Предусматривается также информирование общественности об окончательном решении.

Главными цели ОВОС являются:

1) оценка возможных изменений в природных и антропогенных экосистемах;

2) предложение альтернативных проектов с различными экологическими последствиями;

3) доведение до сведения администрации о возможных последствиях реализации планируемого проекта;

4) не допущение ухудшения окружающей среды при реализации возможных альтернативных решений;

5) информирование общественности о причинах положительного решения на реализацию проекта и возможных экологических последствиях;

6) обеспечение сотрудничества заинтересованных сторон;

7) стимулирование дальнейшего участия общественности в процессах принятия решений, связанных с хозяйственной деятельностью.

ОВОС является обязательной процедурой и всегда реализуется на начальной стадии разработки проекта. Координация по разработке ОВОС выполняется компетентными органами.

Насколько должна быть развернутой оценка воздействий определяется стадией принятия решений. При этом различаются также цели ОВОС. Например, при проведении ОВОС в процессе выбора площадки строительства, разработки технико-экономических обоснований (ТЭО) и проектов строительства целями являются:

1) тщательный анализ всех прогнозируемых достоинств и вреда экологического, экономического и социального характера, вызванных хозяйственной деятельностью;

2) поиск эффективных проектных решений.

Проектные решения должны: не допускать ухудшения окружающей среды; обеспечивать социально-эколого-экономическую сбалансированность хозяйственного развития; улучшать условия жизни людей; содействовать разработке эффективных мер по снижению уровня вынужденных неблагоприятных воздействий на окружающую среду до приемлемого уровня.

Известно, что хозяйственная деятельность оказывает влияние практически на все земные объекты. Вследствие этого оценка воздействий осуществляется в отношении следующих объектов: флора, фауна, почва, воздух, вода, климат, ландшафт, исторические памятники и другие материальные объекты.

К основным функциям ОВОС относятся:

1. Выявление, анализ, оценка и учет в проектных решениях:

– предполагаемых воздействий планируемой хозяйственной деятельности;

– изменений в окружающей среде в результате предполагаемых воздействий;

– последствий для общества и экосистемы вследствие изменений в окружающей среде.

2. Выявление, анализ и сравнение всех возможных вариантов (вплоть до отказа от деятельности) на основе социально-эколого-экономических оценок каждой из них.

3. Формализация, заключающаяся в том, что заказчик представляет результаты проведенных процедур ОВОС в процессе разработки проектного замысла на различных стадиях проектирования.

Следовательно, ОВОС – это инструмент для принятия решений. Результаты ОВОС должны представлять четкую картину исследованных альтернативных вариантов развития, а также их последствий для общества и экосистемы.

ОВОС базируется на следующих принципах.

1. Обязательность. В полном объеме проводить процедуру ОВОС необходимо для следующих видов объектов хозяйственной деятельности. Ниже названы лишь некоторые объекты.

1. Нефтеочистительные заводы.

2. Тепловые электростанции и другие установки для сжигания тепловой мощностью 300 МВт или более, а также атомные электростанции и другие сооружения с ядерными реакторами.

3. Установки, предназначенные исключительно для производства или обогащения ядерного топлива, регенерации отработанного ядерного топлива или сбора, удаления и переработки радиоактивных отходов.

4. Крупные установки для доменного и мартеновского производства и предприятия цветной металлургии.

5. Установки для извлечения асбеста и переработки и преобразования асбеста и асбестосодержащих продуктов: в отношении асбестоцементных продуктов.

6. Химические комбинаты.

7. Строительство автомагистралей, скоростных дорог, трасс для железных дорог дальнего сообщения и аэропортов с длиной основной взлетно-посадочной полосы в 2100 метров или более.

8. Нефте- и газопроводы с трубами большого диаметра.

9. Крупные плотины высотой 15 м и более, водохранилища с площадью поверхности 2 кв. км и более, магистральные каналы, гидромелиоративные системы и системы водоснабжения крупных городов.

Для других видов хозяйственной деятельности, которые не вошли в этот список, обязательно разрабатывается «проект Заявления о воздействии на окружающую среду (ЗВОС)». В результате рассмотрения «проекта ЗВОС» принимается решение о необходимости выполнения всех последующих процедур ОВОС. Такое решение принимают государственные органы власти, управления и контроля (надзора) на основании оценки степени значимости предполагаемых воздействий планируемой деятельности на окружающую среду.

2. Превентивность. ОВОС является инструментом при формировании решений на ранних этапах проектирования.

3. Вариантность. При оценки воздействий на окружающую среду необходимо рассматривать альтернативные проектные решения. при этом в случае необходимости могут быть предложены новые варианты.

4. Комплексность. Необходимо в комплексе рассматривать технологические, технические, социальные, природоохранные, экономические и другие показатели проектных предложений.

5. Гласность. Информация по принятым проектным решениям должна быть доступна для общественности на самых ранних стадиях рассмотрения проекта.

6. Ответственность. Заказчик планируемой деятельности отвечает за негативные результаты реализации проектных решений.

7.1. Порядок проведения ОВОС

До начала проектирования и проведения ОВОС намечаемой деятельности Заказчик готовит «Уведомление о намерениях». В нем он сообщает о своих намерениях по виду планируемой деятельности. Уведомление направляется в государственные органы власти и управления для получения разрешения на подготовку и рассмотрение предложений по развитию намечаемой деятельности на возможных площадках ее осуществления. Поученное согласие не закрепляет за конкретным Заказчиком определенных площадок или землеотводов.

Всю документацию по ОВОС подготавливает Заказчик планируемой деятельности с помощью разработчиков или специалистов по проведению ОВОС.

Этапы порядка проведения ОВОС:

1. Разработка проекта «Заявления о воздействии на окружающую среду» («проект ЗВОС»).

2. Направление «проекта ЗВОС» в государственные органы власти, управления и контроля.

3. Разработка задания на проектирование, изыскания и исследования в соответствии с требованиями, которые после изучения «проекта ЗВОС» предъявляются государственными органами власти, управления и контроля.

4. Разработка ЗВОС на основе «проекта ЗВОС» на основе результатов изысканий и исследований.

5. Организация и проведение общественных слушаний ЗВОС.

6. Уточнение технико-экономического обоснования или проекта строительства хозяйственного объекта.

7. Заказчик принимает решение о целесообразности выполнения планируемой деятельности на конкретной площадке на соответствующих условиях. При этом учитываются экологические и связанные с ними последствиями реализации намечаемой деятельности.

По результатам проведения ОВОС оформляется отчетная документация. Она является составной частью документов, которые необходимы для Государственной экологической экспертизы.

Участие общественности в подготовке и обсуждении материалов по ОВОС планируемой деятельности, т.е. деятельности, которая способна оказывать воздействие на окружающую природную среду и которая является объектом экологической экспертизы, осуществляется на принципах участия общественных организаций и учета общественного мнения. Широкое обсуждение общественностью объекта экспертизы, включая ОВОС планируемой хозяйственной и другой деятельности, осуществляет Заказчик и органы местного самоуправления в соответствии с требованиями законодательства.

На первом этапе ОВОС происходит уведомление, предварительная оценка и составляется техническое задание на проведение ОВОС. При этом заказчиком подготавливается и представляется в органы власти обосновывающая документация. Она состоит из общего описания планируемой деятельности, целей ее реализации, возможных вариантах, описания условий ее реализации, информации, предусмотренной действующими нормативными документами. Кроме того заказчик доводит до общественности основные сведения и предварительно ней консультируется.

Далее осуществляются исследования по ОВОС и подготавливается предварительный вариант материалов по оценке. Заказчик (исполнитель) выполняет ОВОС в соответствии с требованиями технического задания, учитывая альтернативы реализации, цели деятельности, способы их достижения. Затем заказчик готовит предварительный вариант материалов ОВОС.

Исследование ОВОС состоит из следующих мероприятий. Вначале определяются характеристики намечаемой хозяйственной и иной деятельности и возможные альтернативы, анализируется антропогенная нагрузка и т.п. Затем определяются мероприятия, уменьшающие или исключают отрицательные воздействия, оценки их эффективности и

возможности реализации. Далее готовится предварительный вариант материалов ОВОС намечаемой деятельности. При этом также готовится краткое изложение материалов ОВОС для неспециалистов. Исследование ОВОС включает и ряд других вопросов.

Следующий этап заключается в подготовке заключительного варианта материалов по оценке воздействия на окружающую среду. Этот вариант базируется на предварительном варианте материалов, в котором учитываются замечания, предложения и информация, поступившие от общественности на этапе обсуждения. Готовый вариант материалов состоит из сведений об учете поступивших замечаний и предложений, а также протоколов общественных слушаний. Заключительный вариант материалов ОВОС утверждает заказчик. Далее он используется в процессе подготовки обосновывающей документации, которая направляется на Государственную и Общественную экологическую экспертизу.

Для намечаемой деятельности Заказчик должен проводить указанные этапы ОВОС на всех стадиях подготовки документации, которая затем представляется на Государственную экологическую экспертизу.

До начала проектирования и проведения ОВОС планируемой деятельности Заказчик готовит «Уведомление о намерениях», содержащее данные о намерениях Заказчика по виду намечаемых работ. Оно направляется в государственные органы власти и управления для получения разрешения на дальнейшую подготовку и рассмотрение предложений по развитию намечаемой деятельности на возможных площадках ее осуществления.

ТЕСТЫ

1. Важным инструментом предотвращения негативного влияния на состояние окружающей среды является ...

- 1) анализ риска
- 2) процедура оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) +
- 3) управление риском
- 4) снижение величины риска до приемлемого уровня

2. На каком принципе основано проведение ОВОС?

- 1) на принципе потенциальной опасности
- 2) на принципе безопасности любой намечаемой хозяйственной или иной деятельности

3) на принципе «презумпции» потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной или иной деятельности+

4) на принципе абсолютной безопасности

3. Основными результатами ОВОС являются (**возможны несколько вариантов ответа**) ...

1) информация о характере и масштабах воздействия на окружающую среду намечаемой деятельности, альтернативах ее реализации, оценки экологических и связанных с ними социально-экономических и иных последствий этого воздействия и их значимости, возможности минимизации воздействий+

2) выявление и учет общественных предпочтений при принятии заказчиком решений, касающихся намечаемой деятельности+

3) информация о мерах по предотвращению возможного ущерба окружающей среде

4) оценка человеческих жертв

4. Процесс, который способствует принятию экологически ориентированных управленческих решений о реализации намечаемой хозяйственной и другой деятельности путем определения возможных неблагоприятных воздействий, оценки экологических последствий, учета общественного мнения, разработки мер по уменьшению и предотвращению воздействий, называется ...

1) оценкой состояния окружающей среды

2) оценкой возможного ущерба окружающей среде

3) оценкой воздействия на окружающую среду+

4) оценкой риска

5. Процедура ОВОС служит для ...

1) исключения негативного воздействия на состояние окружающей среды+

2) улучшения состояния окружающей среды

3) уменьшения величины риска до приемлемого уровня

4) уменьшения вредного воздействия промышленных предприятий

6. Надо ли учитывать общественное мнение при обсуждении результатов ОВОС?

1) да +

2) нет

3) в исключительных случаях

4) по решению заказчика

7. На скольких принципах базируется ОВОС?
- 1) 4
 - 2) 5
 - 3) 6 +
 - 4) 7
8. Какой принцип **НЕ** лежит в основе ОВОС?
- 1) информативность +
 - 2) обязательность
 - 3) превентивность
 - 4) комплексность
9. Что **НЕ** относится к целям ОВОС?
- 1) оценка возможных изменений в природных и антропогенных экосистемах
 - 2) не допущение ухудшения окружающей среды при реализации возможных альтернативных решений
 - 3) предложение альтернативных проектов с различными экологическими последствиями
 - 4) выполнение процедуры ОВОС без сотрудничества с заинтересованными сторонами +
10. Что такое ЗВОС?
- 1) заключение о воздействии на окружающую среду
 - 2) заявление о воздействии на окружающую среду +
 - 3) закон о воздействии на окружающую среду
 - 4) нет верного ответа
11. Кто готовит всю документацию по ОВОС?
- 1) инвестор
 - 2) компетентные органы
 - 3) государственные органы управления
 - 4) заказчик +
12. ОВОС является ... процедурой
- 1) обязательной +
 - 2) рекомендательной
 - 3) информативной
 - 4) все ответы верны
13. Когда необходимо реализовать процедуру ОВОС?
- 1) на любой стадии разработки проекта
 - 2) на заключительной стадии разработки проекта
 - 3) на начальной стадии разработки проекта +

4) нет верного ответа

14. Верно утверждение: ОВОС – это инструмент для принятия решений.

1) да +

2) нет

3) верно для особых случаев

4) нет верного ответа

15. Кто координирует деятельность по разработке ОВОС?

1) заказчик

2) инвестор

3) компетентные органы +

4) исполнитель

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии приведены характеристики загрязнений окружающей среды и основные методы ее защиты. Достаточно подробно рассмотрено основное технологическое оборудование для очистки пылевоздушных отходов и сточных вод промышленных предприятий.

Изложенный в пособии материал предусмотрен для изучения студентами по направлению «Техносферная безопасность» Федеральным государственным образовательным стандартом

Материал, изложенный в учебном пособии, будет полезен студентам бакалавриата и магистратуры по направлению «Техносферная безопасность» при выполнении курсовых и дипломных проектов, а также повысит их профессиональную подготовку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Промышленная** экология : учебное пособие /; Е.А. Алябышева, Е. В. Сарбаева, Т. И. Копылова, О. Л. Воскресенская. – Йошкар-Ола : Мар. гос. ун-т. 2010. – 110 с.
2. **Калыгин, В. Г.** Промышленная экология: учебное пособие / В. Г. Калыгин. – М. : «Академи», 2006. – 432 с.
3. **Р 2.1.10.1920–04** Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (утв. главным государственным санитарным врачом РФ 05.03.2004).
4. **РД 03-409–01** Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей (утв. постановлением Госгортехнадзора России от 26.06.01 № 25).
5. **Требования** к выполнению работ по оценке риска для здоровья населения, обусловленного воздействием химических факторов среды обитания. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М. : Минздрав России, 2003. – 23 с.
6. **Ларионов, Н. М.** Промышленная экология : учебник для бакалавров / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков. – М. : Издательство Юрайт, 2012. – 495 с.
7. **Ветошкин, А. Г.** Процессы и аппараты пылеочистки : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. – 210 с.
8. **Кривошеин, Д. А.** Экология и безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для вузов / Д. А. Кривошеин, Л. А. Муравей. – М. : ЮНИТИ, 2000. – 447с.
9. **Калыгин, А. В.** Промышленная экология : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А. В. Калыгин. – М. : Издательский центр «Академия», 2004. – 432с.
10. **Игнатов, В. Г.** Экология и экономика природопользования / В. Г. Игнатов, А. В. Кокин. – М. : 2003. – 264с.
11. **Калыгин, В. Г.** Безопасность жизнедеятельности. Промышленная и экологическая безопасность, безопасность в техногенных чрезвычайных ситуациях : учебное пособие для вузов / В. Г. Калыгин, В. А. Бондарь, Р. Я. Дедеян; под общ. ред. В. Г. Калыгина. – М. : КолосС, 2008. – 520 с.
12. **Бондалетова, Л. И.** Промышленная экология : учебное пособие. [Электронный ресурс] / Л. И. Бондалетова, В. Г. Бондалетов. –

Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 247 с.
Режим доступа: http://window.edu.ru/window/catalog?p_rid=73914

13. **Назаренко, О. Б.** Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие [Электронный ресурс] / О. Б. Назаренко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 2-е изд., перераб. и доп. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 144 с. Режим доступа : http://window.edu.ru/window/library/pdf2txt?p_id=55720&p_page=1

14. **Дьяконов, К. Н.** Экологическое проектирование и экспертиза: учебник для вузов / К. Н. Дьяконов, А. В. Дончева. – М. : Аспект Пресс, 2005. – 384 с

15. **Чижилов, Ю. В.** Экологическое сопровождение проектов: учебное пособие для вузов / Ю. В. Чижилов. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. – 308 с.

15. **Поташников, Ю. М.** Утилизация отходов производства и потребления : учеб. пособие [Электронный ресурс] / Ю. М. Поташников. – Тверь.: Изд-во ТГТУ, 2004. – 107 с. Режим доступа : http://window.edu.ru/window/library/pdf2txt?p_id=28500

16. **Белоусова, О. А.** Промышленная экология. [Электронный ресурс] / О. А. Белоусова, Л. В. Струкова, А. Н. Горшкова. – Екатеринбург: Изд-во УГТУ–УПИ, 2006. – 38с. Режим доступа: http://window.edu.ru/window/library/pdf2txt?p_id=11913&p_page=1

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ПРОИЗВОДСТВО И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА.....	4
1.1. Воздействие химического производства на окружающую природную среду.....	4
1.2. Общие сведения о производственном процессе.....	5
1.3. Отходы производства.....	9
1.4. Взаимодействие производства и окружающей среды.....	11
2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ЕЕ ЗАЩИТЫ.....	22
2.1. Показатели качества окружающей среды.....	22
2.2. Источники загрязнения атмосферы.....	30
2.3. Рассеивание выбросов в атмосфере.....	32
3. ОЧИСТКА ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ.....	38
3.1. Характеристика пылегазовых загрязнителей воздуха.....	38
3.2. Методы очистки и обезвреживания отходящих газов.....	38
3.3. Очистка отходящих газов от пыли.....	40
4. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД.....	53
4.1. Свойства и классификация вод.....	53
4.2. Технологическая вода и сточные воды.....	54
4.3. Механические методы очистки сточных вод.....	61
4.4. Физико-химические методы очистки сточных вод.....	73
4.5. Химические методы очистки сточных вод.....	81
4.6. Биохимические (биологические) методы очистки сточных вод.....	84
5. ПЕРЕРАБОТКА ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ.....	103
5.1. Механическая, механотермическая и термическая переработка.....	104
5.2. Термохимическая обработка твердых отходов.....	107
5.3. Обогащение.....	109
6. ПОНЯТИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА.....	112
7. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ.....	115
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	123
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	124

Учебное электронное мультимедийное издание

БОРЩЕВ Вячеслав Яковлевич

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

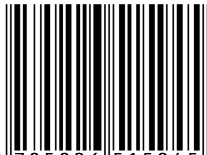
Учебное пособие

Редактор З. Г. Чернова

Дизайн, структура, навигация В. Я. Борщев а

Обложка, упаковка, тиражирование Т. Ю. Зот о в о й

ISBN 978-5-8265-1594-5



9 785826 151594 5

Подписано к использованию 20.06.2016.

Тираж 100 шт. Заказ № 294

Издательско-полиграфический центр
ФГБОУ ВО «ГГТУ»

392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14

Телефон 8(4752)63-81-08

E-mail: izdatelstvo@admin.tstu.ru