



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
по дисциплине
**“ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ И
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ”**
Направление – «Пожарная безопасность»
Профиль – «Пожарная безопасность»

Ростов-на-Дону
2022

Одобрено Ученым советом факультета безопасности жизнедеятельности
и инженерной экологии

УДК 502.36; 502.56/.568

Методическое пособие «Обеспечение производственной и экологической безопасности» - Ростов-на-Дону.: изд. ДГТУ, 2022 - 53 с.

Методическое пособие составлено в соответствии с программой дисциплины «Обеспечение производственной и экологической безопасности». Приведены рекомендации по изучению дисциплины. Приведены вопросы для самопроверки, контрольная работа, а также темы курсовых работ.

Составители: Е.С. Андреева, проф., ДГТУ, И.Н. Липовицкая, к.г.н

Рецензент: Д.М. Белов, д.г.н, профессор, Заслуженный эколог РФ

© Е.С. Андреева, И.Н. Липовицкая, 2022

© Донской государственный технический университет (ДГТУ), 2022

ПРЕДИСЛОВИЕ

В процессе эволюции человек получил возможность влиять на ход развития самой природы, используя все новые и новые природные ресурсы, изобретая всё более инновационные способы добычи средств существования, благодаря чему оказался в ситуации, когда природа уже не в силах справляться с его все растущими потребностями и начинает утрачивать естественный механизм самовосстановления. Население планеты, особенно крупных городов и промышленных зон, начинает ощущать нехватку незагрязненного воздуха и испытывать дефицит пресной воды. Проблема устойчивого развития цивилизации, обеспечивающей удовлетворение потребностей сообщества, но не ставящей под угрозу существование человечества сегодня, так и его последующих поколений должна и может быть решена так, чтобы воздействие на окружающую среду находилось в допустимых пределах, определением которых и занимается инженерная экология.

Набор экологических проблем достаточно широк, а большая часть из них переплетена и весьма взаимосвязана. Наиболее важные из них, требующие первостепенного решения, - это загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв, накопление производственных отходов.

Одним из весьма существенных и стабильных источников загрязнения воздушного бассейна городов являются промышленные предприятия, ТЭС, ТЭЦ. Кроме того, сильное влияние на состояние атмосферы оказывают многочисленные несанкционированные свалки, сжигание мусора, работа множества малых предприятий и полигонов по переработке и хранению промышленных отходов.

Основным источником загрязнения поверхностных и подземных вод справедливо считались промышленные и коммунальные стоки, но, как показывает практика, в настоящее время главенствующим источником загрязнения выступают малые предприятия и смывы загрязняющих веществ с поверхностей, прилегающих к ним территорий (в особенности для малых рек).

Но наиболее сложной и актуальной проблемой современности является накопление производственных отходов. И, несомненно, определяющее значение в решении перечисленных проблем, прежде всего технического и технологического плана, имеют методы и подходы инженерной экологии.

Исходя из вышеизложенного, следует отметить, что выпускник-геоэколог должен иметь представление об особенностях основных современных инженерных методов и технических средств, используемых для охраны окружающей среды; уметь оценивать степень полезности того метода или техническо-

го средства для решения конкретной прикладной задачи в сфере природоохранной деятельности на производстве; должен иметь представление об особенностях проведения природоохранной деятельности на промышленных предприятиях.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Данное методическое пособие составлено на основе и в полном соответствии с программой курса «Обеспечение производственной и экологической безопасности». Основной формой обучения по курсу является самостоятельная работа студентов-заочников с рекомендованными основными учебниками и пособиями, а также вспомогательной литературой. Следует помнить, что, работая с литературой, стоит внимательно относиться к употреблению терминологии и конспектировать материал только после его тщательной проработки и изучения. Необходимо помнить, что в конспекте должен быть изложен в полной мере ответ на поставленный вопрос.

Кроме того, учебным планом предусматривается самостоятельное выполнение работы в форме реферата. Контрольная работа, аккуратно оформленная и содержащая поля для замечаний рецензента, высылается в университет.

Во время лабораторно-экзаменационной сессии преподавателями университета читаются установочные и обзорные лекции по курсу.

К выполнению контрольной работы студент должен приступить только после проработки материала, исходя из соответствующей темы. Ответы на вопросы контрольной работы должны содержать развернутые предложения с ясными и точными формулировками. Однако студент адекватно передать смысл того, как он понял проработанный материал. Для оформления контрольной работы необходимо использовать отдельную тетрадь, разборчиво написав в ней текст работы, оставляя поля для замечаний. Ответы на вопросы следует излагать в том порядке, в котором они указаны в задании. На титульном листе контрольной работы выписывается номер зачетной книжки. Работа должна быть датирована, подписана студентом и представлена в Университет не позже, чем за 40-50 дней до начала сессии.

Если работа не зачтена, ее нужно выполнить второй раз в соответствии с замечаниями рецензента. Исправленные ответы приводятся в конце тетради. Контрольная работа, выполненная студентом не по своему варианту, не рецензируется и не засчитывается. На экзаменационную сессию нужно являться, имея при себе рецензию на выполненную контрольную работу.

ЛИТЕРАТУРА

а) Основная литература:

1. Мазур И.И., Молдаванов О.И. Курс инженерной экологии. –М.: Логос, 2001. – 528 с.
2. Андреева Е.С., Андреев С.С. Промышленная экология. Санкт – Петербург, 2005. –153 с.
3. Инженерная экология и экологический менеджмент /Под ред. Н.Н. Иванова и И.М. Фадына. – М.: Логос, 2001. – 156 с.
4. Иванов Б.А. Инженерная экология. – М.: Высшая школа, 1982. –185 с.
5. Оценка и регулирование качества окружающей среды: учебное пособие для инженера – эколога / Под ред. А.Ф. Порядина, А.Д. Хованского. – М.: Прибой, 1996. – 350 с.
6. Зайцев В.А. Безотходное производство. –М.: МХТИ, 1990. –71 с.
7. Пальгунов П.П., Сумароков М.В. Утилизация промышленных отходов. –М.: Стройиздат, 1990. – 152 с.
8. Радионов А.И., Клумин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. –М.: Химия, 1989. –56 с.

б) Дополнительная литература:

1. Журналы: «Экология», «Экология и производство», «Инженерная экология».
2. Инструкция по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. – Л.: Знание, 1991. –18 с.
3. Ежегодник выбросов загрязняющих веществ в атмосферу городов и регионов РФ за 2007 г. СПб., 2009.
4. Аннотированный справочник методик выполнения измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий. Издание 3-е, дополненное и переработанное. СПб., 2008.
5. Аннотированный справочник основных документов, используемых при проведении государственной экологической экспертизы воздухоохраных мероприятий. Издание 2-е. СПб., 2005.
6. Краткий справочник нормативно-правовых и нормативно-методических актов в области охраны окружающей среды для сотудников природоохранных органов, экологов предприятий и разработчиков природоохранной документации. СПб., 2007.
7. [http:// www. Bellona.ru](http://www.Bellona.ru).
8. [http://www. Greenworld.ru](http://www.Greenworld.ru).
9. <http://www.ecopravo.info>.

УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛАМ ПРОГРАММЫ

Воздействие производства на природную среду. Природно-промышленные системы

Инженерная экология – научная дисциплина, изучающая взаимодействие общества с природной средой в процессе общественного производства. В целом процесс общественного производства является общим объектом исследования многих научных направлений, поэтому в теоретическом плане для выделения научного направления – инженерной экологии – необходимо определить объект и предмет и установить отличия области исследований от таковой в других научных направлениях.

Одна из главных категорий в инженерной экологии – природно-промышленная система, образовавшаяся в результате взаимодействия производства с природной средой, которая обладает определенной структурой и особенностями функционирования. Являясь объективной реальностью, ППС выделяется с целью использования целостного (холистического) от греческого *holos* - целый) комплексного системного подхода при изучении взаимодействия производства с природной средой. На необходимость комплексного подхода при изучении природной среды указывали В.И.Вернадский, В.В.Докучаев, К.Либице, Г.Ф.Морозов, А.Тенсли и другие ученые XIX-XXв.в. Реальной основой для такого подхода стало учение о биосфере сформировавшееся в начале XX в. под влиянием работ целого ряда ученых, среди которых ведущая роль принадлежит В.И.Вернадскому.

Итак, в основе взаимодействия системы «общество-природа» лежит общественное производство, все главные моменты которого входят в состав нообиогеоценоза. Основным процессом, определяющим функционирование нообиогеоценоза как элементарной ячейки системы «общество-природа», является процесс труда.

При появлении в структуре экологической системы объектов промышленного производства, оказывающих влияние на ее функционирование, возникает новая (искусственная) экологическая система, которую и предлагается называть природно-промышленной системой.

Пространственная иерархия ППС может быть выражена следующей последовательностью:

- нообиогеоценоз;
- природно-промышленный комплекс (ППК);
- территориально-производственный комплекс (ТПК).

Природно-промышленный комплекс – это относительно самостоятельная природно-промышленная система, в структуру которой входят промышленные, природные, коммунально-бытовые и аграрные объекты, функционирующие как единое целое. Рационально функционирующий ППК характеризуется минимальными материальными, энергетическими, трудовыми и другими затратами, при условии получения планируемого объема промышленной продукции, обеспечения необходимого качества окружающей природной среды, достижения оптимальной продуктивности сельскохозяйственных и других угодий, входящих в его состав. Границами природно-промышленного комплекса (выделенной ППС) будут границы зоны влияния промышленных предприятий, входящих в состав комплекса.

Основная отличительная особенность экологической системы, в которой функционирует ППК, состоит в том, что практически все элементы этой системы находятся под постоянным воздействием промышленных предприятий. В большинстве случаев сельскохозяйственные, лесные и другие угодья, расположенные в таком регионе, снижают свою продуктивность, а иногда и полностью деградируют. При этом основная продукция экологической системы имеет не меньшее значение и ценность, чем вся продукция промышленного звена, а в ряде случаев ее значение даже больше.

При анализе структуры ППК в целом и отдельных его частей можно выделить три основные составляющие: абиотическую, биотическую и производственную.

Обмен веществом между объектами ППК происходит путем вовлечения определенных технологических и природных ресурсов в материальное производство, в процессе которого создается продукт труда (продукция ППК). Не вошедшие в продукт труда ресурсы возвращаются в природную среду, суммарное количество веществ, вовлекаемых в производство и выходящих из него в границах отдельного ППК, остается примерно постоянным.

Обмен энергией между компонентами ППК происходит путем превращения природных источников энергии в энергетические ресурсы производства, а также путем выделения в окружающую среду неиспользованной в производстве доли энергии.

Обмен информацией позволяет судить о состоянии отдельных компонентов, корректировать процессы обмена веществом и энергией. Информация естественного характера выражается через свойства природных компонентов, искусственная информация, получается, посредством использования автоматизированных систем контроля, «прогноза», управления процессами производства и состоянием (продуктивностью) природных объектов.

Таким образом, природно-промышленный комплекс – это относительно устойчивая и самостоятельная структурная единица ноосферы, включающая в себя природные, промышленные, сельскохозяйственные, коммунально-бытовые объекты, которые функционируют как единое целое на основе определенного типа обмена веществом, энергией и информацией.

Структуры природно-промышленных систем. В общем случае под структурой ППС понимается состав и взаимное расположение ее компонентов и элементов, определяющих характер и направление функционирования системы. В зависимости от назначения и целей использования можно выделить следующие типы структуры ППС: компонентная, иерархическая, функциональная, морфологическая.

Функционирование ППС основано на принципах обмена веществом, энергией или информацией между ее структурными единицами, происходящего в результате процесса производства, специфики его технологии. Взаимосвязь этих видов обмена с природными процессами может иметь форму взаимодействия, влияния и воздействия.

Взаимодействие. С природной средой взаимодействие осуществляется прямо или опосредовано при любом виде производства. Интенсивность взаимодействия определяется количеством ресурсов, которыми обмениваются предприятие и природная среда в процессе функционирования. При взаимодействии производства и природной среды имеет место природно-технологический процесс. Эффективность природно-технологического процесса ППС оценивают по объему суммарной продукции с учетом заданного качества компонента природной среды.

Использование природных ресурсов в технологических процессах производства и в природно-технологическом процессе характеризуется следующими показателями: интенсивностью (*И*), степенью (*Н*), эффективностью (*Э*) использования.

Показатели интенсивности отражают количество природных ресурсов, поступивших в технологический процесс в единицу времени ($\text{м}^3/\text{с}$, $\text{ч}/\text{с}$, $\text{т}/\text{год}$) или вышедших из технологического процесса. Показатели степени использования характеризуют величину ресурса в продукции от общего поступления ресурса в процесс (усл. ед). Показатели эффективности (усл. ед) определяются путем сравнительной оценки величины показателей интенсивности и степени использования с нормативными значениями, лучшими, достигнутыми в отрасли, стране, мире.

Некоторые материальные ресурсы могут быть повторно или неоднократно задействованы в технологических процессах. Тогда производство становится

замкнутой системой без выхода этих ресурсов в природную среду. По такому принципу создаются безотходные производства.

Влияние. Природная среда испытывает на себе влияние производства, под которым понимается процесс обмена веществом, энергией или информацией с природными компонентами. В результате происходят качественные или количественные изменения в их составе или свойствах функционирования. Оценка этих изменений производится путем сравнения количественных и качественных показателей состояния природных компонентов с фоновыми (кларковыми) значениями, определенными для данного компонента с учетом природных факторов.

Воздействие. Процесс обмена веществом, энергией или информацией с природными компонентами, вызывающий их изменения (нарушения или загрязнения) понимается как воздействие производства на природную среду. При этом количественные и качественные характеристики данных форм превышают предельно допустимые значения для данного компонента. Воздействие производства на природную среду целесообразно характеризовать показателями, которые позволяют сравнивать технологические параметры различных предприятий, проводить экологическую экспертизу технических решений, определять необходимую степень экологической эффективности природоохранных мероприятий. Такими показателями являются: интенсивность (I), степень (N), опасность (j) воздействия.

Интенсивность (I). Характеризуется количеством веществ, поступающих в природную среду (I_3) в единицу времени (г/с, кг/ч, т/год), а также площадью нарушения или количеством нарушенных в единицу времени природных компонентов (I_n) (м²/с, га/год, ед/год).

Степень воздействия (N) по величине соответствует отношению количественных показателей, характеризующих загрязнение или нарушение, к общему количеству выделившихся из технологического процесса веществ или к общей площади нарушаемого компонента. Степень воздействия измеряется в процентах и используется при разработке оптимальных показателей эффективности работы очистных и пылегазоулавливающих сооружений и эксплуатации обработанных земель и т.д.

Показатели опасности воздействия (j) (j_3, j_n) на природную среду характеризуют отклонения концентрации загрязняющих веществ C_i в природных компонентах от нормальных значений $ПДК_i$, а также отклонение площади или количества нарушений (S_n) от нормативных показателей (S_{nn}):

$$j_3 = C_i / ПДК_i > 1, \quad j_n = S_n / S_{nn} > 1, \quad (1)$$

Если $jz_i, jn_i < 1$, то опасности воздействия нет, если $jz_i, jn_i \geq 1$, то опасность существует.

Показатели опасности загрязнения или нарушения природной среды определяются в каждом конкретном условиях по специальным методикам. Полученные результаты служат основой для расчета экономического ущерба, наносимого природной среде деятельностью предприятий и предельно допустимых степени (*ПДСВ*) и интенсивности (*ПДИВ*) воздействия. Предельно допустимая интенсивность воздействия – плановый показатель охраны природной среды, который должен соблюдаться предприятием в условиях безопасности воздействия при существующих нормативах состояния природной среды. Как правило, достижение *ПДИВ* происходит поэтапно, путем проведения инженерных, экологических или организационных мероприятий, каждое из которых имеет соответствующую эффективность снижения интенсивности воздействия (*ЭСИВ*). Экологическая эффективность природоохранных мероприятий определяется в абсолютных показателях как разница между *ПДИВ* и *I* в начальный момент планирования.

Воздействие производства на природную среду. Источниками воздействия на природную среду являются технологические процессы любого общественного производства, так как только в процессе осуществляется обмен веществом и энергией с природной средой.

Все источники воздействия целесообразно разделять на источники нарушения и источники загрязнения. Источниками геомеханических нарушений являются технологические процессы, связанные с разведкой, добычей, транспортировкой и переработкой полезных ископаемых, строительством зданий, сооружений, коммуникаций и др., вследствие которых происходит нарушение почв, земель, массива горных пород.

Источниками гидродинамических нарушений являются технологические процессы, связанные с предварительной подготовкой месторождений и развитием добычи, строительством водохранилищ, каналов и других гидротехнических сооружений, прокладкой транспортных магистралей и т.д.

К источникам аэродинамических нарушений следует отнести все технологические процессы, создающие постоянные или временные препятствия на пути движения воздушных потоков (здания, сооружения, насыпи, выемки).

Источниками биоморфологических нарушений являются в первую очередь процессы, связанные с подготовкой площадей для строительства и обработки, вырубкой леса для получения крепежного материала и других производственных нужд, снятием и складированием плодородного слоя почвы.

Таким образом, источники нарушений – это технологические процессы, в результате воздействия которых изменяется структура и динамика функционирования *ППС*.

Источники загрязнения – это технологические процессы, в результате ведения которых в природную среду выделяются вещества и энергия, оказывающие воздействие на отдельные компоненты *ППС*.

Основными качественными характеристиками таких процессов являются состав веществ принимающих в них участие, и характер химических или других превращений, которые с этими веществами происходят.

Источники выделения – это аппараты, механизмы или агрегаты, в которых в результате технологического процесса происходит превращение веществ (топки котлов, дробилки, сушилки, двигатели, бурильные станки и пр.). Образовавшиеся вещества выбрасываются в природную среду через каналы, трубы, окна, аэрационные фонари, которые и являются источниками выброса (сброса). При этом выбросы загрязняющих веществ называют организованными. Неорганизованные (площадные, линейные, точечные) выбросы (сбросы) веществ в атмосферу, гидросферу и метосферу происходят, когда отсутствует источник выброса. В зависимости от высоты устья источника выброса над уровнем земли различают высокие (≥ 50 м), средней высоты (от 10 до 50м), низкие (от 2 до 10 м), наземные (≤ 2 м) источники. На характер распространения загрязняющих веществ в атмосфере, гидросфере оказывают влияние и такие параметры источника как форма площадь сечения, конструкция устья: многоствольная труба или рассеянный сброс.

В соответствии с характеристиками технологических процессов воздействие производства на природную среду целесообразно разделить на виды: механическое, физическое, химическое и биологическое (возможны их сочетания).

Механическое воздействие имеет место в случае применения механических средств труда (экскаваторы, комбайны, механизированные комплексы). Кроме того, оно может быть вызвано резанием, скалыванием, спиливанием, бурением, сжатием, ударом, вибрацией в случае использования разрушающих приспособлений.

Физическое воздействие обусловлено применением физических процессов в технологии ведения работ – тепловых, световых, электромагнитных, влияющих в форме различного рода излучений (потоков энергии) на природные компоненты и разрушающих в них структурные и функциональные связи.

Химическое воздействие возникает в случае использования в производственных процессах различных превращений веществ, происходящих при их взаимодействии друг с другом.

Биологическое воздействие предполагает наличие живых организмов, поступивших в природную среду либо в результате использования в технологии производства (например, биологическое выщелачивание металлов), либо при транспортировке. Под последствием воздействия понимается состояние, в которое переходят все компоненты ППС в результате нарушения или загрязнения одного из природных компонентов.

Литература

1. Андреева Е.С., Андреев С.С. Промышленная экология. Санкт – Петербург, 2005. –С.5-26.
2. Мазур И.И., Молдаванов О.И. Курс инженерной экологии. –М.: Логос, 2001. – С. 18-68.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключается смысл понятия «природно-промышленные система»?
2. Каковы основные особенности обменов веществом, энергией и информацией в рамках природно-промышленного комплекса. Ответ необходимо проиллюстрировать на конкретных примерах.
3. В чем разница между понятиями «влияние» и «воздействие». Ответ следует пояснить на примере конкретного промышленного объекта.

Безотходные технологии и малоотходные производства

Термин «безотходная технология» был предложен академиками Н.Н. Семяковым и И.В. Петряновым-Соколовым и приобрел широкое распространение в России и за рубежом. Однако сама идея безотходной технологии была изложена еще в 1885 г. Д.И. Менделеевым в статье «Письма о заводах» опубликованной в журнале «Новь». Он писал: «множество технологических производств имеют так называемые отбросы, то есть совершенно пренебрегаемые в экономическом отношении результаты химических превращений, которые, однако, сами по себе иногда становятся со временем исходною точкою нового производства весьма большой важности. Если непрерывность есть первый принцип заводского дела, то вторым должно считаться, по моему мнению, отсутствие выбросов...». Теория безотходных технологических процессов базируется на двух предпосылках:

а) природные ресурсы должны добываться один раз для комплексного производства всех возможных продуктов, а не каждый раз для получения каждого из них;

б) создаваемые продукты должны иметь такую форму, которая позволила бы после использования по прямому назначению рентабельно превращать их в исходные элементы нового производства.

Однако каждый новый тип технологии по принципу сырье – готовый продукт – сырье связан с износом материалов и требует новых затрат энергии и, следовательно, дополнительных природных ресурсов вне замкнутой системы. Таким образом, признавая прогрессивность концепции безотходной технологии, следует учитывать ее условный характер, способность сократить загрязнения окружающей среды, но не исключить его полностью. Под безотходной технологией понимается идеальная модель производства, и теоретический предел, который может быть реализован лишь частично.

Отходы образуются в основном за счет присутствия в сырье примесей, которые не используются в данном процессе для получения готового продукта: побочных химических реакций, приводящих к образованию неиспользуемых веществ; неполноты протекания процесса и расхода полезного компонента в сырье. Уменьшить количество образующихся отходов можно за счет использования чистого, концентрированного сырья. При этом увеличивается скорость протекания процесса и повышается производительность труда. Такой же эффект дает снижение скорости протекания побочных реакций, например, за счет увеличения селективности процесса, увеличения полноты протекания процесса путем подбора оптимальных катализаторов и т.д. При этом не только уменьшается количество отходов, но и повышается эффективность производства. Создание безотходных технологических процессов предполагает как разработку рациональных способов и приемов выделения примесей из газов, так и принципиальное изменение технологического процесса или отдельных его частей. Изменение технологии должно идти по пути уменьшения количества выбросов и сокращения затрат на очистку газов, циркулирующих в системе. Примером такого изменения технологии может служить переход от очистки конвертированных газов аммиачного производства медно-аммиачными растворами к промывке газа жидким азотом (чтобы выделить СО). Применение этого способа очистки позволило отказаться от дорогого и сложного узла, повысить общую производительность труда в аммиачном производстве. Одновременно отпала необходимость в очистке от аммиака газов и сброса циркулирующих в системе инертных газов, а значит и их очистки.

Как положительный факт, следует отметить, что часть отходящих газов, содержащих сернистый ангидрид, которые раньше выбрасывались в атмосферу

без очистки, в настоящее время используется в цветной металлургии для производства серной кислоты. Количество получаемой при этом серной кислоты составляет около 30% от общей выработки серной кислоты в России. Стоимость этой кислоты на 30% дешевле получаемой в химической промышленности.

Разработан метод очистки вентиляционных выбросов вязкого производства от сероводорода с получением серы. Предлагаемый метод очистки предусматривает обработку газов в насадочных или полых абсорберах слабощелочным раствором катализатора окисления. При этом одновременно с поглощением сероводорода происходит его окисление и образование элементарной серы, отделяемой от раствора в специальном аэраторе-флотаторе. Осветленный раствор возвращается в абсорбцию, а сера плавится в автоклаве или используется для получения коллоидной серы.

Существенное снижение выбросов может быть обеспечено созданием новых процессов, при которых уменьшается образование выбросов в атмосферу. Например, в черной металлургии создан безкоксовый метод получения продукции непосредственно восстановлением железорудных концентратов водородом. При таком способе из ранее известной технологической цепочки исключен доменный передел, а также производство кокса. В качестве исходного сырья применяется руда или концентрат, переработанные в окатыши, которые далее восстанавливаются водородом или газовой смесью водорода и окисью углерода при температуре 1000-1300 °С. Полученное губчатое железо с содержанием основного компонента до 95% после охлаждения переплавляется в электродуговых печах до получения кондиционного металла. Опыт производства стали, по данной технологии, обеспечивает резкое снижение выбросов с одновременным возвратом в цикл используемых газов и шлама газоочистных установок.

Большие промышленные выбросы в атмосферный воздух – это точный индикатор несовершенства технологии. В настоящее время широко применяется частичная рециркуляция, то есть повторное использование отходящих газов. Так, на ТЭЦ и в двигателях внутреннего сгорания при сжигании топлива, таким образом, подавляется образование азота. К технологическим мероприятиям относятся также замена вредных веществ в производстве безвредными или менее вредными, очистка сырья от вредных примесей (удаление серы из топлива), замена сухих способов переработки пылящих материалов новыми (мокрый помол), замена пламенного нагрева электрическим, прерывистых процессов непрерывными. На современном этапе развития промышленного производства возникла необходимость установления жестких норм герметичности для каждого вида химического оборудования.

Необходимо, чтобы санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к оборудованию, установленному открыто, были такими же, как и при установке этого оборудования внутри производственных помещений. Аппаратура также должна быть непрерывно действующей и герметичной. Герметичными являются машины и арматура без сальников. Если имеются места выбросов (протечек), то их следует оборудовать местными отсосами, а выбрасываемый воздух должен проходить очистку.

Доставка сырья должна осуществляться любым видом транспорта, удобным для погрузки и разгрузки, исключающим возможность загрязнения почвы и воздуха не только территории производства, но и трассы транспортировки. Для перевозки жидких и сжиженных токсических веществ и газов в больших количествах следует использовать специальные (герметичные) железнодорожные и автомобильные системы. Воздух, вытесняемый из цистерн при сливе и переливании токсических, летучих веществ (хлор, бензол) необходимо очищать от паров этих веществ в рекуперационных установках или методом химического поглощения. Порошковые материалы следует хранить в закрытых, защищенных от ветра складских зданиях и специальных сооружениях (бункерах, силосах). Жидкие токсические и едкие вещества в разовых количествах > 400 кг необходимо подавать со складов в цехи по трубопроводам, изготовленным из металлов стойких к действию этих веществ.

Согласно определению Европейской экономической комиссии ООН безотходная технология – это практическое применение знаний, методов и средств для обеспечения в рамках человеческих потребностей наиболее рационального использования природных ресурсов и энергии, а также защиты окружающей среды.

Малоотходная технология является промежуточным этапом создания безотходной, составными элементами которой являются:

- комплексная переработка сырья с использованием всех его компонентов;
- уменьшение или полное исключение загрязнения окружающей среды промежуточными продуктами, отходами производства и потребления путем переработки и получения из них товарной продукции;
- создание замкнутых систем (циклов) производственного водоснабжения.

Созданию замкнутых систем водного хозяйства на предприятии (или их группе) способствуют следующие технические и организационные мероприятия:

- применение безводных или маловодных техпроцессов, аппаратов воздушного охлаждения;

- последовательность водообеспечения различных производств в виде многократного использования воды;
- совершенствование технологических процессов, уменьшающих водопотребление, загрязнение промстоков и утилизацию твердой фазы;
- рациональная система водоотведения, обеспечивающая наилучшие условия совместной или раздельной очистки разных категорий сточных вод;
- применение современных высокоэффективных технологий очистки и обеззараживания сточных вод, утилизация шламов.

Выбор оптимальных технологических схем очистки вод и замкнутых систем обеспечения обосновывается технико-экономическими расчетами. При этом даже при экономической нецелесообразности в первую очередь следует принимать проекты и технологии, обеспечивающие улучшение санитарно-гигиенических и экологических условий на предприятии.

Безотходная технология – это такой способ производства продукции (процесс, предприятие, ТПК), при котором наиболее рационально и комплексно используются сырье и энергия в цикле сырьевые ресурсы – производство – потребление – вторичные ресурсы, таким образом, что любые воздействия на окружающую среду не нарушают ее нормального функционирования.

Здесь выделяется три основных положения.

1.Подчеркивается необходимость использования сырьевых ресурсов в цикле, включающем также и сферу потребления, а это значит, что такой замкнутый цикл может быть только на уровне ТПК.⇒ т.е. безотходное производство должно быть практически замкнутой системой, организованной по аналогии с природными экосистемами.

2. Обязательное включение в производство и потребление всех компонентов сырья. При этом должно быть обеспечено максимально возможное использование и потенциала энергетических ресурсов, естественно ограниченное вторым законом термодинамики. Здесь также проводится прямая аналогия с природными экосистемами, которые, будучи практически замкнутыми, не являются изолированными, т.к. через них проходит поток энергии.

3. Сохранение (с учетом возможного теплового загрязнения) сложившегося экономического равновесия. Другими словами, ущерб окружающей среде, наносимый производством, не должен быть выше допустимого уровня.

В широком смысле понятия «безотходная технология» касается не только технологических процессов, но и совокупности организационных и управленческих мероприятий, проектных и научно-исследовательских работ.

Создание безотходных технологий – длительный процесс, поэтому в качестве промежуточного этапа для практических целей допустимо использование малоотходного производства. Малоотходное производство - это такой способ производства продукции, при котором вредное воздействие на окружающую

среду не превышает уровня, допустимого санитарно-гигиеническими нормами, при этом по техническим, организационным, экономическим или другим причинам часть сырья и материалов переходит в отходы и направляется на длительное хранение или захоронение.

Необходимо подчеркнуть, что главное в безотходном производстве не переработка отходов, а организация производства таким образом, чтобы в самом процессе переработка сырья использовались все его компоненты. Безотходные технологические процессы существуют, но это большая редкость, безотходные производства встречаются чаще, а безотходный ТПК может быть организован практически всегда, но не на любой территории. Количественными оценками безотходности производства является степень использования в технологических процессах сырья и материалов (общего критерия нет). В угольной промышленности введен коэффициент безотходности производства (%):

$$K_6 = 0,33 (K_m + K_{жс} + K_z), \quad (3)$$

где K_m – коэффициент использования породы (%), образующийся в результате горных работ;

$K_{жс}$ – коэффициент использования попутно забираемой воды (%), образующийся при добыче угля;

K_z – коэффициент использования пылегазовых отходов (%).

В случае использования наряду с вновь образующейся породой также отходов прошлых лет коэффициент безотходности может быть $>100\%$. В химической промышленности также введен коэффициент безотходности, разработана и введена в действие специальная методика его определения и отнесения соответствующих технологических процессов и категории безотходных, малоотходных и рядовых. Коэффициент безотходности характеризует полноту использования в производстве материальных и энергетических ресурсов, а также интенсивность воздействия этого производства на окружающую среду:

$$K_6 = f \cdot K_m \cdot K_z \cdot K_a, \quad (4)$$

где K_6 – коэффициент безотходности, безразмерная величина $0 \leq K \leq 1$;

f – коэффициент пропорциональности, определяемый эмпирически;

K_m – коэффициент полноты использования материальных ресурсов;

K_z – коэффициент полноты использования энергетических ресурсов;

K_a – коэффициент соответствия экологическим требованиям.

В соответствии с этой методикой к малоотходным относятся производства, характеризующиеся величиной K_m , равной не менее 0,8-0,9 (в зависимости от мощности предприятия), а к безотходным не менее 0,9-0,98 (в зависимости от их мощности).

Для практических целей значение коэффициента безотходности, равное 75-90%, можно принять в качестве количественного критерия малоотходного, а 90-98% – безотходного производства.

С целью обобщения и систематизации особенностей безотходного производства можно выделить ряд взаимосвязанных принципов, лежащих в его основе:

- принцип системности (учитывает взаимосвязь производственных, социальных и природных процессов);
- принципы комплексного использования сырьевых и энергетических ресурсов (имеют экологическое и экономическое значение);
- принцип цикличности материальных потоков (важнейшие из них – замкнутые водооборотные циклы).
- принцип экологической безопасности (важнейшее его следствие – сохранение здоровья населения);
- принцип рациональной организации (при этом подразумевается, что увеличение объема производства и расширение номенклатуры выпускаемой продукции не приводят к не восполненным потерям природных ресурсов в регионе).

Создание безотходных технологий на любом уровне требует одновременного соблюдения всех перечисленных принципов, при этом важнейшим условием существования его остается система обезвреживания, хранения и захоронения отходов, в первую очередь токсичных. При организации малоотходных и безотходных производств большое значение имеет их комбинирование и межотраслевое кооперирование на базе комплексной переработки сырья и утилизации отходов. Примерами такого комбинирования может служить создание производства карбамида, образующегося на основе диоксида углерода при производстве аммиака.

Создание малоотходных и безотходных производств является весьма сложной задачей, выдвигающей особые требования.

К технологическим процессам:

1. Разработка принципиально новых процессов, при внедрении которых существенно снижается или практически исключается образование отходов и отрицательное воздействие на окружающую среду.
2. Комплексное использование всех компонентов сырья и максимально возможное использование потенциальных энергоресурсов.
3. Возможность максимальной замены первичных сырьевых и энергетических ресурсов вторичными.
4. Внедрение непрерывных процессов.
5. Интенсификация, автоматизация процессов.
6. Создание энерготехнологических процессов и т.д.

К сырью, материалам, энергоресурсам:

1. Обоснованность их качества.
2. Предварительная оценка и деление сырья и топлива на нетрадиционные, местные, полезно добываемые.

К готовой продукции:

1. Обеспечение возможности и условий возвращения продукции в производственный цикл после физического и морального износа.

К обезвреживанию и ликвидации не утилизируемых отходов:

1. Обоснование конкретных способов обезвреживания и ликвидации, включая конструкции установок и сооружений.
2. Оценка возможного воздействия на окружающую среду в зависимости от способа обезвреживания и ликвидации.

К организации производства:

1. Цикличность потоков вещества (замкнутые циклы).
2. Возможность комбинирования производств на основе комплексного использования сырья и энергоресурсов.
3. Возможность отраслевой кооперации производств на основе переработки и утилизации вторичных ресурсов.
4. Обоснованность района и площадки строительства с учетом фоновое загрязнение окружающей среды, перспектив развития данного производства и др. производств в районе.
5. Разработка нормативов, ограничивающих воздействие на окружающую среду.
6. Учет неорганизованных, залповых и др. кратковременных выбросов.
7. Организация непрерывного контроля состояния окружающей среды в районе предприятия.
8. Совершенствование экологической службы промышленных предприятий.

К экономической деятельности:

1. Учет стоимости дополнительно производимой продукции, сэкономленных природных ресурсов и предотвращаемого народно-хозяйственного и экономического ущерба.

2. Загрязнение окружающей среды приводит к возникновению 2-х типов затрат в народном хозяйстве: - затраты на предупреждение воздействия (ущерба) загрязненной среды на отдельные виды объектов (обычно называемых реципиентами) и затрат, вызываемых самим воздействием (ущербом, причиняемым окружающей среде соответствующими выбросами).

Литература

1. Андреева Е.С., Андреев С.С. Промышленная экология. Санкт – Петербург, 2005. –С.27-42.
2. Мазур И.И., Молдаванов О.И. Курс инженерной экологии. –М.: Логос, 2001. – С. 96-102; 208-225.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключается смысл понятия «безотходная технология»?
2. Перечислите, пожалуйста, три составных элемента безотходной технологии.
3. Какой коэффициент считается количественной оценкой безотходности производства? Различаются ли методы определения коэффициента безотходности для различных отраслей промышленности?

Охрана атмосферного воздуха на предприятиях. Охрана водных объектов. Отходы производства

Источники загрязнения атмосферы. Основные источники загрязнения атмосферного воздуха подразделяются на естественные (природные) и искусственные (антропогенные). К естественным относятся: извержение вулканов, пыльные бури, лесные и степные пожары, туманы, частицы морской воды, тонкий песок пустынь и пыль от эрозии почвы, различные продукты растительного, животного и микробиологического происхождения. Естественные источники загрязнений несут либо распределительный, либо кратковременный, стихийный характер и мало влияют на общий уровень загрязнения. Главными и наиболее опасными источниками загрязнения атмосферы является антропогенные. Вещества, загрязняющие атмосферу, могут быть твердыми, жидкими и газообразными и оказывать вредное воздействие непосредственно, после химических превращений в атмосфере, либо совместно с другими веществами.

Промышленная пыль образуется в результате механической обработки различных материалов (дробление, взрывание, заполнение, и т. п.), тепловых

процессов (сжигание, прокаливание, сушка, плавление), транспортировки сыпучих материалов (погрузка, просивание, классификация).

Жидкие загрязняющие вещества образуются при конденсации паров, распылении и разливе жидкостей в результате химических реакций.

Газообразные загрязнители формируются в результате химических реакций, например, окисления, обжига руд и нерудного минерального сырья (цветная металлургия, производство цемента).

Из всей массы загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от антропогенных источников, около 90% составляют газообразные, 10% - твердые и жидкие вещества.

Главными источниками загрязнения атмосферы являются:

1. Тепловые электростанции и теплоцентрали, сжигающие органическое топливо.
2. Транспорт.
3. Черная и цветная металлургия.
4. Машиностроение.
5. Химическое производство.
6. Добыча и переработка минерального сырья.
7. Открытые источники (добыча, сельскохозяйственные пашни, строительство).

Тепловые электростанции и теплоцентрали, сжигающие органическое топливо, относятся к наиболее распространенным и мощным источникам выбросов вредных веществ в атмосферу. Все виды топлива, используемого в настоящее время в промышленности и коммунальном хозяйстве, можно разделить на твердое (уголь, торф, горючие сланцы), жидкое (нефть, мазут) и газообразное (газ). Основными загрязняющими веществами, поступающими в атмосферу при сжигании топлива, являются твердые частицы (зола, сажа), оксиды серы (SO_2 , SO_3 , оксиды азота (NO и NO_2)). При неполном сгорании топлива в газообразных выбросах могут накапливаться оксиды углерода (CO), углеводороды типа CH_4 , C_2H_4 , полициклические ароматические углеводороды, в т.ч. бензапирен ($\text{C}_{20}\text{H}_{12}$), а также пятиокись ванадия (V_2O_5). Последние два соединения относятся к классу чрезвычайно опасных. Диоксид серы SO_2 и триоксид серы SO_3 являются главными компонентами загрязнения природной среды при сжигании топлива.

Источники загрязнения водных объектов. По происхождению сточные воды подразделяются на несколько групп:

1. Хозяйственно-бытовые.
2. Промышленные.
3. Поверхностный сток предприятий и населенных пунктов.
4. Сельскохозяйственные.
5. Рудничные и шахтные воды.

Хозяйственно-бытовые воды содержат большое количество органических и минеральных веществ в растворенном и взвешенном состоянии. Они образуются в жилых и общественных зданиях, на территориях, при приготовлении пищи, после санитарных уборок, стирки и т.п. Согласно расчетам от одного жителя в сутки в систему водоотведения поступает: взвешенных веществ – 65 г.; органических (по *БПК_n*) в неосветленной жидкости – 70 г; в осветленной – 4- г.; азота аммонийного –8; фосфатов (по ангидриду); 3,3 г; в т.ч. от моющих веществ – 1,6; хлоридов – 9г; поверхностно-активных веществ – 2,5 г.

Промышленные сточные воды отличаются большим разнообразием состава и концентрацией загрязняющих веществ, определяемых характером производства, а также системой водоснабжения и водоотведения. На промышленных предприятиях до 90% воды расходуется на охлаждение продуктов или аппаратов в технологических процессах, и сточная вода имеет лишь тепловое загрязнение (I категория). II категория, - когда воды служат в качестве поглощающих и транспортирующих нерастворимые дисперсные примеси и частично растворимые соли, которыми и загрязняются. Воды III категории аналогичны по происхождению II, но дополнительно нагреваются при контакте с продуктами. Воды IV категории являются непосредственно реакционным компонентом и загрязнены всеми компонентами технологического процесса. Сточные воды предприятий по составу подразделяются на три вида:

-производственные – использованные или сопутствующие технологическому процессу, которые в свою очередь можно разделить на загрязненные и нормативно чистые;

-бытовые – от санитарных узлов и пищеблоков, душевых установок;

-атмосферные – дождевые, талые, к ним можно отнести и поверхностные после полива территорий.

Все многообразие производственных сточных вод по характеру основных загрязнений можно отнести к трем группам:

-содержащие минеральные примеси (металлургия, машиностроение, производство строительных материалов, минеральных кислот, удобрений и т.д.);

-содержащие органические примеси (мясная, рыбная, консервная, пищевая и т.д.);

-содержащие органоминеральные примеси (нефтедобывающие нефтеперерабатывающие, текстильные и др.)

По концентрации (мг/л) загрязненные промстоки подразделяются на четыре группы:

-слабо концентрированные (0-500);

-средне концентрированные (500-5000);

- концентрированные (5000-30000);

- высококонцентрированные (более 30000);

по агрессивности:

- неагрессивные pH 6,5-8;

- слабоагрессивные pH от 6-6,5 до 8-9;

- сильноагрессивные pH и > 9.

Поверхностный сток промышленных предприятий и населенных пунктов формируется за счет дождевых, талых и поливочных вод. К основным факторам, определяющим объем поверхностного стока относятся:

1)интенсивность выпадения атмосферных осадков и их продолжительность;

2) общая площадь городской территории, характер ее застройки;

3) рельеф местности.

Концентрация загрязняющих веществ в поверхностном стоке колеблется в широких пределах и зависит от отраслевой принадлежности предприятий. В целом преобладают взвешенные (130-11300 мг/л), органические вещества, нефтепродукты, биогенные элементы, тяжелые металлы. Высокие концентрации взвешенных веществ, нередко обогащенных тяжелыми металлами, что характерно для металлургических заводов, горно-обогатительных комбинатов, предприятий стройиндустрии. Максимальные концентрации органических загрязнений наблюдаются в стоках предприятий пищевой и легкой промышленности. В ряде случаев возможно загрязнение патогенной микрофлорой.

Сельскохозяйственные стоки подразделяются на стоки животноводческих комплексов, поверхностный сток с полей, коллекторно-дренажные воды. В стоках животноводческих комплексов основными загрязняющими компонентами являются органическое вещество, азот, фосфор, растворенные вещества составляют 20-35%, взвешенные 65-80% от общего объема. Значительную роль в загрязнении поверхностных водных объектов может играть сток с открытых откормочных площадок. Состав поверхностного стока, ливневых и талых вод с сельскохозяйственных угодий содержит вещества, применяемые в качестве удобрений и средств защиты растений: азот, фосфор, калий пестициды. В условиях длительного применения высоких доз удобрений в поверхностные и грунтовые воды поступает до 20% внесенного азота и 1,5-2% фосфора.

Орошение земель приводит к вымыванию из них легкорастворимых солей, в первую очередь сульфатов и хлоридов. Минерализация коллекторно-дренажных вод изменяется в пределах 1-1,5 г/л, их состав преимущественно хлоридно-сульфатно-натриевый, шахтные и рудничные воды часто имеют высокую минерализацию, кислую реакцию среды и содержат большое количество рудных элементов. Поступление химических элементов в шахтные и рудничные воды связано с усилением процессов выветривания и разложения рудных минералов, разрыхлением и перемещением больших масс горных пород.

Основные способы предотвращения и улавливания выбросов.

1. Способы очистки газопылевых выбросов

В соответствии с требованиями санитарных норм технологические выбросы, а также выбросы после местных отсосов, содержащие пыль, вредные газы, должны подвергаться очистке перед выходом в атмосферу. Применяемые методы очистки выбросов в воздушный бассейн весьма разнообразны и отличаются как по конструкции аппаратов, так и по технологии обезвреживания.

а) очистка воздуха от пыли и капельных примесей.

Для очистки воздуха от пыли и туманов применяются различные пыле - и туманоулавливающие аппараты и системы, которые по принципиальным особенностям процесса очистки можно разделить на 4 группы:

-сухие механические пылеуловители, в которых пыль и капли жидкости отделяются под действием сил тяжести, инерции или центробежной силы;

-мокрые или гидравлические устройства, в которых взвешенные частицы улавливаются жидкостью;

-фильтрующие устройства, в которых частицы задерживаются пористым фильтрующим материалом;

-электрические пылеуловители, в которых взвешенные частицы заряжаются и притягиваются к электродам противоположного знака.

Для выбора пылеуловителей и расчета всей системы очистки необходимо знать их основные характеристики, в том числе эффективность, гидравлическое сопротивление и удельную пылеемкость.

В сухих пылеуловителях взвешенные частицы отделяются от воздушного потока за счет сил тяжести, инерции или центробежных сил. По конструкции это пылеосадительные камеры, циклоны, ротационные, вихревые, радиальные и жалюзийные пылеуловители. Наиболее простыми устройствами первого вида являются пылеосадительные камеры, в которых за счет увеличения сечения воздухопровода скорость пылевого потока резко падает, вследствие чего частицы пыли выпадают под действием сил тяжести. Пылеосадительные камеры использующиеся для очистки от крупной пыли, применяются в основном для предварительной очистки воздуха. Более эффективными пылеуловителями первого вида являются различные инерционные аппараты, в которых пылевой поток резко меняет направление своего движения, что способствует выпадению частиц пыли. Наиболее распространенные инерционные пылеуловители – циклоны, подразделяемые по конструкции на цилиндрические, конические и прямоточные. Цилиндрические циклоны НИИОГАЗа, получившие широкое распространение, предназначены для улавливания сухой пыли аспирационных систем, золы из дымовых газов котельных, работающих на твердом топливе, пыли из сушилок и прочего. При начальной запыленности $0,3 - 4000 \text{ г/м}^3$, имеют производительность $100 - 68\,000 \text{ м}^3/\text{г}$, гидравлическое сопротивление от 0,83 до 0,975 для пыли с размером частиц более 20 мкм.

Конические циклоны НИИОГАЗа имеют высоту цилиндрической части меньше внутреннего диаметра наружного цилиндра, предназначены для очистки газов от сажи и обладают повышенной эффективностью очистки и большим гидравлическим сопротивлением по сравнению с цилиндрическими. Достоинством циклонов является их высокая эффективность, малые габариты и низкая металлоемкость.

В технике пылеулавливания широкое применение нашли групповые и батарейные циклоны. В групповых компоновках их устанавливают попарно вокруг вертикального подводящего газохода с общим числом циклонов 8 и более. Батарейные циклоны или мультициклоны состоят из нескольких десятков и даже сотен параллельно включенных циклонов.

К инерционным пылеуловителям относятся и ротационные аппараты, в которых сепарация пыли происходит вследствие вращения ротора. Эти аппараты делятся на 2 типа.

Ротационные пылеуловители в сравнении с циклонными аппаратами имеют значительно меньшие габаритные размеры и меньшую энергоемкость. Однако они не получили широкого распространения из-за относительной сложности конструкции и процесса эксплуатации.

Вихревые пылеуловители отличаются от циклонов наличием встречных, в осевом направлении, закрученных потоков – нижнего (первичного) и верхнего (вторичного). Характеризуются высокой эффективностью очистки газа от пыли размером до 3 – 5 мкм.

К основным преимуществам вихревых пылеуловителей следует отнести более интенсивную, чем у циклонов, сепарацию частиц по всей высоте, более эффективное улавливание тонкодисперсных фракций (менее 5 мкм), широкий диапазон по газу и дисперсной фазе.

Мокрые пылеуловители обладают рядом преимуществ перед другими типами пылеуловителей. При мокром пылеулавливании достигается контакт запыленного потока с жидкостью в виде капель или пленки, благодаря чему мокрые аппараты являются высокоэффективными пылеуловителями, способными улавливать частицы размером до 0,1 мкм и конкурировать с фильтрационными пылеуловителями и электрофильтрами. Они успешно применяются для обеспыливания высокотемпературных газов, взрыво- и пожароопасных сред, когда использование эффективных пылеуловителей другого типа невозможно или нецелесообразно. С помощью аппаратов мокрого действия можно одновременно решать задачи пылеулавливания и очистки газов от газообразных компонентов, охлаждения и увлажнения газов.

Вместе с тем, мокрым аппаратам присущ ряд недостатков, ограничивающих область их применения. Использование их требует наличия системы шламоудаления и обратного водоснабжения, что удорожает процесс пылеулавливания. Работа этих аппаратов сопряжена с неизбежными потерями дефицитной воды. Сами аппараты и отводящие газоходы в большей степени подвержены коррозии, особенно при очистке агрессивных газов, требуют дополнительных мероприятий по антикоррозионной защите.

По способу действия мокрые пылеуловители обычно подразделяются на скрубберы Вентури, форсуночные и центробежные скрубберы, барботажно – пенные аппараты и прочие.

Фильтры. Воздействие данных аппаратов основано на фильтровании запыленных газов через пористые перегородки – ткани, волокнистые материалы, насыпные зернистые слои.

Из аппаратов фильтрующего типа для очистки промышленных газов от пыли наибольшее распространение получили тканевые фильтры. Высокая степень очистки тканевых фильтров, средние капитальные и эксплуатационные затраты делают их конкурентноспособными с электрофильтрами и мокрой очисткой.

В настоящее время искусственные фильтрующие материалы вытесняют материалы их хлопка, шерсти. Наиболее распространенными синтетическими тканями и материалами являются:

- лавсановые ткани с прочностью в 3 – 5 раз большей, чем у шерстяных тканей, используют для очистки газов с t до 130 – 150⁰ С; они обладают высокой стойкостью по отношению к кислотам, растворителям, а также к истиранию;

- нитрон обладает хорошей стойкостью к указанным химическим веществам, к истиранию, термостойкости до 130⁰С.

Кроме перечисленных тканей и материалов применяют также капроновые, полипропиленовые, а также новые материалы: оксалон, фенилон, полиоксидиазолы и другие.

Общими недостатками рукавных фильтров является ограниченное их применение в зависимости от температуры, влажности, химического состава газа и опасности пожара. К недостаткам всех видов фильтров можно отнести повышение их гидравлического сопротивления в процессе работы. Регенерация фильтрующего слоя иногда представляет большую сложность.

Электрофильтры. Наиболее совершенными и универсальными аппаратами для очистки воздуха от взвешенных частиц являются электрические фильтры. В основе их работы лежит осаждение взвешенных частиц под действием электрических сил. Электрофильтр представляет собой аппарат, в котором размещены коронирующие и осадительные электроды. Осадительные электроды заземлены, а к коронирующим подводится выпрямленный электрический ток высокого напряжения от преобразовательной подстанции.

По способу удаления осажженной на электродах пыли электрофильтры делятся на сухие и мокрые. В сухих электрофильтрах пыль удаляется путем встряхивания. Нормальная работа сухих аппаратов обеспечивается при температуре очищаемых газов выше температуры точки росы, что необходимо для предотвращения конденсации влаги и увлажнения осажженной пыли. Появление влаги в сухих аппаратах может вызвать осложнение при удалении пыли с электродов и их коррозию.

В мокрых электродах удаление пыли производится путем смыва ее с поверхности электродов орошающей жидкостью. Температура очищаемого газа при этом должна быть выше или близкой к температуре точки росы. Мокрые электрофильтры могут также применяться для улавливания из газовых потоков жидких частиц в виде тумана или капель.

Электрофильтры широко применяются в теплоэнергетике, на горнодобывающих, перерабатывающих, металлургических и других предприятиях для очистки газов от пыли любой крупности при начальной запыленности до 50 г/м^3 . Кроме того, они используются для тонкой очистки газов от масляных туманов и смолы в различных отраслях промышленности.

Эффективность пылеулавливания в электрофильтрах составляет $0,96 - 0,99$, а в некоторых случаях достигает $0,999$. Работать электрофильтры могут под давлением и в разрежении при температуре до 500°C , а также в условиях агрессивных сред. Скорость газового потока в активной части сухих электрофильтров в зависимости от их конструкции колеблется от $0,8 - 1,0$ до $1,5 - 1,7 \text{ м/с}$. Аэродинамическое сопротивление аппаратов обычно не превышает $100 - 150 \text{ Па}$ и является значительно более низким по сравнению с другими типами пылеуловителей. Затраты электроэнергии составляют $0,1 - 0,5 \text{ кВт час на } 1000 \text{ м}^3$ очищаемого газа. Работа электрофильтров может быть полностью автоматизирована. Данные аппараты отличаются повышенной металлоемкостью, требуют сложных специальных агрегатов для электропитания и занимают большие площади. К недостаткам электрофильтров относятся высокая их чувствительность к отклонениям от заданных технологических режимов и к незначительным дефектам внутреннего оборудования, невозможность применения для улавливания пыли с большим электрическим сопротивлением и в условиях образования взрывоопасных сред.

Очистка выбросов от газообразных примесей.

Технологические газы промышленных агрегатов кроме золы и пыли содержат вредные газообразные выбросы в виде диоксида серы и азота, оксида углерода, сероводорода и другие. Улавливание газообразных выбросов преследует две цели: санитарную очистку газов и использование продуктов для получения удобрений, кислоты, серы и прочих ценных химических продуктов. Для очистки выбросов от газообразных примесей применяют методы абсорбции, хемосорбции, адсорбции, каталитического или термического дожигания.

Метод абсорбции основан на поглощении одного или нескольких вредных веществ жидким поглотителем (абсорбентом). При выборе последнего учитывается растворимость извлекаемого компонента и ее зависимость от температуры и давления. В качестве абсорбентов применяются вода, кислые, щелоч-

ные и другие растворы. Метод хемосорбции основан на поглощении газов и паров твердыми или жидкими поглотителями с образованием малолетучих или малорастворимых химических соединений. Большинство реакций, протекающих в процессе хемосорбции, являются экзотермическими и обратимыми. Поглотительная способность растворов в значительной степени зависит от константы равновесия химической реакции и почти не зависит от давления. Поэтому хемосорбция более выгодна при небольшой концентрации вредных в отходящих газах.

Метод адсорбции основан на селективном поглощении вредных газов и паров твердыми сорбентами, имеющими развитую микропористую структуру. В качестве адсорбента чаще всего используется активированный уголь. Кроме того применяют как адсорбенты также силикагель, активированные глинозем и оксид алюминия, цеолиты и прочее. Некоторые адсорбенты пропитываются соответствующими реагентами, повышающими эффективность адсорбции, так как на поверхности адсорбента в этом случае происходит хемосорбция.

Каталитический метод основан на превращении вредных компонентов промышленных выбросов в вещества безвредные или менее вредные за счет химических реакций взаимодействия удаляемых веществ с одним из компонентов, присутствующих в очищаемом газе, или со специально добавляемым в смесь веществом на твердых катализаторах. В качестве катализаторов обычно используются платина и металлы платинового ряда, оксиды меди и марганца, марганцевая руда и прочие, выполненные в виде шаров, гранул, колец или проволоки, свитой в спираль.

Термический метод основан на высокотемпературном сжигании вредных примесей, содержащихся в технологических вентиляционных и других выбросах. Для осуществления дожигания (реакции окисления) необходимо поддержание высоких температур очищаемого газа и наличие достаточного количества кислорода. Выбор схемы дожигания зависит от температуры и количества выбросов, от содержания в них вредных примесей, кислорода и прочего.

Методы и средства регистрации загрязнения атмосферы.

Газоанализатор ГКП-1

Кулонополярнографический газоанализатор ГКП – 1 представляет собой стационарный, регистрирующий прибор непрерывного действия, предназначенный для определения содержания в атмосферном воздухе сернистого газа в диапазоне от 0,15 до 10,0 мг/м³. Чувствительным элементом прибора является электрохимическая ячейка.

Газоанализатор ГМК-3

Оптико – акустический газоанализатор ГМК – 3 представляет собой прибор непрерывного действия и предназначенный для определения содержания в атмосферном воздухе окиси углерода в диапазоне от 0 до 400 мг/м³. Принцип действия газоанализатора основан на измерении степени поглощения окисью углерода инфракрасной радиации.

К газоанализаторам нового поколения можно отнести следующие: газоанализатор «Каскад-512.2Т», газоанализатор ОПТОГАЗ-500, газоанализатор «Палитра», газоанализатор САГА (кюветный САГА-К; трассовый САГА-Т).

Рациональное использование воды на предприятиях.

Системы водообеспечения и водоотведения в крупных агломерациях зачастую являются совместными для жилой и промышленных зон. При этом под системой водоснабжения понимают комплекс сооружений и технологических процессов для бесперебойного обеспечения потребителей водой требуемого качества и объема. В свою очередь, система водоотведения – это комплекс инженерных, санитарных и технологических мероприятий, обеспечивающих сбор, отведение, транспортировку сточных вод, их очистку и обезвреживание, а также обработку твердой фазы. В отдельных случаях, чаще всего на крупных предприятиях, имеется собственная система водного хозяйства с полным технологическим циклом от забора воды до ее очистки, обезвреживания и утилизации твердой фазы.

Системы водообеспечения промпредприятий, в зависимости от водных технологических процессов, могут быть прямоточного, повторного (последовательного) и оборотного водоснабжения.

В зависимости от условий поступления и последующей обработки различных категорий сточных вод системы водоотведения подразделяются на неполную и полную раздельные, общесплавную, полураздельную и комбинированную.

Условия выпуска сточных вод в водоёмы.

Очищенные сточные воды населенного пункта сбрасываются в приемник – непроточный водоем или водоток. Для этого смесь бытовых и производственных сточных вод пропускается через единые очистные сооружения. В связи с тем, что в промышленных стоках содержатся специфические загрязнения и компоненты, их сброс регламентирован «Правилами приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов».

Основными ограничениями на сброс промстоков в водоотводящую сеть являются:

- превышение расходов и концентраций загрязнений, установленных для данного промпредприятия;
- нарушение работы сетей, насосных станций, сооружений;
- присутствие веществ, отлагающихся на стенках трубопроводов и засоряющих или разрушающих их;
- наличие горючих и растворенных газообразных веществ, которые могут вызвать взрыв;
- содержание токсичных для микрофлоры очистных сооружений веществ;
- температура более 40°C;
- рН вне пределов 6,5 – 9;
- содержание органических веществ по ХПК, превышающие ГПК_н более чем в 1,5 раза.

Если сточные воды предприятий не соответствуют приведенным ограничениям, то перед сбросом в сеть их необходимо обработать на локальных очистных сооружениях. Условия выпуска как городских, так и промышленных сточных вод в водоемы регламентируются «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» и «Правилами санитарной охраны прибрежных вод морей», утвержденных санитарными органами. Для поверхностных водоемов хозяйственно - питьевого и культурно – бытового использования (после выпуска сточных вод) качество воды в расчетных створах должно соответствовать установленным требованиям. Если эти требования не выполняются, то необходима дополнительная очистка вод перед их сбросом в конкретный водоем, степень которой определяется по специальным методикам и руководствам.

Существующие и перспективные методы очистки сточных вод.

Так как сточные воды представляют собой полидисперсные гетерофазные агрегативно – устойчивые системы, то для очистки их необходимо разрушить агрегативную устойчивость и выделить из вод твердую фазу (взвешенные и плавающие вещества плотностью более 1 кг/дм³). Коллоидные и истинно растворенные компоненты подвергнуть деструктивной обработке до получения простых наименее токсичных продуктов. При этом также требуется уменьшить объем твердой фазы. Этому процессу способствуют механические, химические, физико – химические, биохимические методы очистки сточных вод, сочетанием которых создается технологическая схема очистных сооружений.

Наибольшее распространение для очистки городских и производственных сточных вод получили **механические методы**: процеживание, отстаивание, фильтрование.

Процеживание необходимо для выделения крупных включений (бумага, тряпье, дерево и прочее) из сточных вод. Выделение ведется на различного

вида решетках с шириной прозоров не более 16 мм. Механизированные решетки типа МГРМХ задерживают отбросы и периодически направляют их в дробилки, где они измельчаются с увлажнением и отбрасываются в канал перед решеткой для последующего выделения в отстойниках. Решетки – дробилки типа РД не только задерживают отбросы, но и измельчают их за счет специального приспособления. Выделение минеральных примесей из сточных вод осуществляется в песколовках, что необходимо для предотвращения абразивного износа оборудования и трубопроводов, транспортирующих и обрабатывающих твердую фазу.

В зависимости от технологической схемы очистки и обработки осадка сточных вод, гидравлической крупности взвешенных веществ применяют различные типы песколовков: горизонтальные, тангенциальные, аэрируемые, реже вертикальные. В песколовках выделяются до 95% минеральных частиц из сточных вод. Для выделения из сточных вод взвешенных и плавающих веществ, разделения иловой смеси после биоокислителей, применяются различного типа отстойники. На станциях очистки городских сточных вод последние подразделяются (функционально) на первичные (выделяются взвеси и плавающие вещества) и вторичные (разделяются иловая смесь и отработанная биопленка с очищенной жидкостью). Конструктивно отстойники разделяют на горизонтальные, вертикальные, радиальные с центральным и периферийным выпуском стоков, с вращающимся сборно-распределительным устройством, с нисходяще-восходящим потоком, с тонкослойными блоками. Плавающие вещества удаляются с поверхности специальными сборными бункерами (радиальные отстойники), лотками (горизонтальные и вертикальные отстойники) и направляются на обработку вместе с осадками. В последнее время получили распространение отстойники со встроенными в них тонкослойными блоками, что позволяет при одинаковой продолжительности отстаивания увеличить степень очистки вод в 1,2 – 1,3 раза, а при одинаковой степени очистки повысить пропускную способность в 1,3 – 1,6 раза. Для промышленных стоков, содержащих свыше 1,5 г/л минеральных загрязнений, эффективным является отстаивание в центробежном поле: гидроциклоны, центрифуги, сепараторы.

Метод фильтрования является зачастую окончательным этапом обработки городских промстоков. В этом случае фильтры входят в узел доочистки для более полного выделения частиц активного ила или биопленки. Фильтры, используемые для очистки промстоков, могут быть безнапорными и напорными. В качестве фильтрованных перегородок используются ткани, металлические и пластмассовые сетки, зернистые минеральные и органические загрузки. Фильтры применяются для очистки вод от нерастворенных и коллоидных частиц, находящихся в суспендированном и (или) эмульгированном состоянии; взвешенных частиц, масло- и нефтепродуктов, жиров, гидрооксидов и сульфидов тяжелых металлов и прочего. Регенерация фильтров осуществляется обратным

или прямым потоком осветленной жидкости, механическими (вибрация) воздействиями, отжимом, тепловыми потоками. Вода после фильтрования может быть направлена на повторное использование по согласованию с технологией производства. Регенерационные среды отправляются на дополнительную очистку или на утилизацию.

Химические методы применяются в основном для очистки производственных сточных вод. Основными методами являются нейтрализация и окисление-восстановление. Возможно применение последних как самостоятельно, так и в дополнение к другим методам.

Суть метода нейтрализации состоит в том, чтобы сбалансировать количество ионов H^+ и OH^- , содержащихся в промстоках. При этом наиболее рациональным является взаимное объединение кислых и щелочных стоков. Для нейтрализации кислых вод применяются щелочные реагенты: известь CaO , гашеная известь $Ca(OH)_2$, кальцинированная сода Na_2CO_3 , каустическая сода $NaOH$, аммиачная вода NH_4OH , а также фильтрование через нейтрализующие материалы (известняк, доломит, магнезит, мел). Для нейтрализации щелочных вод наиболее часто применяются кислоты: серная H_2SO_4 , соляная HCl , азотная HNO_3 , реже уксусная CH_3COOH . Возможно использование также для этой цели дымовых газов, содержащих CO_2 , SO_2 , NO_x . Расчетное количество того или иного реагента определяют на основании составления соответствующих стехиометрических уравнений.

Сточные воды, содержащие окисленные переменные – валентные элементы (Cr^{6+} , Cl^{7-} , Cl^{5-} , N^{3-} , N^{5-} и прочие), как правило, обезвреживаются в две ступени. На первой ступени элементы, находящиеся в высшей степени окисления восстанавливаются до низшей валентности, при которой данный элемент на второй ступени очистки может быть выделен из жидкой фазы в виде осадка, газа или переведен в малотоксичную форму.

Окислительный метод применяют для очистки промстоков от токсичных цианидов, сульфидов, меркаптанов, фенолов, крезолов и прочего. Реагентами для этого метода являются хлор и его производные (гипохлориты, диоксиды, хлораты), кислород, озон, перманганаты, хроматы и бихроматы, пероксид водорода.

Восстановительный метод применяется для очистки сточных вод от нитритов и нитратов, хроматов и бихроматов, хлоратов и перхлоратов, сульфатов, броматов и иодатов. Восстановителями в этом случае будут окисленные переменные-валентные элементы, содержащиеся в сульфитах, сульфидах, солях двухвалентного железа, сернистом газе, а также некоторые органические вещества, например, гидразин и специализированные микробные сообщества. Процесс в промышленных условиях реализуется в емкостных коррозионно-защитных аппаратах (металлических, железобетонных, пластмассовых) с ме-

ханическим, гидравлическим или барботажным перемешиванием. Выделение твердой фазы из сточных вод осуществляется механическими методами.

Физико-химические методы применяются для очистки промстоков и городских сточных вод.

Коагуляция - это процесс укрупнения коллоидных частиц жидкости за счет электростатических сил межмолекулярного взаимодействия. При первоначальном размере частиц 0,001 – 0,1 мкм после коагуляции их величина достигает 10 мкм и более. Коагуляция не только приводит к слипанию частиц, но и нарушает агрегативную устойчивость полидисперсной системы, в результате чего происходит разделение твердой и жидкой фаз. Наибольшее распространение получили алюмо- и железосодержащие коагулянты. Разновидностью коагуляции является процесс флокуляции - укрупнение мелкодисперсных частиц за счет электростатического взаимодействия под влиянием специально вводимых полиэлектролитов – флокулянтов в качестве которых, наибольшее распространение получили активированная кремнекислота и полиакриламид (ПАА).

Флотация - это процесс выделения из воды в пенный слой взвешенных и эмульгированных загрязнений за счет пузырьков газа, предварительно растворенных в очищаемой жидкости. Существуют различные виды флотации, отличающиеся способом получения флотирующего газа, который и определяет название: пневматическая, импеллерная, напорная, вакуумная, биологическая, электрофлотация, электрогидравлическая.

Сорбция – эффективный метод глубокой очистки производственных сточных вод от растворенных органических и некоторых неорганических загрязнений. Позволяет не только выделить и сконцентрировать загрязнения из сточных вод, но и утилизировать их в технологическом процессе, а очищенные воды использовать в оборотном водоснабжении. В качестве сорбентов применяют различные естественные и искусственные материалы: золу, коксовую мелочь, торф, цеолиты, активные глины и прочие. В наибольшей степени для адсорбции применяются активированные угли, удельная поверхность адсорбции которых достигает 400 – 900 мг/г.

Для более концентрированных (более 2 г/л) сточных вод, содержащих органические загрязнения, эффективным методом является экстракция. Последняя основана на смешении двух взаимонерастворимых жидкостей (одна из которых сточная вода) и распределении в них, согласно растворимости, загрязненного вещества. Количественно экстракция характеризуется коэффициентом распределения, то есть отношением концентрации загрязняющего вещества в экстрагенте к его содержанию в сточной воде. При установившемся равновесии экстрагентов используют различные органические вещества: ацетон, хлороформ, бутилацетат, толуол и прочие. Разделение экстрагента и экстрагированного вещества производится перегонкой смеси. Это определяет одно из основных требований выбора экстрагента: разная температура кипения экстра-

гента и выделяемого вещества. После разделения смеси экстрагент вновь используется в цикле очистки вод, а вещество утилизируется.

Гетерогенный ионный обмен - ионообменная сорбция – процесс обмена между ионами, находящимися в растворе (в сточной воде) и ионами, присутствующими на поверхности твердой фазы – ионита. Метод позволяет не только очистить сточные воды от загрязнений, но и использовать выделенные вещества в производстве. Ионным обменом эффективно извлекаются из сточных вод тяжелые металлы, мышьяк, фосфор, сульфаты, хлориды и прочее. Иониты подразделяются, в зависимости от заряда, на катиониты и аниониты; бывают природные – алюмосиликаты (монтмориллонит, глауконит, клиноптилолит) и искусственные – ионообменные смолы.

Электрохимическая очистка сточных вод - один из наиболее распространенных методов очистки. На основе использования продуктов электролиза водных растворов в одном объединен ряд процессов: электрокоагуляция, электрофлотация, электрофлотокоагуляция, электроокисление, электровосстановление, обеззараживание, электрокорректировка реакции среды. Данный метод применим для очистки сточных вод от взвешенных, плавающих, эмульгированных, коллоидных и растворенных загрязнений (жиры, взвеси, масла, ПАВ, тяжелые металлы, сульфиды, нефтепродукты и прочие вещества). Достоинством метода является его компактность, высокая степень автоматизации, возможность изготовления установки в условиях любого предприятия, высокий эффект очистки вод. Среди недостатков: значительный расход электроэнергии, металлов для электродов, утилизация шламов.

В последнее время широкое распространение получил метод гальвано коагуляции для очистки сточных вод от тяжелых металлов (до остаточных концентраций 0,1 и менее мг/л), сульфатов, сульфидов, органических веществ (эффект очистки до 50%). Сущность метода состоит в образовании гальванических пар **Fe – C**, **Fe – Cu**, **Fe – Al**. Железо в этих парах является анодом и вследствие анодного растворения окисляется и переходит в сточную жидкость, проводя при этом окислительно-восстановительные реакции. Процесс осуществляется во вращающихся барабанных или стационарных с механическим перемешиванием гальванокоагуляторах, загрязненных железной стружкой, железным скрапом, коксовой мелочью.

Биохимический метод наиболее экологически чистый. Применяется для очистки хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод от растворенных и коллоидных органических загрязнений, а также некоторых неорганических (азота, фосфора, сульфитов, сульфидов). Основан на способности и потребности микробных сообществ использовать в качестве питания для жизнедеятельности указанные вещества. Органическая часть загрязнений в этом случае является доминантным субстратом, а азот, фосфор, сера выполняют роль

источников биогенного питания для энергетических и синтетических клеточных процессов.

Загрязненность сточных вод органическими веществами характеризуется 3 – мя показателями: БПК, ХПК, ООУ.

Биохимическую очистку вод от органических веществ ведут микробные сообщества в аэробных и анаэробных условиях. Аэробный метод основан на использовании аэробных и факультативно – аэробных микроорганизмов, для жизнедеятельности которых необходимо наличие растворенного кислорода и температура 10 – 40°C. Аэробную очистку вод ведут микробные сообщества, культивируемые во взвешенном и прикрепленном состоянии (активный ил или биологическая пленка).

Анаэробную очистку применяют, в основном, для промстоков с преобладанием органических загрязнений, а также для минерализации твердой фазы (осадков, илов, биопленки) на очистных сооружениях. При таком методе очистки происходит биологическое окисление органических веществ в отсутствии молекулярного кислорода (за счет химически связанного в соединениях SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , CO_3^{2-}).

Активный ил представляет собой сообщество живых микроорганизмов и твердого субстрата в виде коллоидной амфотерной системы отрицательного заряда. Биоценоз активного ила представлен 12 видами: бактерии, простейшие черви, грибы, дрожжи, актиномицеты и прочие. Скопления бактерий окружены слизистым слоем и называется зоогелями, способствующими сорбции загрязнений, структурированию и осаждению. Элементный состав активного ила включает углерод, водород, азот, кислород, серу. Сухое вещество содержит 70 – 90% органического и 10 – 30% неорганического вещества, в зависимости от состава очищаемых сточных вод. Твердый субстрат представляет отмершую биомассу, взвеси и прочее, на которых закреплены микроорганизмы активного ила. Хлопья активного ила имеют поверхность до 1200 м^2 на 1 м^3 (или до 100 м^2 на 1 г сухого вещества), в 1 м^3 ила содержится около 2×10^{14} бактерий.

Процесс микробной очистки вод от органических загрязнений включает несколько этапов: смешение сточных вод с биомассой; сорбция загрязнений из вод на поверхности клеток; ферментный гидролиз и расщепление органических веществ до более простых форм; транспорт ферментсубстратного комплекса в клетку и внутриклеточное его окисление; вывод метаболитов из клетки.

Поля орошения представляют собой специально подготовленные участки, куда после предварительной механической очистки направляют (по бороздам, трубам, лоткам и прочее) сточные воды.

Биологические пруды применяют для очистки и глубокой очистки городских, производственных и поверхностных сточных вод, содержащих органические вещества. Это каскад прудов (3 – 5 ступеней), через которые с небольшой

скоростью протекает вода, освобождаясь от органических загрязнений вследствие комплексного воздействия зоо- и фитопланктона, кислорода, воздуха, фотохимических реакций, микрофлоры донных отложений.

Наибольшее распространение получили аэротенки и биофильтры. Общими требованиями для них является предварительное осветление сточных вод до остаточных концентраций по взвешенным веществам 100 – 150 мг/л. Биофильтры представляют собой негерметичные емкостные сооружения, заполненные различной загрузкой (щебень, гравий, керамзит, пластмасса, асбестоцемент, стеклопор и прочее), на поверхности которой развивается очищающая сточную воду биопленка. Биофильтры рекомендуются применять для очистки небольших объемов сточных вод (до 10000 м³/сут), если рельеф местности имеет перепад отметок не менее 6 м. В этом случае биофильтры экономически предпочтительнее аэротенков.

Отходы производства.

Классификация промышленных отходов (ПО) основана на систематизации их по отраслям промышленности, возможностям переработки, агрегатному состоянию, токсичности. В каждом конкретном случае характер используемой классификации соответствует рассматриваемым аспектам: складированию, очистке, переработке, захоронению и предотвращению их токсичного воздействия. Каждая отрасль промышленности имеет собственную классификацию отходов. Согласно ГОСТ 12.1.007 –76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» ПО делятся на 4 класса опасности:

1 класс – чрезвычайно опасные: при наличии в отходах ртути, сулемы, хромовокислого калия, треххлористой сурьмы, бензапирена, оксида мышьяка и прочих веществ;

2 класс – высоко опасные: при наличии в отходах хлористой меди, хлористого никеля, трехокисной сурьмы, азотнокислого свинца и прочих;

3 класс – умеренно опасные: при наличии в отходах сернокислой меди, щавелевокислой меди, хлористого никеля, оксида свинца, четыреххлористого углерода и других веществ;

4 класс – малоопасные: при наличии в отходах сернокислого марганца, фосфатов (P₂O₅), сернокислого цинка, хлористого цинка и других веществ.

Отходы могут быть использованы до или после обработки. На использование влияет не только их качество, но и количество в данном месте, а также местные условия. По состоянию различаются отходы твердые, жидкие и газообразные. По месту возникновения отходы подразделяются на бытовые, промышленные и сельскохозяйственные. По составу основным показателем можно считать происхождение отходов: органическое и неорганическое, а также сжигаемые отходы или нет. Особую группу представляют собой отходы в виде энергии, называемые энергетическими (тепло, шум, радиоактивное излучение). По утилизации ПО различаются как:

-неиспользуемые (неутилизируемые);

-используемые (утилизируемые):

Отходы возникают как в результате производственной деятельности, так и при потреблении. В соответствии с этим они подразделяются на отходы производства и отходы потребления.

Отходами производства следует считать остатки сырья, материалов или полуфабрикатов, образовавшиеся при изготовлении продукции и полностью или частично утратившие свои потребительские свойства. А также продукты физико-химической или механической переработки сырья, получение которых не являлось целью производственного процесса, и которые в дальнейшем могут быть использованы в народном хозяйстве как готовая продукция после соответствующей обработки или в качестве сырья для переработки. В процессе производства образуются сточные воды и их осадки, дымовые газы, тепловые выбросы и прочее.

Отходами потребления считаются различного рода изделия, комплектующие детали и материалы, которые по тем или иным причинам не пригодны для дальнейшего использования. Эти отходы можно разделить на отходы промышленного и бытового потребления. К первым относятся, например, металлолом, вышедшие из строя оборудование, изделия технического назначения из резины, пластмасс, стекла и другое. Бытовыми отходами являются пищевые отходы, изношенные изделия бытового назначения, различного рода использованные изделия, бытовые сточные воды и прочее.

Все виды отходов производства и потребления по возможности использования можно разделить, с одной стороны, на вторичные материальные ресурсы (ВМР), которые уже перерабатываются или переработка которых планируется, и, с другой стороны, на отходы, которые на данном этапе развития экономики перерабатывать нецелесообразно и которые неизбежно образуют безвозвратные потери.

В Японии ПО разделяются на **14** основных групп (нефтепродукты, осадки и шламы очистных сооружений, зола, шлаки и другое), в каждой из которых предусмотрена дополнительная классификация по способу их возможной обработки и дальнейшего использования в качестве ВМР. В Канаде все ПО распределены на **10** категорий: органические химикаты и растворители, масла, жиры, кислоты и щелочи, отходы металлов, пластмасс, тканей, кожи и резины, древесины и бумажные отходы. В ФРГ имеется государственный каталог отходов, куда постоянно заносятся их новые виды для определения дальнейших мер их обезвреживания. В США разработан ряд градаций для различных регионов страны, в основном по типу использования отходов с выделением **115** наименований опасных веществ. В дальнейшем предполагается расширить номенклатуру таких отходов до **400** наименований. По рекомендациям

Агентства по охране окружающей среды 50% отходов следует перерабатывать; 26% - захоранивать; 24% - термически обезвреживать.

Классификация отходов по группам и видам:

- осадки очистных сооружений, шламы;
- отходы текстиля, трикотажа;
- пластмассы;
- отходы пищевой промышленности;
- кислоты;
- зола, шлаки, горелая земля;
- древесные отходы;
- резина и резинотехнические изделия;
- лакокрасочные материалы;
- производственные и строительные отходы;
- щелочи;
- легковоспламеняемые жидкости;
- коксовые отходы;
- нефть и нефтепродукты;
- металлы;
- бумажные отходы;
- отходы кожевенной промышленности.

Нормирование сбора ПО.

Для всех видов продукции, получение которой из ВМР или отходов экономически целесообразно, необходимо правильно рассчитать нормы сбора вторичных отходов. При оценке норм следует определить источники образования ВМР, проанализировать влияние технологических, организационных, экономических факторов на объем отходов, степень их использования.

Сбор и транспортирование ПО.

На сегодняшний день в мировой практике наметилась тенденция перехода к централизованной обработке ПО на полигонах и предприятиях с заводской технологией обезвреживания и утилизации образующихся полезных вторичных продуктов. Большой опыт в области сбора, транспортировки и обработки отходов по заводской технологии накоплен в странах Западной Европы и США. Одной из первых стран, внедривших комплексную централизованную систему сбора, транспортирования, переработки и утилизации ПО и загрязнений в масштабах всей страны, стала Дания. В настоящее время в Дании действует 23 централизованных пункта сбора отходов.

В мировой практике за последнее время используются 4 основные принципиальные схемы доставки ТБО и ПО. По первой схеме сбор отходов производится автомобильным транспортом, доставляющим их непосредственно на места обработки или на перегрузочные станции, где они уплотняются и пере-

гружаются на большегрузные автомобили. При этом предпочтение отдается перевозке грузов в контейнерах. По второй схеме погрузка осуществляется в железнодорожные цистерны, вагоны, полувагоны или на платформы. При этом также уделяется большое место контейнерному способу перевозок. Третьей схемой предусмотрен вывоз отходов из города водным транспортом. В течении многих лет большое количество отходов и загрязнений, собираемых в Лондоне, грузят на баржи и вывозят по р.Темзе. Таким способом удаляется около 700 тыс.т отходов ежегодно.

Помимо железнодорожного и автомобильного транспорта, отходы могут доставляться на место переработки контейнерным пневмотранспортом по трубам, проложенным на земле, под землей или под водой. Пневмотранспорт используют преимущественно для удаления ТБО, для транспортирования ПО он применяется не в полной мере.

Организация сбора и вывоза ПО предусматривает следующие технологические операции:

- накопление отходов в контейнерах (цистернах);
- вывоз контейнеров до мест обезвреживания;
- разгрузку отходов;
- замену контейнеров на чистые;
- доставку порожних, чистых контейнеров в места сбора;
- загрузку полных контейнеров.

Контейнеры, предназначенные для перевозки твердых и пастообразных ПО, должны представлять собой металлическую сварную конструкцию при необходимости усиленную ребрами жесткости. В верхней части располагаются загрузочные люки, внутренняя полость обработана кремний – органическим или кремниевым покрытием, высокая степень герметизации.

Складирование и захоронение ПО на свалках, полигонах ТБО, поверхностных и подземных хранилищах.

До середины 1970г. ввиду отсутствия эффективных средств обработки и утилизации большого числа ПО были широко распространены методы их складирования на городских свалках вместе с ТБО или на специальных свалках ПО, в большинстве случаев имевших примитивное устройство. В настоящее время такой метод складирования и обезвреживания отходов запрещен. Примитивные мусорные свалки заменяются на организованные полигоны ТБО. Отходы складируют на грунт с соблюдением условий, обеспечивающих защиту от загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и грунтовых вод, препятствующих распространению болезнетворных микроорганизмов. На полигонах производится уплотнение ТБО, позволяющее увеличить нагрузку отходов на

единицу площади, обеспечивая экономное использование земельных участков. Главными критериями приема токсичных ПО на полигоны ТБО являются: состав фильтрата при $\text{pH} = 5 - 10$ и температуре $10 - 40^\circ\text{C}$; способность к самовозгоранию, выделению ядовитых веществ, интенсивному пылению. ПО, допускаемые для совместного складирования с ТБО, должны отвечать технологическим условиям: влажность не более 80%, не быть взрывоопасными, самовоспламеняющимися, самовозгорающимися. Не допускаются для совместного складирования ПО, температура самовоспламенения которых менее 120°C , а также все отходы, способные к самовозгоранию за счет химических реакций в толще складированной массы. ПО, допускаемые на полигон, не должны выделять пары и газы, дающие взрывоопасные или ядовитые смеси с воздухом и газами полигонов. Слой захораниваемых на свалках ТБО и ПО достигает обычно большой толщины. После исчерпания возможности складирования свалки засыпают землей, но в толще отходов в течении десятков лет происходят процессы анаэробного сбраживания органической части отходов с выделением биогаза. На местах бывших крупных свалок в ряде случаев считается экономически выгодным наладить промышленную добычу биогаза.

Шламонакопители - основной тип промышленных хранилищ, которые строят по одно- и многокаскадному принципу с созданием плотины, берегов и чаши шламохранилища. Для того, чтобы сливаемые промстоки не фильтровались через стенки и дно прудов – отстойников, применяются экраны из различных материалов (из суглинков, полиэтиленовой пленки, битумно-латексных покрытий).

Подземное захоронение промстоков путем их закачки в глубокие скважины получило распространение в ряде Зарубежных стран. К преимуществам данного метода относится уменьшение загрязнения поверхностных вод, а также исключение при таком захоронении необходимости их полного обезвреживания. Как показала практика, наиболее пригодными для сброса промстоков являются осадочные породы: песчаники, известняки, доломиты, обладающие достаточно высокой проницаемостью.

Как один из способов обезвреживания ПО применяется метод их сжигания совместно с ТБО на специальных мусоросжигательных заводах. Полигоны для обезвреживания и захоронения токсичных ПО являются природоохранными сооружениями, предназначенными для регулярного централизованного сбора, удаления, обезвреживания и захоронения не утилизируемых токсичных отходов, загрязнений и некондиционных продуктов промышленных предприятий. Количество и мощность полигонов для каждого промышленного района обосновывается технико-экономическими расчетами. В составе полигонов предусматривается строительство трех основных объектов, которые могут

быть расположены на одной или нескольких отдельно расположенных площадках:

- цехи для обезвреживания токсичных ПО и некондиционных продуктов, предназначенные для сжигания и физико-химической переработки этих отходов;
- участки захоронения отходов и загрязнений, представляющего собой территорию, на которой располагаются специально оборудованные котлованы, куда складировются различные группы токсичных твердых отходов;
- гаражи для транспортирования токсичных ПО.

Обработка ПО на полигонах является более прогрессивным способом, чем сброс на свалки ТБО, так как наряду с захоронением и примитивным сжиганием, здесь предусматриваются установки для промышленной обработки некоторых видов промышленных отходов (ПО).

Приему на полигоны не подлежат:

- радиоактивные отходы;
- нефтепродукты, подлежащие регенерации;
- древесные отходы;
- производственные и строительные отходы.

Полигоны следует располагать в свободных от застройки, открытых, хорошо проветриваемых, незатопляемых местах. На все отходы, вывозимые на полигоны, должен составляться паспорт с технической характеристикой состава отходов и кратким описанием мер безопасности обращения с ними.

Литература

1. *Андреева Е.С., Андреев С.С.* Промышленная экология. Санкт – Петербург, 2005. –С.60-143.
2. *Мазур И.И., Молдаванов О.И.* Курс инженерной экологии. –М.: Логос, 2001. – С. 149-173; 253-260.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите, пожалуйста, основные источники загрязнения атмосферы.
2. Какие группы сточных вод по происхождению Вы знаете?
3. Какие аппараты и системы для очистки воздуха от пыли в производственных помещениях Вы знаете?
4. Каковы основные методы очистки выбросов от газообразных примесей Вы знаете?
5. Назовите, пожалуйста, современные методы очистки сточных вод?

6. В чем смысл понятия «отходы производства»?
7. Каковы схемы транспортировки промышленных отходов, а также особенности их складирования на специализированных полигонах.

Производственный экологический контроль. Экологическая экспертиза

В инспекторском контроле можно выделить три основных направления:

- работа с документацией и делами предприятий;
- полная проверка воздухоохранной деятельности предприятия;
- оперативные или целевые проверки.

Ознакомление с документацией предприятия происходит непосредственно на рабочем месте, и на это предусматривается не менее 30% времени, отведенного для контроля. На этом этапе проводится:

-подготовка к проверке предприятия – анализ документов, переписки с предприятием, планов мероприятий, предписаний предыдущих проверок, нормативов ПДВ (ВСВ), разрешений на выброс и прочее;

-оформление результатов по завершении проверки – регистрации акта; регистрация, оформление и отправка протоколов на штраф, подготовка справок на депримирувание, справок и писем в вышестоящие головные организации по подчиненности предприятия;

-текущая работа, а именно: переписка с подконтрольными предприятиями и их вышестоящими организациями; согласование планов и мероприятий, регистрация техпаспортов пылегазоочистных установок; выдача справок на премирование, рассмотрение техдокументации; согласование пунктов размещения производственных объектов; прием посетителей, рассмотрение писем, жалоб и заявлений граждан; выполнение оперативных и внеплановых заданий; дежурство по комитету, ознакомление с технической литературой; подготовка статей в журналы, газеты и прочее;

Полная проверка контролируемого объекта проводится с целью выявления состояния работ по всем направлениям воздухоохранной деятельности. Материалы полной проверки являются основой для подготовки справок, писем, отчетов. По ее результатам оформляется акт со всеми приложениями. Периодичность полных инспекторских проверок воздухоохранной деятельности определяется категорией предприятия и зависит от величины валового выброса загрязняющих веществ в атмосферу, степени влияния его на состояние загрязнения атмосферного воздуха, состояния воздухоохранной работы.

Обследование предприятия – проверка состояния воздухоохранной деятельности непосредственно на производственных площадях – включает в себя следующие этапы:

-ознакомление с технологическими регламентами, особенностями производства;

-технический осмотр стационарных источников загрязнения атмосферы (организованных и неорганизованных с установками очистки газа);

-проверка работы лаборатории по контролю за выбросами в атмосферу и результатов контрольных замеров;

-ознакомление с расположением и оборудованием мест отбора проб выбросов;

-проверка состояния строительства (реконструкции, техперевооружения) производственных объектов и установок очистки газа;

-проверка автотранспортного подразделения предприятия;

-подведение итогов проверки (оформление акта проверки, протоколов на штраф и прочее).

При обследовании организованных источников выбросов, оснащенных установками очистки газа следует проверить всю имеющуюся документацию по эксплуатации и обслуживанию газопылеулавливающих установок (ГОУ): паспорт, акт технического осмотра, график ремонта, журналы учета времени работы ГОУ по форме ПОД – 3, инструкции и обслуживанию ГОУ.

При проверке организации работы предприятия в неблагоприятных метеоусловиях (НМУ) устанавливают:

-наличие утвержденного плана мероприятий по сокращению выбросов;

-наличие документов, обосновывающих эффективность разработанных мероприятий;

-наличие приказа руководителя предприятия о переходе в период НМУ;

-инструментальный контроль эффективности мероприятий в периоды их проведения.

Кроме вышеперечисленного, в основные задачи госинспекции входит:

-выявление неиспользуемых установок пылегазоочистки;

-выявление источников, подлежащих оснащению ГОУ;

-выявление источников, неучтенных инвентаризацией.

-оформление результатов проверки.

Проверка предприятия считается завершенной после предъявления инспектором оформленного акта, подписанного руководителем предприятия и заверенного гербовой печатью. В течение не более 2 – х недель после проверки предприятием должны быть разработаны мероприятия по устранению выявленных нарушений и издан приказ, копия которого должна быть направлена в инспекцию.

Инспекторский контроль за водоохранной деятельностью предприятия.

Контроль водохозяйственной деятельности предприятий включает: анализ документов по водопотреблению и водоотведению, проверку фактических мероприятий по использованию и охране водных ресурсов, написание акта проверки. К основным документам, определяющим водохозяйственную деятельность предприятий и подлежащим контролю при проверке, относятся:

- экологический паспорт предприятия;
- разрешение на специальное водопользование;
- установленные нормы ПДС в водный объект;
- план водоохранных мероприятий;
- проект плана охраны ОС или лимит ПУ «Водоканал» на объем забираемой воды;
- отчетность по форме 2ТП – водхоз за истекший год;
- статистическая отчетность по форме 18 КС (строительство водоохранных объектов);
- журналы первичного учета воды ПОД – 11, ПОД – 12;
- журнал ПОД – 13 (если сброс осуществляется в водный объект).

Проверка водохозяйственной деятельности предприятия производится по следующей схеме:

- ознакомление с технологией производства, выявление существования «мокрых» процессов а, следовательно и источников загрязнения;
- особое внимание уделяется: гальваническому производству (соли тяжелых металлов), окрасочному производству (краска), механосборочному цеху (нефтепроизводные), склады горюче-смазочных материалов и легковоспламеняющихся жидкостей (нефтепродукты), автопредприятия и гаражи (СПАВ), перерабатывающая промышленность (аммиак, органические вещества), химические предприятия (широкий спектр загрязняющих веществ);
- после обследования источников загрязнения в акте указываются объем сброшенных сточных вод, место сбора сточных вод, их качественный состав, соответствие его утвержденным нормам или ПДС; отражается выполнение водоохранных мероприятий и предписаний актов предыдущих проверок;
- проверка эффективности работы очистных сооружений (возможность очистки, конструкция очистных сооружений, мощность, режим работы);
- после ознакомления с технической документацией и визуального осмотра производства устанавливаются точки отбора проб.

Перечень определяемых компонентов и частота отбора проб сточной воды определяются следующим образом:

-на стадии нейтрализации перечень определяемых загрязнителей – рН и металлы; частота отбора проб несколько раз в день;

-на локальных очистных сооружениях – взвешенные вещества, нефтепродукты, жиры; контроль 1 – 4 раза в месяц;

-на внеплощадных очистных сооружениях – все компоненты, поступающие при соответствующей технологии, а также рН, взвешенные вещества, соледержащие, ХПК, БПК, растворенный O_2 , группа азота, сульфиды, хлориды, остаточный хлор – 3 раза в месяц;

-в песколовках – взвешенные вещества; 1 раз в неделю; в отстойниках – взвешенные вещества, сульфиды, азот; 4 раза в месяц;

-в аэротенках, биофильтрах – растворенный O_2 , БПК, сульфиды, ХПК, группа азота, фосфаты; 4 раза в месяц.

По результатам контроля рационального использования водных ресурсов составляется акт проверки, в котором следует отражать:

1. Состояние водопотребления и водоотведения по установленной форме отчетности (2ТП – водхоз) с разъяснениями причин изменения;
2. Мероприятия, проводимые водопользователями по рациональному использованию вод, внедрению оборотных систем водоснабжения;
3. Наличие у водопользователей утвержденных планов по охране и рациональному использованию водных ресурсов;
4. Наличие разрешений на спецводопользование и соблюдение предписаниями и объектами условий, установленных в них;
5. Эффективность работы и техническое состояние действующих водоохраных сооружений;
6. Качественное состояние водных объектов, влияние на них сточных вод рассматриваемых предприятий;
7. Мероприятия по водоохранному строительству, согласование с органами Минприроды;
8. Объем выделенных капвложений на строительство водоохраных объектов;
9. Состояние строительства водоохраных сооружений;
10. Конкретные предложения по устранению имеющихся недостатков в деле охраны водных объектов.

В случае аварийного или залпового сброса сточных вод проверка предприятия и составление акта проверки производится следующим образом: указывается факт сброса с описанием причин аварии, куда произведен сброс, время сброса и прочее.

Для предъявления платежей за аварийные ситуации необходимо оформление следующей документации:

1. Акт проверки;
2. Акт отбора проб сточных вод;
3. Акт ликвидации аварии;
4. Результаты анализов отобранных проб;
5. Расчет массы сброшенных загрязняющих веществ.

Экологическая экспертиза

Государственная экологическая экспертиза - это осуществление предупредительного контроля за состоянием и использованием природных ресурсов; ряд организационно-правовых, нормативных, методических приемов и действий, позволяющих всесторонне изучить, объективно рассмотреть предлагаемые к реализации проектные решения. Итогом экологической экспертизы являются заключения, в которых сделаны соответствующие выводы и даны предложения о целесообразности осуществления того или иного проекта с точки зрения рациональности использования природных ресурсов, включая экономический и социальный факторы. Главной перспективной **целью** экологической экспертизы является сохранение нормального функционирования экосистемы, предотвращение ухудшения условий жизни человека, повышение качества природной среды.

Объектами государственной экологической экспертизы, подлежащими рассмотрению, являются: схема развития и размещения производительных сил на определенных территориях, территориальные комплексные схемы охраны природы, программы формирования территориально-производственных комплексов; комплексные схемы охраны и рационального использования водных, земельных, минеральных и других природных ресурсов.

Государственная экологическая экспертиза предпроектной и проектной документации, в зависимости от характера материалов, значимости, масштаба и возможных влияний на ОС хозяйственной деятельности, проводится по одному из трех видов процедур:

- комплексная эколого-социально-экономическая экспертиза;
- согласование (простое, средней сложности, сложное);
- назначение граничных условий.

Государственной экологической экспертизе присущи специфические особенности:

- обязательность экологической экспертизы как этапа рассмотрения предпроектных и предплановых материалов по объектам Федерального и республиканского значения, намечаемых к размещению на территории РФ;

-независимость и объективность экологической экспертизы обуславливается рациональной организацией административного подчинения экспертизы, рассмотрением материалов экспертными комиссиями и Советом Государственной экологической экспертизы, формируемыми из числа ведущих ученых и высококвалифицированных специалистов различных отраслей народного хозяйства;

-комплексный эколого-социально-экономический подход при проведении экспертиз, обеспечивающий научно-техническую и экономическую обоснованность предлагаемых решений экологических проблем;

-вариантность (альтернативность) в подходе к оценке и выбору возможных путей решения исследуемых проблем.

Правовой основой экологической экспертизы являются законы, постановления, указы, в частности Федеральный Закон РФ «Об экологической экспертизе» (с изменениями на 8 мая 2009 года). Нормативной основой являются различные стандарты, нормы, правила, инструкции и прочее.

Литература

1. *Андреева Е.С., Андреев С.С.* Промышленная экология. Санкт – Петербург, 2005. –С.144-150.
2. *Мазур И.И., Молдаванов О.И.* Курс инженерной экологии. –М.: Логос, 2001. – С. 175-188; 244-251; 277-285; 286-306.

Вопросы для самопроверки

1. В чем смысл понятия «инспекторский экологический контроль»?
2. Какие действия предполагает инспекторский контроль соблюдения воздухоохранного законодательства?
3. В чем заключается специфика проведения инспекторского контроля водоохранной деятельности предприятия?
4. Раскройте, пожалуйста, смысл понятия «экологическая экспертиза» и перечислите ее особенности. Правовая основа экологической экспертизы.

КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Общие указания

К выполнению контрольных работ следует приступить после тщательного изучения рекомендованных источников литературы.

В результате самостоятельного изучения дисциплины необходимо выполнить контрольную работу, которая состоит из 10 вопросов, всего приведено 50 вопросов. Студент выполняет контрольную работу с таким сочетанием вариантов, номер которого соответствует последним двум цифрам номера его зачетной книжки. Например, если последние две цифры номера зачетной книжки 35, студент выполняет контрольную работу под номером сочетания 35. Если последние две цифры номера зачетной книжки превышают число 50 (51, 52, 53,...), следует в качестве номера вопроса рассматривать последнюю цифру номера зачетной книжки. Так, для номера зачетной книжки, заканчивающегося на 51, номером вопроса контрольной работы нужно считать 1; для номера 52 – 2 соответственно и так далее.

Ответы на вопросы контрольной работы должны быть сформулированы достаточно подробно и содержать физический смысл излагаемого материала.

ВОПРОСЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Предмет исследования инженерной экологии.
2. Методологические основы выделения природно-промышленных систем.
3. Структура природно-промышленных систем.
4. Аспекты функционирования природно-промышленных систем.
5. Особенности воздействия производства на природную среду.
6. Понятие о безотходных и малоотходных технологиях: характерные черты и особенности.
7. Сущность концепции безотходных технологий.
8. Основные элементы безотходной технологии.
9. Замкнутые системы водообеспечения: экономическая и экологическая роль.
10. Порядок расчета коэффициента безотходности в различных отраслях производства.
11. Принципы безотходности. Экономическая и экологическая функции.
12. Технологические, административные, экономические, экологические требования для создания малоотходных и безотходных технологий.
13. Критерии качества атмосферного воздуха.
14. Антропогенное изменение химического состава атмосферы.
15. Источники загрязнения атмосферы.
16. Инвентаризация источников выбросов.
17. Экологический паспорт предприятия.
18. Методы и средства регистрации загрязнения атмосферы.

19. Основные способы предотвращения и улавливания выбросов.
20. Мероприятия по предотвращению или снижению выбросов в атмосферу.
21. Особенности химического состава природных вод.
22. Антропогенные изменения химического состава водных объектов.
23. Источники загрязнения водных объектов.
24. Оценка качества вод: сущность и основные принципы.
25. Рациональное использование воды на предприятиях.
26. Условия выпуска сточных вод.
27. Методы очистки сточных вод.
28. Обработка и утилизация осадков сточных вод.
29. Классификация промышленных отходов.
30. Нормирование сбора утилизируемых отходов.
31. Сбор и транспортировка промышленных отходов.
32. Складирование и захоронение промышленных отходов.
33. Обработка и утилизация промышленных отходов.
34. Утилизация радиоактивных отходов.
35. Инспекторский контроль воздухоохранной деятельности предприятия.
36. Инспекторский контроль водоохранной деятельности предприятия.
37. Экологическая экспертиза: сущность, свойства.
38. Аспекты взаимодействия производства и природной среды.
39. Промышленные источники воздействия на природную среду.
40. Принципы рациональной организации промышленного производства: безотходное и малоотходное производства.
41. Современные методы предотвращения негативного воздействия промышленной деятельности на атмосферу.
42. Современные методы предотвращения негативного воздействия промышленной деятельности на гидросферу.
43. Современные методы предотвращения негативного воздействия промышленной деятельности на педосферу.
44. Современные методы предотвращения негативного воздействия промышленной деятельности на биосферу.
45. Обзор существующих современных способов предотвращения негативного воздействия промышленной деятельности на окружающую среду в мире и в России: достоинства и недостатки, перспективы использования в XXI веке.
46. Особенности обмена веществом, энергией и информацией в рамках природно-промышленных систем.
47. Аспекты «влияния» и «воздействия» промышленного производ-

ства на окружающую среду.

48. Основные требования, предъявляемые к производству при внедрении безотходных или малоотходных технологий.

49. Экономическая и экологическая роль полигонов ПО.

50. Правовая и нормативная основы экологической экспертизы.

Темы курсовых работ

1. Взаимодействие между природой и обществом и роль инженерной экологии в решении проблемы защиты окружающей среды от влияния промышленного производства.

2. Инженерные средства защиты водных объектов от воздействия промышленного производства.

3. Аспекты воздействия промышленного производства на окружающую среду.

4. Промышленное производство и состояние воздушного бассейна крупных городов.

5. Роль промышленного производства в физико-химическом преобразовании окружающей среды.

6. Отрасли промышленного производства их вклад в состояние окружающей среды.

7. Безотходное производство. Принципы, характеристика и возможности применения в современном обществе.

8. Перспективы развития промышленного производства в аспекте охраны окружающей среды.

9. Промышленные отходы. Классификация и возможности утилизации.

10. Основные средства инженерной защиты воздуха атмосферы от воздействия промышленных объектов.

РАЗЛИЧНЫЕ СОЧЕТАНИЯ ВАРИАНТОВ ВОПРОСОВ ПО КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ

Вариант контрольных вопросов определяется по последней цифре номера студенческого билета. Например, номер студенческого билета 38224: последняя цифра 4, ей соответствует вариант № 4.

№ варианта	Номера вопросов				
1	1	11	21	31	41
2	2	12	22	32	42
3	3	14	23	33	43
4	6	13	24	34	44
5	7	15	25	35	45
6	4	16	26	36	46
7	5	17	27	37	47
8	8	18	28	38	48
9	9	19	29	39	49
0	10	20	30	40	50

Содержание

Предисловие.....	3
Общие указания.....	4
Указания по разделам программы.....	6
Воздействие производства на природную среду. Природно-промышленные системы.....	6
Безотходные технологии и малоотходные производства.....	12
Охрана атмосферного воздуха на предприятиях. Охрана водных объектов. Отходы производства.....	20
Производственный экологический контроль. Экологическая экспертиза.....	43
Вопросы контрольной работы.....	50
Темы курсовых работ.....	52
Таблица вариантов контрольных вопросов.....	52

Учебное издание

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по дисциплине

"Обеспечение производственной и экологической безопасности"

Направление – «Пожарная безопасность»

Профиль – «Пожарная безопасность»

Составители: Елена Сергеевна Андреева
Ирина Николаевна Липовицкая

Редактор

ЛР № от . .2021.

Подписано в печать	Формат 60 × 90 ¹ / ₁₆	Бумага кн.-жур.	Печать офсетная.
Печ. л.	Уч.-изд. л.	Тираж	Зак.

344000, Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, д.1. ДГТУ.
Отпечатано