



**САМАРСКИЙ  
ПОЛИТЕХ**  
Опорный университет

**Е. Н. НИКИТИНА**

# **ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**



Самара  
2017г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Самарский государственный технический университет»

---

Кафедра «Техническая механика»

Е.Н.НИКИТИНА

# **ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

*Учебное пособие*

Самара  
Самарский государственный технический университет  
2017

Печатается по решению редакционно-издательского совета СамГТУ

УДК 504.06  
ББК 20.18

**Защита окружающей среды от техногенных воздействий:**  
[Электронный ресурс]: учебн. пособие /*Е. Н. Никитина* – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2017. – 1 электрон. опт. диск (CD-R)

ISBN 978-5-7964-2059-1

В издании изложены общие вопросы защиты окружающей среды от техногенных воздействий с позиций системного подхода, рассмотрены системы управления качеством окружающей среды. Особое внимание уделено активным и пассивным методам снижения негативного воздействия производственных процессов на окружающую среду и человека, а также принципам разработки ресурсосберегающих, безвредных и безопасных промышленных технологий. Приведены примеры оценки экологических показателей технологических процессов, представлены задачи и вопросы для самоконтроля.

Пособие предназначено для студентов всех форм обучения по направлению бакалавриата 20.03.01 "Техносферная безопасность" и может быть использовано при изучении дисциплин «Системы защиты окружающей среды», а также «Экологическое сопровождение проектов».

УДК 504.06  
ББК 20.18

Рецензенты: директор ООО «Нефтеперерабатывающий завод «ФОРΟΣ»»  
к.т.н., *Урмансов Ф. Ф.*

советник генерального директора по работе с предприятием  
ООО «ИТ-Сервис» к.х.н., *Ревякин В. А.*

ISBN 978-5-7964-2059-1

© Е.Н. Никитина, 2017  
© Самарский государственный  
технический университет, 2017

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В данном учебном пособии содержатся систематизированные сведения по общим вопросам защиты окружающей среды, методам и средствам защиты компонентов окружающей среды от техногенных воздействий, которые необходимы для формирования общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций у студентов бакалавриата, обучающихся по направлению «Техносферная безопасность».

В издании имеется 3 раздела, каждый раздел поделен на главы. Первый раздел посвящен общим вопросам защиты окружающей среды, международному сотрудничеству в области устойчивого развития, в ней представлен анализ «зеленой» и «коричневой» моделей развития экономики, рассматривается вопрос оптимизации производства и потребления, приведены обязательства Российской Федерации по выполнению международных соглашений по вопросам защиты окружающей среды и ее отдельных компонентов, в том числе по ограничению производства и использования опасных химических веществ. Имеется также информация о перспективах ликвидации накопленного экологического ущерба прошлой хозяйственной деятельности.

Во втором разделе учебного пособия рассматриваются вопросы защиты окружающей среды на производственных объектах различных отраслей реального сектора экономики, приведены природоохранные инструменты, которые применяются на различных стадиях жизненного цикла объектов техносферы. Приводятся варианты экологической политики предприятия, как основного требования международных стандартов по системам экологического управления, рассматриваются экологические аспекты деятельности и экологические показатели производственного предприятия. В разделе освещаются подходы к защите окружающей среды от техногенных воздействий – активные и пассивные методы защиты. Описаны также способы обеспечения экологической безопасности при обращении с отходами производства и потребления.

Третий раздел посвящен возможностям регулирования техногенных воздействий на окружающую среду и человека, методам и средствам защиты окружающей среды при проектировании новых производственных процессов и модернизации старых. В связи с актуальностью темы ресурсосбережения и уменьшения экологического следа в учебном пособии особое внимание уделено идентификации экологически значимых аспектов на основе комплексного

анализа технологических процессов на конкретных примерах. Важное место занимают анализ активных и пассивных методов снижения негативного воздействия производственных процессов на окружающую среду и человека, а также принципы разработки безвредных и безопасных промышленных технологий. В связи с этим рассматриваются экологические тенденции в развитии промышленного сектора экономики, наилучшие доступные и перспективные технологии. В пособии приведены новые подходы к решению профессиональных задач в области защиты окружающей среды.

Информация в пособии сопровождается иллюстрациями. В издании приведены вопросы для самоконтроля по темам, даны также задачи с вариантами заданий.

Изучение представленного в издании материала позволит студентам приобрести навыки системного подхода к решению экологических проблем и задач, развить риск-ориентированное мышление, приобрести навыки управления рисками, получить опыт в оценке экологических аспектов предприятия, определении целевых показателей развития, выборе наиболее экологичных инженерных решений и разработке природоподобных технологий. Проработка вопросов, представленных в издании, позволят студенту:

знать парадигму устойчивого развития общества, направления развития зеленой экономики, принципы создания безвредных и безопасных производственных процессов;

уметь: формулировать экологическую политику организации, проводить анализ экологических аспектов производственных процессов, меры инженерной защиты окружающей среды;

владеть: основными принципами защиты окружающей среды, набором экологических показателей для оценки процессов, методами и средствами инженерной защиты компонентов окружающей среды.

При создании учебного пособия автор использовал собственный многолетний опыт работы в качестве руководителя экологической службы крупного предприятия химической отрасли, а также опыт преподавания дисциплин профессионального цикла по направлению подготовки «Техносферная безопасность» в филиале Самарского государственного технического университета в г. Сызрань.

## ВВЕДЕНИЕ

Вопросы безопасности и сохранения окружающей среды в настоящее время рассматриваются в качестве важнейших приоритетов. Организация эффективных систем защиты окружающей среды является необходимым условием для улучшения существующей экологической ситуации. Без выполнения экологических требований при реализации проектов всех уровней невозможно реализовать модель устойчивого развития общества. Необходимость системной работы по защите окружающей среды от техногенных воздействий требует высокого профессионализма и комплексного подхода от специалистов.

Особую сложность представляют проблемы, связанные с эксплуатацией опасных производственных объектов, с ликвидацией накопленного экологического ущерба прошлых лет, экологической реабилитацией территорий и акваторий, выбором методов и средств снижения негативного влияния производственных объектов на окружающую среду. Важнейшим направлением деятельности является разработка экологических инноваций, природоподобных, безвредных и безопасных технологий производства продукции и энергии. Выбор экологических процессов на ранних стадиях разработки проектов строительства и реконструкции производственных предприятий реального сектора экономики позволит уменьшить их экологический след.

Данное учебное пособие разработано в помощь студентам, обучающимся по направлению «Техносферная безопасность» при освоении дисциплин профессионального цикла «Системы защиты окружающей среды» и «Экологическое сопровождение проектов».

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ЮНЕП – Программа ООН по окружающей среде  
ЦУР – цели в области устойчивого развития  
ООС, ЗОС – охрана окружающей среды, защита окружающей среды  
НВОС – негативное воздействие на окружающую среду  
ПЛАС – план локализации и ликвидации аварийных ситуаций  
ПЛАРН – план локализации и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов  
ООПТ – особо охраняемые природные территории  
ЗВ – загрязняющие вещества  
СОЗ – стойкие органические загрязнители  
ПХБ – полихлорбифенилы  
ЛОС – летучие органические соединения  
ОРВ – озоноразрушающие вещества  
ХФУ – хлорфторуглеводороды  
АПФД – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия  
ПДК – предельно-допустимая концентрация загрязняющих веществ и микроорганизмов в компонентах окружающей среды  
ПДУ – предельно-допустимый уровень физических воздействий  
ПДВ, ПДС – предельно-допустимые выбросы и сбросы загрязняющих веществ  
СЗЗ – санитарно-защитная зона  
ИЗА – индекс загрязнения атмосферы  
ПЭ, ПП, ПВХ, ППУ – синтетические полимеры: полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, пенополиуретан  
СЭМ, СУОС – система экологического менеджмента, система управления окружающей средой  
УПРЗА – унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы  
ПЗО – полигон захоронения отходов  
РАО – радиоактивные отходы  
ОЯТ – отработавшее ядерное топливо  
ГОУ – газоочистные и пылеулавливающие установки  
ГУС – газоуравнительная система  
РВС, РГС – резервуар вертикальный стальной, резервуар горизонтальный стальной  
ССВ – средство снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу  
ЛФУ – летучие фракции углеводородов  
СИЗ – средства индивидуальной защиты  
ПАВ – поверхностно-активные вещества

## **Раздел 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

### **Глава 1. НОВЫЕ ЦЕЛИ В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

#### **1.1. КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

В 1972 г. на Конференции Организации Объединенных Наций (ООН) в Стокгольме впервые была выработана Программа ООН по окружающей среде, что ознаменовало вовлечение международного сообщества в решение экологических проблем. Стала развиваться экологическая политика и дипломатия, экологическое право, на всех уровнях появились новые структуры по охране окружающей среды. Но несмотря на это, в продолжение следующих 20-ти лет экологическая ситуация стала еще более критической.

На конференции ООН в Рио-де-Жанейро в 1992 году была принята позитивная программа действий «Повестка дня на 21 век» и Концепция устойчивого развития (sustainable development), которую поддерживают все здравомыслящие политики современности. В более точном переводе с английского «sustainable development» – поддерживаемое созидательное развитие, строительство, совершенствование, улучшение. Было определено, что человеческое общество за счет промышленного производства, демографических процессов и других сил создает слишком значительное давление на биосферу, что ведет к ее деградации, лишь незамедлительный переход на путь устойчивого развития позволит сохранить цивилизацию.

Модель устойчивого развития охватывает три составляющих жизни человеческого общества: 1 – экономическую, 2 – социальную, 3 – экологическую и провозглашает долгосрочное удовлетворение основных человеческих потребностей при сохранении систем жизнеобеспечения планеты Земля для будущих поколений.

Модель устойчивого развития фактически является приложением философии, выдвинутой академиком В.И.Вернадским в первой половине 20 века. Учение В.И. Вернадского о ноосфере с большим опозданием, но все же становится общим достоянием. Формирование сферы гармоничного, разумного взаимодействия человеческого общества с окружающей средой – ноосферы – необходимое условие выживания человечества. Постиндустриальная цивилизация стоит перед сложным выбором пути дальнейшего развития. Важным инструментом проведения глобальной экологической политики являются международные природоохранные соглашения, многие из которых

принимаются под эгидой ООН. Практически все виды природных ресурсов и наиболее опасные виды человеческой деятельности стали объектами этих соглашений. Под их действие сегодня подпадают климат и атмосфера, озоноразрушающие вещества и стойкие органические загрязнители, моря и океаны, леса и пустыни, биоразнообразие в целом и исчезающие виды.

Усовершенствованная модель устойчивого развития является единственным конструктивным ответом на вызовы 21 века. Пессимизм в данном случае недопустим.

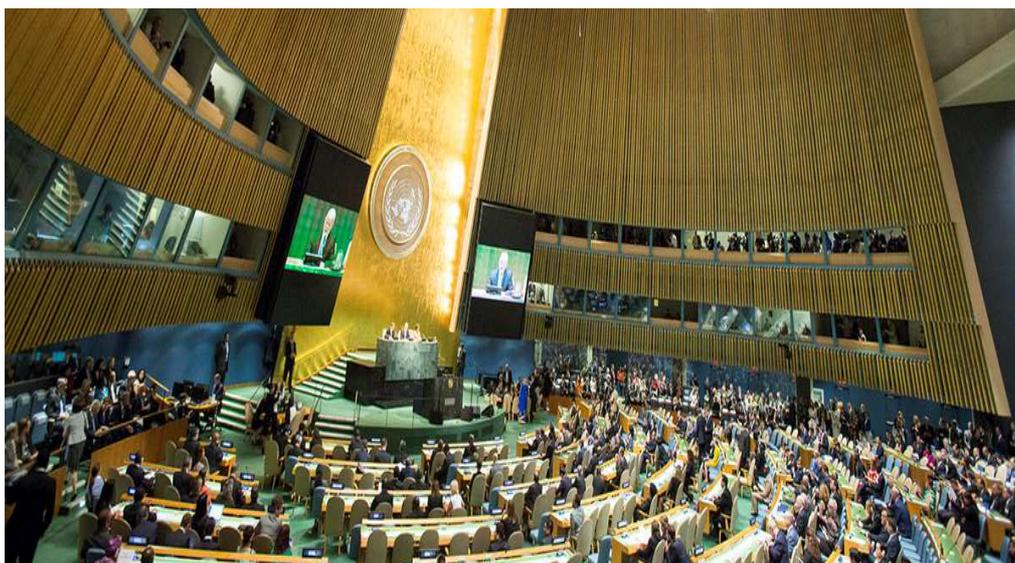


Рис. 1.1 Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций

На международном и национальном уровне концепция устойчивого развития наполняется новым содержанием, при этом задачами ближайшего будущего являются:

- разработка критериев устойчивого развития,
- анализ конкретных моделей экономического развития на предмет их устойчивости и принятие мер по осуществлению структурной перестройки;
- анализ негативного экологического и социального воздействия неустойчивого развития и определение путей исправления такого положения;
- переход к устойчивым структурам производства и потребления, в которых важнейшее место занимает здоровье и благополучие населения и окружающей среды;
- оценка использования земельных, водных, лесных, биологических, минерально-сырьевых ресурсов на всех уровнях: глобальном, региональном, национальном;
- разработка путей перехода к экологически приемлемому,

щадящему использованию природных ресурсов;

➤ составление перечня зон экологического бедствия и выделение средств на стабилизацию ситуации, прекращение негативных воздействий, реабилитация территории/акваторий.

Основные принципы, которые должны быть реализованы в рамках концепции устойчивого развития: стабилизация численности населения на глобальном уровне, защита окружающей среды от всех видов негативных воздействий, введение экологических ограничений на хозяйственную деятельность. Особенно актуальны программы по сохранению водных ресурсов, устойчивому ведению сельского хозяйства и созданию возобновляемых источников энергии, предотвращение вооруженных столкновений. Необходимо также активизировать следующие виды деятельности:

- переход производства на безотходные технологии,
- развитие экологичного транспорта,
- переработка отходов,
- очистка сточных вод и опреснение морской воды,
- орошение пустынь,
- восстановление лесов.

При определении индикаторов устойчивого развития, выработке количественных критериев оценки устойчивости необходимо разумное сочетание универсального и дифференцированного подхода к странам разного типа с учетом различного уровня их социально-экономического развития, демографических тенденций и эколого-ресурсной составляющей. Так, например, **модель «нулевого роста» экономики**, примененная ко всем без исключения странам, может увековечить неравенство в их уровнях развития.

## **1.2 ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ РЕСУРСОВ**

Необходимо регулировать изменения в динамике мировой экономики и национальных экономик на основе комплексного анализа всех процессов и их взаимодействия. В экономически развитых, благополучных странах необходимо обеспечить развитие без экономического роста, ввести ограничение роста производства, внедрить принцип **«не производить ненужного»**, стимулировать нематериальные сферы деятельности (постиндустриальная цивилизация), снижать материальное и энергетическое потребление, ввести разумные ограничители на потребление.

Задача «максимум» при реализации модели устойчивого развития – достижение глобального равновесия. Надо подчеркнуть, что существуют серьезные препятствия на этом пути. В последнее десятилетие охрана окружающей среды уступила место проблеме искоренения нищеты и помощи. Выдвинутый еще на Рио-92 тезис об ограничении промышленного роста, если он сопровождается ухудшением экологической обстановки, не получил развития.

Страны и народы находятся на разных уровнях развития и следуют различным моделям, нищета соседствует со **сверхпотреблением**, растут разрыв и противоречия между богатыми и бедными как внутри стран, так и между странами. Есть проблема неравномерности распределения, несправедливой организации мировой финансовой системы. Идея ЕС о самоограничении в потреблении как важнейшем условии УР законсервирована. Войны – горячие, холодные, информационные – не рассматриваются как фактор, нарушающий устойчивость и затрудняющий ее достижение. В то же время этот аспект наиболее актуален. Кроме того, честное информирование общественности – одна из важных и нерешенных проблем многих стран. Не потерял актуальности также вопрос об устранении барьеров при доступе к информации экологического характера.

Важно подчеркнуть, что для смены модели развития с технико-экономической (потребительской) на модель экологически ответственного социально-экономического развития необходима революция в мировоззрении людей, прежде всего политиков, влияющих на мировые процессы. Эта задача представляется самой трудной, поскольку инерционность мышления не позволяет быстро произвести «смену богов».

Природная среда во многих регионах утратила способность к самоочищению, самовосстановлению и деградировала. Экологический ущерб неизбежно приводит к экономическим потерям, а разрушение природных комплексов – к социально-экономическому упадку в данном регионе. Трагическим примером является уничтожение богатейшей экосистемы Аральского моря в Средней Азии, которое стало следствием нарушения водного баланса из-за отсутствия экологического прогнозирования при создании оросительных систем хлопковых полей. Экологический ущерб приводит к ущербу экономическому, к полному разрушению социальной инфраструктуры, возникновению потока экологических мигрантов. Та же судьба ожидает Мертвое море, ввиду того, что воды подпитывающей его реки Иордан расходуется на сельскохозяйственные нужды. Тотальное истребление

лесных массивов, ресурсов моря также приводит к нарушению природного равновесия как на региональном, так и на глобальном уровнях. Кроме того, урбанизация и концентрация транспорта, объектов промышленности и энергетики в городах привели к тому, что, по данным ООН, более 80 процентов городского населения планеты дышит воздухом, степень загрязнения которого превышает допустимые нормативы ПДК.

Несмотря на бурное развитие международного и национального экологического права, ситуация во многих регионах мира продолжает оставаться критической. В США еще в 70-е годы прошлого века принят ряд законов об улучшении качества окружающей среды: Акт о чистом воздухе, Акт о чистой воде, Акт о сохранении и восстановлении ресурсов, Акт о контроле за ядовитыми веществами. Однако США является образцом сверхпотребления. Экологические системы в промышленно-нагруженных районах США деградируют и требуют активизации действий по их оздоровлению. США вносят наибольший вклад в загрязнение атмосферы парниковыми газами за счет сжигания большого количества топлива, однако при этом не берут на себя обязательства по снижению эмиссии парниковых газов.

Европа исчерпала экологическую емкость своих систем, однако усилия Евросоюза по защите окружающей среды и соответствующие программы показали свою эффективность. В утвержденной на Софийской конференции в 1995 году Экологической программе для Европы сформулированы долгосрочные приоритеты природоохранной политики на общеевропейском уровне с целью достижения единых высоких стандартов на всем континенте. Лидером же в решении экологических задач среди развитых стран является Германия.

Проблемы роста численности населения для экономически развитых стран, а также для России неактуальны. Высокая продолжительность жизни и низкая рождаемость делает стабильной численность населения, однако при этом население стареет.

Китай в своем стремлении занять достойное место на мировом рынке за счет высоких темпов роста экономики добился быстрого роста ВВП. Вместе с этим избранная модель технико-экономического развития ускоренными темпами стала причиной неэффективного использования и истощения природных ресурсов и высочайшего уровня загрязнения территорий и акваторий. По экологическим показателям Китай занимает 163 место в мире. Несмотря на усилия ряда исполнительных органов власти, экологически ответственное развитие не является приоритетом в Китае. Отсутствие активных

действий по защите компонентов природной среды приводят к критическому уровню загрязнения воды и воздуха. Например, в период неблагоприятных метеорологических условий уровень загрязнения воздуха в Пекине превышает 30 ПДК, что создает прямую угрозу жизни людей. Демографическая проблема, связанная с аномально большой численностью и высокой плотностью населения также остается для Китая актуальной.

### **1.3. ЦЕЛИ В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

В 2015 г ООН провозгласила новые цели в области устойчивого развития (ЦУР). Они носят комплексный характер и обеспечивают сбалансированность всех трех компонентов устойчивого развития: экономического, социального и экологического. 25 сентября 2015 года 193 страны приняли следующие 17 глобальных целей:

1. Повсеместная ликвидация нищеты во всех её формах Содействие неуклонному, всеохватному и устойчивому экономическому росту, полной занятости и достойной работе для всех.
2. Создание прочной инфраструктуры, содействие обеспечению всеохватной и устойчивой индустриализации и внедрению инноваций
3. Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте
4. Ликвидация голода, обеспечение продовольственной безопасности и улучшение питания и содействие устойчивому развитию сельского хозяйства
5. Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте
6. Обеспечение всеохватного и справедливого качественного образования и поощрение возможности обучения на протяжении всей жизни для всех
7. Обеспечение гендерного равенства и расширение прав и возможностей всех женщин и девочек
8. Обеспечение наличия и рациональное использование водных ресурсов и санитарии для всех
9. Обеспечение доступа к недорогостоящим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех
10. Снижение уровня неравенства внутри стран и между ними
11. Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и устойчивости городов и населенных пунктов

12. Обеспечение рациональных моделей потребления и производства
13. Принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями
14. Сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития
15. Защита, восстановление экосистем суши и содействие их рациональному использованию, рациональное управление лесами, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биологического разнообразия
16. Содействие построению миролюбивых и открытых обществ в интересах устойчивого развития, обеспечение доступа к правосудию для всех и создание эффективных, подотчетных и основанных на широком участии учреждений на всех уровнях
17. Укрепление средств достижения устойчивого развития и активизация работы механизмов глобального партнерства в интересах устойчивого развития

Однако же исследования, которые охватывали 35 развитых государств, входящих в Организацию экономического сотрудничества и развития, показали, что всем 17 ЦУР удовлетворяют всего 5 стран: Швеция, Норвегия, Дания, Финляндия и Швейцария. Речь идет о странах с диверсифицированной экономикой и стабильной экологической ситуацией. **Диверсификация** экономики предполагает ее развитие одновременно в нескольких направлениях с сокращением доли сырьевого сектора и «грязных» отраслей.

Достижение новых ЦУР невозможно без структурных и технологических преобразований в экономике и, в первую очередь, в металлургии, энергетике и химической промышленности. Снижение техногенной нагрузки на природные экосистемы, водные объекты, сельскохозяйственные угодья, а также на городскую среду является необходимым условием реализации 9-и из 17-ти ЦУР (таблица 1.1).

Достижение новых ЦУР возможно только при создании систем защиты окружающей среды на всех уровнях управления – от глобального (макроуровня) до локального (микроуровня). Система предполагает наличие элементов и их эффективного взаимодействия.

### Экологические цели в области устойчивого развития

№ ЦУР	Формулировка ЦУР	Необходимое условие достижения
2	Ликвидация голода, обеспечение продовольственной безопасности и улучшение питания и содействие устойчивому развитию сельского хозяйства	Защита компонентов окружающей среды и человека от опасных химических веществ путем снижения объемов их производства, потребления и непреднамеренных эмиссий в окружающую среду
3	Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте	
6	Обеспечение наличия и рациональное использование водных ресурсов и санитарии для всех	
9	Создание прочной инфраструктуры, содействие обеспечению всеохватной и устойчивой индустриализации, и внедрению инноваций	
11	Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и устойчивости городов и населенных пунктов	
12	Обеспечение рациональных моделей потребления и производства	
13	Принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями	
14	Сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития	
15	Защита, восстановление экосистем суши и содействие их рациональному использованию, рациональное управление лесами, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биологического разнообразия	

## 1.4. МОДЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

В настоящее время рассматривают 2 модели экономического развития – «коричневую» и «зеленую». С инициативой по «зеленой экономике» выступила в 2008 г Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП).

**«Коричневая» модель экономики** предполагает большую долю сырьевых отраслей, экстенсивное развитие за счет наращивания производства, что влечет за собой исчерпание природных ресурсов территории. При этом игнорируется экологический аспект развития, а экономический рост при массовом использовании «грязных» производственных процессов сопровождается беспрецедентным давлением на окружающую среду и деградацией всех ее компонентов. К сожалению, в последние 30 лет по «коричневому» пути развивалась экономика Китая. Многочисленные зоны экологического бедствия, «раковые» деревни – обратная сторона китайского экономического чуда. Данная модель несовершенна и ведет в тупик. Экстенсивное развитие принесло к сверхобогатению отдельных групп населения, при этом негативные последствия функционирования этой системы весьма значительны, это – истощение природного капитала, широкомасштабная бедность, нехватка пресной воды, продовольствия, энергии, неравенство людей и стран.

**«Зеленая» экономика** – система видов экономической деятельности, связанных с повышением благосостояния человека в долгосрочной перспективе, со снижением экологических рисков для будущих поколений. Для «зеленой» модели развития характерен рост государственных инвестиций в инфраструктуру, включая общественный транспорт, возобновляемые источники энергии, строительство энергоэффективных зданий, а также; целевая государственная поддержка исследований и разработок, связанных с созданием экологически чистых и безопасных производств. Важнейшим направлением деятельности является «озеленение» предприятий и рынков.

Большую роль в продвижении концепции «зеленой экономики» в жизнь внесла Экономическая и Социальная Комиссии для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО), членами которой из стран постсоветского пространства являются Армения, Азербайджан, Грузия, Казахстан, Кыргызстан, Россия, Таджикистан, Узбекистан и Туркменистан. По инициативе ЭСКАТО в 2005 г. была принята стратегия «зеленого» роста, которая первоначально включала четыре приоритетных направления: рациональные модели потребления и производства; устойчивая инфраструктура и «зеленая» налоговая и бюджетная реформы. Впоследствии были добавлены еще два направления –

инвестирование в природный капитал и показатели экологической эффективности.

Первой страной, объявившей реализацию концепции «зеленого» роста в качестве национальной стратегии, стала Республика Корея. Основное внимание в рамках этой стратегии уделяется трем элементам: промышленности, энергетике и инвестициям. Стратегия нацелена на сохранение масштабов производительной экономической деятельности при минимальном использовании энергоресурсов и сырьевых ресурсов; сведение к минимуму давления на окружающую среду и принятие мер для превращения инвестиций в природоохранную деятельность в движущую силу экономического роста. О необходимости «зеленого» роста все чаще говорят и в России, в том числе на высоком политическом уровне.

## **1.5. ПОКАЗАТЕЛИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ**

Для оценки объективной эффективности экологического управления территорией важно иметь точные сведения о динамике показателей состояния окружающей среды и здоровья населения. **Показатели целесообразно представлять в их динамике и в сравнении с другими странами или регионами.** Растительный и животный мир реагируют на общее состояние окружающей среды, многие виды представляют собой биоиндикаторы. К показателям качества окружающей среды кроме содержания загрязнителей в средах относятся также состояние водных объектов, земель (природных ландшафтов, сельхозугодий, техногенно-измененных участков), а также биоценозов. К важнейшим показателям естественных экосистем относятся биопродуктивность и биоразнообразие. Под биопродуктивностью подразумевают производство биомассы на единицу площади. Подобный показатель для сельскохозяйственных угодий называют «урожайность», например - масса собранного зерна с одного гектара. Понятие «биоразнообразие» включает разнообразие генетическое, видовое и экосистемное.

В связи с нарастающим процессом урбанизации особое место среди ЦУР занимает обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости, устойчивости городов и населенных пунктов. **Здоровье населения является показателем качества окружающей среды.** В целом состояние территории можно охарактеризовать с помощью ряда показателей устойчивого развития, например: продолжительность жизни населения, рождаемость, смертность,

направление миграции, уровень реальных доходов на душу населения, уровень образования и медицины, степень использования природного потенциала, состояние экосистем. Важными показателями урбанизированной территории является качество питьевой воды и воздуха. Например, для характеристики воздушной среды в городах России используется интегральный показатель индекса загрязнения атмосферы (ИЗА), который рассчитывается по нескольким приоритетным загрязнителям.

### **Контрольные вопросы**

1. Какую роль играет ООН в организации системной деятельности по защите окружающей среды?
2. Назовите основные документы по охране окружающей среды и устойчивому развитию, принятые ООН.
3. Сформулируйте парадигму устойчивого развития.
4. К каким последствиям может привести игнорирование экологической составляющей развития?
5. Назовите новые цели в области устойчивого развития
6. Что означает переход к устойчивым структурам производства и потребления?
7. Охарактеризуйте модель «коричневой» экономики.
8. Приведите особенности «зеленой» модели развития.
9. Приведите примеры критериев устойчивости
10. Какие страны практически реализовали новые цели в области устойчивого развития
11. Приведите свои примеры показателей устойчивого развития территории

## Глава 2. ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТА ТЕХНОСФЕРЫ

### 2.1. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ОБЪЕКТА ТЕХНОСФЕРЫ

Системный подход к защите окружающей среды и рациональному природопользованию предполагает действия на всех стадиях жизненного цикла техноферных объектов. Жизненным циклом называется временной отрезок от предпроектной стадии до ликвидации объекта. Для каждого этапа или стадии жизненного цикла требуется проведение оценки воздействия объекта на окружающую среду и разработка природоохранных мероприятий. Деятельность по защите окружающей среды должна быть сосредоточена не только и не столько на эффективных способах ликвидации экологических последствий разрушительной хозяйственной деятельности, сколько в надежных механизмах *предупреждения* экологических нарушений. В данном случае работает принцип: «Болезнь легче предупредить, чем лечить».

По официальным данным Минприроды России за 2015 год образование отходов растет и достигло 5,2 млрд. тонн, а выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу превысили 31,1 млн. тонн. На период 2022-2030 гг. намечена реализация «грязными» предприятиями (1 категории) программ экологической модернизации. Разумеется, для этого необходима новая технологическая база, основанная на безвредных и безопасных технологиях, а также инвестиции.

При проектировании продукции, изделий также необходимо учитывать экологические требования по выбору сырья, материалов, способу производства и утилизации бывших в употреблении изделий по окончании их жизненного цикла. Особое значение эта тема имеет для продукции с коротким жизненным циклом – тары и упаковки, которая должна либо перерабатываться, либо достаточно быстро разлагаться в естественных условиях. Пренебрежение к этим вопросам привело к накоплению большого экологического ущерба в виде загрязнения окружающей среды производственными и неразлагающимися бытовыми отходами.

Требования в области охраны окружающей среды при организации хозяйственной деятельности - это предъявляемые к экономической деятельности обязательные условия и ограничения в области охраны окружающей среды и ресурсосбережения, установленные законами, или другими нормативными правовыми актами, а также природоохранными

нормативами. Эти требования должны быть установлены и соблюдены для всех стадий жизненного цикла хозяйствующего субъекта - природопользователя.

**Жизненный цикл объекта техносферы**, например, производственного предприятия, состоит из нескольких стадий:

- 1) предпроектная проработка;
- 2) разработка проектной документации;
- 3) строительство объекта;
- 4) расширение, реконструкция, модернизация, техническое перевооружение объекта;
- 5) эксплуатация объекта в штатном режиме;
- 6) режим аварийных ситуаций;
- 7) консервация объекта;
- 8) ликвидация объекта.

## **2.2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТА ТЕХНОСФЕРЫ**

В соответствии с практикой развитых стран и законодательством РФ экологические требования предъявляются не только к уже действующим объектам, но и **к намечаемой деятельности**, что позволяет управлять будущей экологической ситуацией на стадии проектирования. В конце прошлого века в России получила развитие система оценки воздействия намечаемой деятельности на окружающую среду. При этом под **воздействием** следует понимать единовременный или периодический акт, либо постоянный процесс привнесения и/или изъятия вещества или энергии по отношению к окружающей среде, который может привести к изменению ее состояния. Однако экономическая ситуация в стране не позволила полноценно внедрить все необходимые положения оценки воздействия. **Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС**, англ.- Environmental Impact Assessment) — термин Международной ассоциации по оценке воздействия на окружающую среду. Данная процедура предназначена для выявления характера, интенсивности и степени опасности влияния любого вида планируемой хозяйственной деятельности на состояние окружающей среды и здоровье населения. ОВОС фактически является процедурой анализа и оценки ожидаемых уровней воздействия намечаемой деятельности на окружающую среду. Цель ОВОС - принятие решения о возможности или невозможности

осуществления деятельности на основе анализа последствий от планируемого воздействия.

**Стадия предпроектной проработки** включает определение целей и задач проекта, разработку бизнес-плана, определение масштаба деятельности, мощности производства продукции или объема оказываемых услуг, выбор земельного участка по строительству. На данной стадии проводятся инженерные изыскания, которые включают инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания. Для крупных проектов проводится предварительная **ОВОС (ОВОС-1)**. На основании результатов ОВОС-1 проводится выбор земельного участка. Если речь идет о линейном объекте – трубопроводе, линии электропередач, железной дороге, автотрассе процедура аналогична. Оценка воздействия для целей под строительство или трассы, проводится **укрупнено, без детализации**, но комплексно, с учетом ресурсопотребления, изменения ландшафта, ожидаемых уровней химических и физических воздействий на природные экосистемы и человека.

На второй стадии создается **рабочий проект** – комплект проектной документации для этапа строительства и самой продолжительной стадии – эксплуатации объекта. Обязательной составной частью проекта строительства, расширения, реконструкции, модернизации, технического перевооружения объекта являются разделы, в которых рассматриваются организационные и технические проектные решения по защите окружающей среды, энергосбережению, ресурсосбережению, экологической, промышленной, пожарной безопасности и защиты от террористической угрозы.

Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию утверждается Постановлением Правительства РФ. В разделе «Перечень мероприятий по охране окружающей среды» (для линейных объектов – «Мероприятия по охране окружающей среды») представляется подробная **детальная оценка воздействия (ОВОС-2)** с установлением всех источников негативных воздействий, перечня вредных химических и физических факторов, с количественным обоснованием ожидаемых уровней воздействий в контрольных точках на границе земельного участка (промплощадки) и на границе нормируемой территории. К нормируемой территории относятся рекреационные зоны, жилая застройка, территория садово-огородных и дачных массивов. На стадии проектирования есть возможность выявить негативные воздействия выбранных объектов и процессов, определить недостатки проектных решений и заменить их более экологичными. Необходимо выбирать по возможности безопасные и

безвредные технические и технологические решения, которые позволят предотвратить негативное воздействие на окружающую среду и человека, а также учитывать экологические требования к сырью, вспомогательным веществам и продукции.

**Строительство** объектов промышленности, энергетики и транспорта начинается только после положительного заключения на проект Ростройэкспертизы, а в ряде случаев и Государственной экологической экспертизы. Строительство ведется в соответствии с Планом организации строительства (ПОС), архитектурно-строительными, инженерно-техническими и технологическими решениями, а также требованиями безопасности, заложенными в рабочем проекте. Строительство производственных объектов и их эксплуатация должны осуществляться в соответствии с проектом. При этом для исключения деструктивного влияния на окружающую среду на самых ранних стадиях проектирования должны быть учтены все экологические риски при строительстве и эксплуатации.



Рис.2.1. Стадия строительства производственного объекта

**Эксплуатация объектов** производится в соответствии с проектом. На этих стадиях реализуются все проектные решения по обеспечению охраны окружающей среды, промышленной, пожарной безопасности, назначаются лица, ответственные за данные направления работы, организуется соответствующий внутренний производственный контроль.

**Режим аварийных ситуаций.** Большое значение имеет деятельность по предотвращению, локализации и ликвидации аварийных ситуаций, что особенно актуально для **опасных производственных объектов - ОПО**. В соответствии с требованиями Федерального закона «О промышленной безопасности ОПО» на каждом ОПО должен быть План локализации и ликвидации аварийных ситуаций, поддержанный соответствующими ресурсами (ПЛАС). В нефтяной отрасли – это План локализации и ликвидации аварийных ситуаций при разливе нефти и нефтепродуктов (ПЛАРН). Особую опасность представляют ОПО, на которых хранятся, используются, производятся значительные количества опасных веществ (1-4 классов опасности), в том числе легковоспламеняющиеся, горючие, взрывоопасные вещества, а также химические соединения с высокой реакционной способностью, а также летучие опасные вещества. ПЛАС содержит оценку рисков аварийных ситуаций на основе изучения объекта и применяемых процессов, моделирование сценариев развития аварийных ситуаций, определение методов локализации и ликвидации, алгоритма действий аварийно-спасательных подразделений, подбор современных технических средств локализации и ликвидации аварии, а также средств индивидуальной защиты – СИЗ (рис. 3).



Рис.2.2 Ликвидация аварии на химически опасном объекте

По российскому законодательству требуется также организация производственного контроля промышленной безопасности на ОПО, что способствует снижению рисков аварийных ситуаций.

**Экологические требования на стадиях консервации и ликвидации** касаются объектов, на которых хранятся, используются и перерабатываются вредные и опасные вещества, образуются опасные отходы. Перед консервацией и ликвидацией необходимо разработать план мероприятий, включающий безопасное освобождение производственного оборудования от этих веществ, при необходимости провести обезвреживание.

На практике применяется ряд процедур, которые являются инструментами оценки состояния окружающей среды, оценки воздействия на нее и управления качеством окружающей среды на различных стадиях жизненного цикла объекта:

1- стратегическая экологическая оценка (практика ЕС по оценке воздействия крупномасштабных проектов развития, предпроектная и проектная стадии);

2- выбор организационных, планировочных, технических и технологических решений с учетом экологических требований (касается стадии выбора территории, земельного участка на предпроектной стадии и стадии проектирования);

3- экологическая экспертиза проектов (российская практика, анализ проектной документации);

4- производственный экологический контроль (российская практика, применяется на стадии строительства , эксплуатации , консервации, ликвидации объекта);

5- экологический мониторинг глобального, регионального и локального уровней (касается оценки качества окружающей среды);

6- государственный экологический надзор и контроль объектов на стадии эксплуатации (реализуется в соответствии с законодательством РФ);

7- экологический аудит (практика развитых стран , стандарты ISO 19000,ISO14000);

8- ликвидация экологического ущерба (локализация и ликвидация аварийных ситуаций, ликвидация накопленного экологического ущерба прошлой хозяйственной деятельности).

## Контрольные вопросы

1. Назовите все стадии жизненного цикла техносферного объекта.
2. Какое значение имеют экологические требования при проектировании изделия (продукции)?
3. Охарактеризуйте стадию предпроектной проработки.
4. Поясните понятие «ОВОС».
5. На каких стадиях проводится укрупненная и детальная оценка воздействия на окружающую среду?
6. Для каких стадий жизненного цикла разрабатываются разделы проектной документации по защите окружающей среды и ресурсосбережению.
7. На какие технические решения необходимо ориентироваться при проектировании производственных объектов?
8. Приведите известные вам инструменты оценки состояния окружающей среды, оценки воздействия на нее и управления качеством окружающей среды на различных стадиях жизненного цикла объекта.

### **Глава 3. НАКОПЛЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ УЩЕРБ КАК РЕЗУЛЬТАТ ИГНОРИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ**

Отсутствие экологических требований и ограничений при проектировании промышленных предприятий привело к распространению «грязных» производственных процессов и накоплению значительного экологического вреда в виде загрязнения водных объектов, почв, грунтов, хранилищ отходов, деградации природных экологических систем. Ликвидация **накопленного экологического ущерба (НЭУ)** от прошлой хозяйственной деятельности является одним из самых трудных направлений в прикладной экологии.

#### **3.1.ЗОНЫ С ОСОБЫМ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ СТАТУСОМ**

В России некоторым территориям придают особый статус. **Зоны с особым статусом** – особо охраняемые природные территории – **ООПТ**, зоны экологического бедствия, зоны чрезвычайной экологической ситуации.

Для защиты ценных природных территорий, акваторий, флоры и фауны от разрушительного влияния хозяйственной деятельности организуются природные резерваты - национальные парки, заповедники, заказники. В России таким зонам присваивается статус **ООПТ**, на которых вводится специальный режим использования. Однако расположенные вблизи **ООПТ** техносферные объекты могут оказывать влияние на состояние охраняемых экосистем. Так, при строительстве олимпийских объектов Сочи-2014 недостаточное внимание было уделено защите окружающей среды. Заповедникам, расположенным в горах Кавказа, был нанесен значительный ущерб в виде фрагментации лесных массивов, вырубке древесной растительности редких видов на значительных площадях, разрушения мест обитания животных и птиц, нарушения почвенного слоя, нарушения условий нереста рыб и загрязнения горных рек. Горные экосистемы являются весьма уязвимыми. Результатом нарушения природного баланса стала эрозия почвенного слоя, участились оползни, сход селевых потоков в горах.

Территории по состоянию экологического неблагополучия классифицируются следующим образом:

- 1 - норма (относительно удовлетворительное);
- 2 - риск;
- 3 - кризис;
- 4 - бедствие.

Ввиду интенсивной промышленной деятельности предприятий «грязных» отраслей, а также из-за неликвидированных последствий аварий в России имеются территории со значительным экологическим ущербом, которым может быть присвоен статус зон чрезвычайной экологической ситуации, либо зон экологического бедствия. В таблице 2.1 приведены показатели, характеризующие состояние экологического кризиса и экологического бедствия участков территорий/ акваторий по сравнению с нормой.

*Таблица 2.1*

**Общая характеристика состояния территорий экологического кризиса и экологического бедствия**

Состояние	Экологический кризис	Экологическое бедствие
Окружающая среда	Устойчивые отрицательные изменения	Глубокие необратимые изменения
Здоровье населения	Угроза здоровью населения	Существенное ухудшение здоровья населения
Природные экосистемы	Устойчивые отрицательные изменения состояния естественных экосистем (уменьшение видового разнообразия, исчезновение отдельных видов растений и животных, нарушение генофонда)	Разрушение естественных экосистем (нарушение природного равновесия, деградация флоры и фауны, потеря генофонда)

**Зоны чрезвычайной экологической ситуации (кризиса)** - участки территории, где в результате хозяйственной и иной деятельности происходят устойчивые отрицательные изменения в окружающей природной среде, угрожающие здоровью населения, состоянию естественных экологических систем, генетических фондов растений и животных.

**Зоны экологического бедствия** – участки территории, где в результате хозяйственной либо иной деятельности произошли глубокие необратимые изменения окружающей природной среды, повлекшие за собой существенное

ухудшение здоровья населения, нарушение природного равновесия, разрушение естественных экологических систем, деградацию флоры и фауны.

Для идентификации зон экологического бедствия и зон чрезвычайной экологической ситуации применяются следующие критерии.

1. Ухудшение здоровья населения
2. Загрязнение воздушной среды
3. Загрязнение питьевой воды и источников питьевого и рекреационного назначения, водных объектов, в том числе подземных вод, истощение и деградация водных экосистем
4. Загрязнение почв селитебных территорий
5. Радиационное загрязнение
6. Загрязнение и деградация почв
7. Изменения геологической среды
8. Деградация наземных экосистем
9. Состояние растительного и животного мира
10. Биогеохимическая оценка территорий.

### **3.2. ОБЪЕКТЫ НАКОПЛЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА**

В 2015 году на территории России выявлено 340 объектов НЭУ прошлой хозяйственной деятельности, накоплено 400 млн. т опасных отходов, подвержено влиянию более 17 млн. человек. С целью решения проблемы НЭУ Минприроды России подготовлена Федеральная целевая программа «Ликвидация накопленного экологического ущерба» на 2014 – 2025 годы.

Особенно тяжелая экологическая ситуация сложилась в зонах нефтедобычи влияния предприятий химической отрасли, нефтедобычи и нефтепереработки, металлургии, крупных целлюлозно-бумажных комбинатов.

#### **Дзержинск**

Открытое хранилище промышленных отходов «Черная дыра» и шламоборник "Белое море" в г. Дзержинск (Нижегородской области), где накоплены тысячи тонн технологических отходов химических предприятий также являются результатом игнорирования экологических вопросов при проектировании и эксплуатации производственных предприятий рис. 3.1.

#### **Карабаш**

Основная причина экологической катастрофы – медеплавильный комбинат «Карабашмедь», основанный в 1910 году За 100 лет работы предприятие произвело общий 14 миллионов тонн загрязняющих веществ, попавших в

окружающую среду. Поскольку содержание меди в руде меньше 1%, после извлечения меди остаются тысячи тонн шлама.

В 2005 году здесь также началось производство серной кислоты, что усугубило ситуацию. Согласно исследованиям, в Карабаше крайне загрязнен воздух – концентрация свинца в нем превышает нормы в 156 раз, окислов серы в 11,5 раз, а меди – в 3,4 раза. Вода содержит опасные для здоровья тяжёлые металлы, концентрация которых многократно превышает нормы рис. 3.2.



Рис.3.1. Полигон «Черная дыра» в г. Дзержинск



Рис.3.2 Зона экологического бедствия г. Карабаш

## Норильск

Норильск является одним из самых загрязненных городов России. Здесь расположен один из самых крупных в мире горно-металлургических комбинатов, крупнейший в мире производителем никеля – 22% и палладия – 38%, четвертым в мире производителем платины – 9% и одним из крупнейших производителей меди – 3%. Кроме того, в Норильске добывают кобальт, родий, серебро, золото, теллур, селен, иридий, рутений.

Добыча, переработка и очистка цветных металлов - чрезвычайно "грязное" с экологической точки зрения производство, использующее не только плавильные печи, но и высокотоксичные химические реагенты для обогащения руд и извлечения из них редкоземельных металлов.

По независимым данным, онкологические заболевания развиваются у жителей Норильска в 2 раза чаще, чем в среднем по России. Средняя продолжительность жизни в Норильске на 10 лет меньше, чем в некоторых регионах России. Международные экологические организации считают Норильск одним из самых загрязнённых городов мира.

На основании комплексного обследования воздушной среды зона воздействия Норильского промрайона площадь в 10,8 тыс. кв. км определена как зона экологического бедствия, а площадь в 16 тыс. кв. км – как зона, неблагоприятная для проживания человека. Эти воздействия проявляются далеко за пределами Норильска в виде нарушения почв (в радиусе до 120 км наблюдаются превышения предельно допустимой концентрации тяжелых металлов), гибели растительности и загрязнения поверхностных вод. Площадь погибших лесов распространяется на расстояние 60 – 120 км от города.

Можно привести массу примеров критичного загрязнения всех компонентов окружающей среды в зоне влияния крупных предприятий черной и цветной металлургии различными токсичными металлами и их соединениями. Очевидно, что экологической реабилитацией территорий и акваторий в таких зонах имеет смысл заниматься параллельно с техническим перевооружением производств либо после закрытия предприятий. Модернизация же должна проводиться с определением экологических задач по существенному снижению экологического следа от производственных процессов, вносящих наибольший вклад в загрязнение.

Для извлечения ценных металлов из почв проводятся исследования возможностей некоторых травянистых растений концентрировать элементы. Подбор соответствующих видов растений позволит извлекать из загрязненных почв никель, медь, свинец, цинк. Например, известно, что табачный лист

является концентратором кадмия. Это направление получило название «фитодобыча металлов».

### 3.3. ПОДЗЕМНЫЕ ТЕХНОГЕННЫЕ ЛИНЗЫ И ХРАНИЛИЩА ОПАСНЫХ ОТХОДОВ

При неликвидированных аварийных разливах опасных технических жидкостей почва и грунты, сорбируют их, формируя так называемые «подземные линзы».

**Подземные техногенные линзы** – это места скопления в грунтах, карстовых пустотах в районе промышленных площадок на небольшой глубине опасных жидкостей техногенного происхождения, технологических растворов, включая нефть и нефтепродукты. Линзы могут мигрировать со временем на десятки метров, при проникновении жидких продуктов в подземные водоносные горизонты и их разгрузке на обрывистых берегах рек, озер, морей, происходит загрязнение прибрежных зон и поверхностных вод (рис.6).

Такие «техногенные месторождения» обнаруживаются при проведении земляных работ, а также при использовании подземных вод. И если добыть жидкий продукт из карстовых пустот не представляет трудностей, то извлечь его из грунтов практически невозможно (рис.3.3).

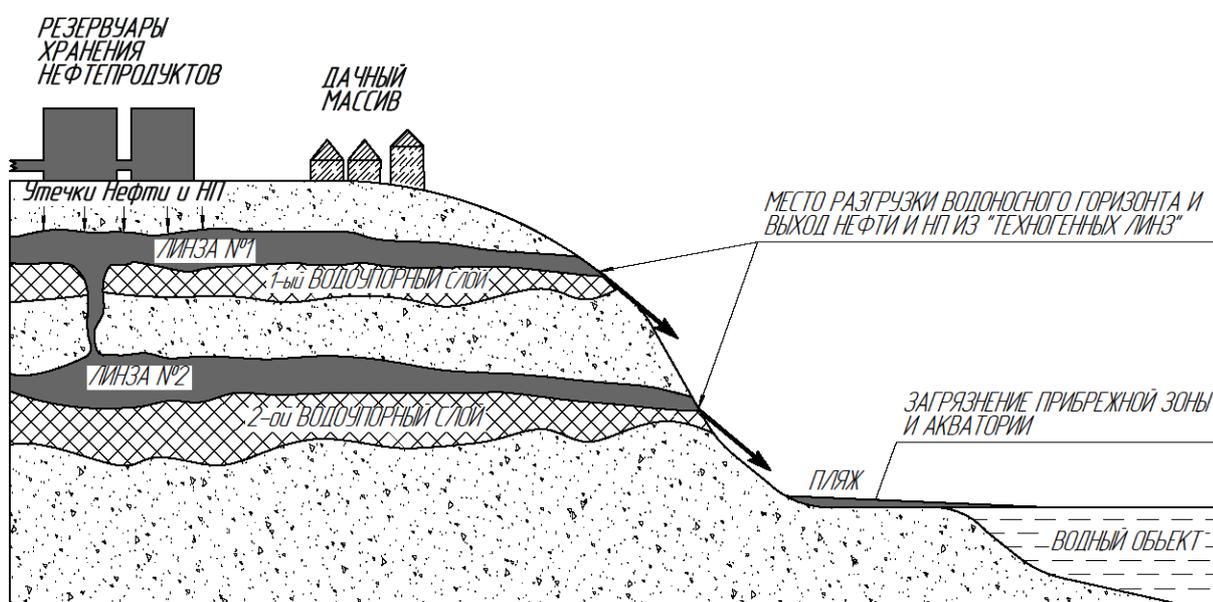


Рис.3.3. Формирование и разгрузка «техногенных линз»

Техногенные линзы обнаруживаются, как правило, вблизи объектов нефтедобычи, нефтепроводов, НПЗ, нефтебаз, складов горюче-смазочных материалов, железной дороги и объектов ее инфраструктуры, предприятий химической отрасли, а также машиностроительных заводов, на которых применяются электрохимические процессы, например, гальваническая металлизация.

### Накопленные отходы нефтяной отрасли

На многих нефтеперерабатывающих заводах также имеется накопленный экологический ущерб от прошлой хозяйственной деятельности в виде десятков тысяч тонн высоко-опасных отходов нефтешламов и кислых гудронов. Кислые гудроны – крупнотоннажные технологические отходы морально устаревшего процесса сернокислотной очистки масел. От данного процесса практически все НПЗ отказались.

Хранилища высокоопасных кислых гудронов – подземные сооружения или наземные пруды-накопители представляют большую угрозу для окружающей среды, особенно открытые пруды, как правило, это – специально подобранные естественные углубления: карьеры, овраги, лагуны (рис.3.4).

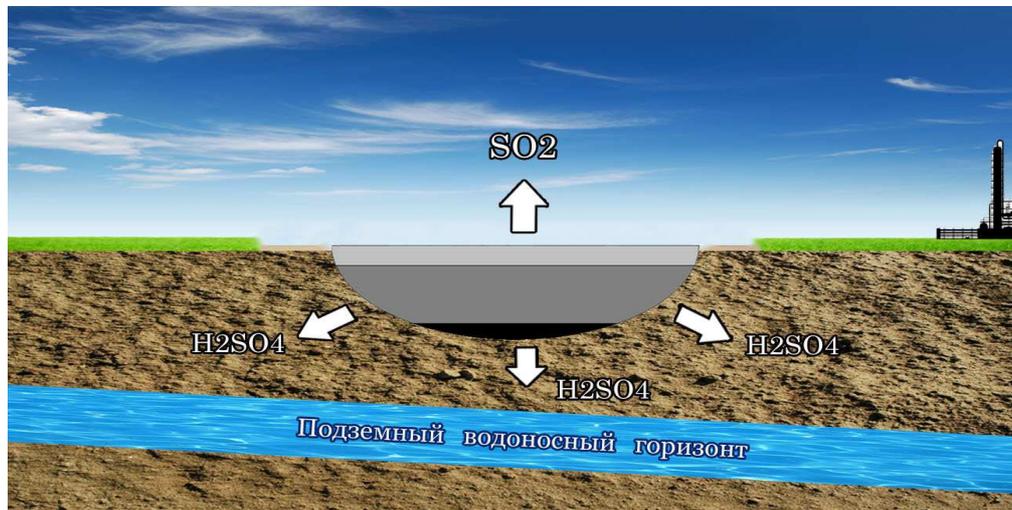


Рис.3.4 Воздействие кислых гудронов на окружающую среду.

Кислые гудроны относятся к отходам 2-го класса опасности и подлежат обезвреживанию, но данная проблема до сих пор не решена из-за отсутствия технологической готовности. В настоящее время существует множество способов обезвреживания и переработки кислых гудронов. Все же

существующие технологии не находят заметного применения ввиду их опасности, высокой стоимости и низкой производительности.

В табл. 3 приведены состав и свойства кислых гудронов НПЗ

Таблица 3.1

**Характеристика кислых гудронов Ярославского НПЗ  
из разных мест накопления**

№ пруда	Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>	Кислое число, мг КОН/г	Содержание, % мас.					
			Минеральные компоненты (соли)	Вода	Свободная серная кислота	Сера	Сульфокислоты	Органическая масса (асфальтены, смолы,
7	1070	73,22	7,17	45,00	23,2	5,59	37,80	47,83
8	1020	64,15	6,83	15,90	8,45	3,15	35,40	77,27
9	960	81,30	6,44	60,40	4,10	4,88	22,60	33,16

При переработке кислых гудронов наибольшую проблему и опасность представляет высокое содержание в их составе свободной серной кислоты. Например, рН кислых гудронов может составлять 1-2 ед. рН. По этой причине кислые гудроны обладают высокой реакционной способностью и высокой коррозионной активностью, вследствие чего происходит быстрый износ оборудования. Поэтому все процессы переработки кислых гудронов, в первую очередь, должны включать предварительную нейтрализацию отходов.

В настоящее время для нейтрализации кислых гудронов обычно используют следующие щелочные реагенты:

- гидроксид натрия;
- карбонат кальция;
- гидроксид или оксид кальция (гашеная или негашеная известь);
- известковое молоко;
- аммиак.

Для проведения реакции нейтрализации требуется разработка и изготовление специального коррозионно-стойкого оборудования. Кроме того, процессы нейтрализации могут сопровождаться экзотермическими реакциями и

выделением опасных соединений, поэтому для их реализации требуется экспертное экологическое и технологическое обоснование предлагаемых процессов, а также соблюдение требований промышленной безопасности. Наиболее целесообразным представляется проведение реакции нейтрализации непосредственно в хранилищах.

Обезвреживание и переработка кислых гудронов, а также получение из обезвреженных отходов товарных продуктов остается одной из главных задач нефтеперерабатывающей отрасли в контексте ликвидации накопленного экологического ущерба прошлых лет

Для предотвращения возникновения новых зон экологического бедствия и накопления экологического ущерба необходима коренная перестройка хозяйственной деятельности и создание новой «зеленой» экономики – хозяйственной модели, основанной на чистом производстве, ресурсосбережении, предотвращении неблагоприятных воздействий на окружающую среду. Необходимо обеспечить конституционное право граждан на благоприятную окружающую среду, информацию о ней и возмещение ущерба здоровью. Важно подчеркнуть, что ликвидация НЭУ связана с существенными финансовыми затратами на разработку способов экологической реабилитации, обезвреживания накопленных отходов, ликвидацию «грязных» производств.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем причины накопленного экологического ущерба от прошлой хозяйственной деятельности?
2. Какие территории с особым экологическим статусом вы знаете?
3. С какой целью территориям присваивается статус особо-охраняемых?
4. Охарактеризуйте зоны чрезвычайной экологической ситуации
5. Приведите основные признаки зоны экологического бедствия
6. Приведите примеры зон экологического бедствия
7. Какие критерии используют для идентификации зон экологического бедствия и зон чрезвычайной экологической ситуации ?
8. В чем причина формирования подземных техногенных линз?
9. Приведите пример накопления отходов по причине применения «грязных» технологических процессов.

## **Глава 4. ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ СТОКГОЛЬМСКОЙ КОНВЕНЦИИ ПО СТОЙКИМ ОРГАНИЧЕСКИМ ЗАГРЯЗНИТЕЛЯМ**

### **4.1. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ**

Современная интенсивная промышленная и сельскохозяйственная деятельность привела к появлению в среде обитания человека качественно новых высокотоксичных веществ и соединений, многие из которых чрезвычайно устойчивы во внешней среде.

**Стойкие органические загрязнители (СОЗ)** – общее наименование наиболее опасных органических и элементарноорганических соединений, которые не разлагаются или медленно разлагающиеся в естественных условиях. Это – вещества синтетического происхождения, которые называют суперэкоотоксикантами. Массовое производство этих веществ было налажено в 30-е годы прошлого века в связи с эффективностью их применения в качестве пестицидов, а позже – в качестве добавок к диэлектрическим жидкостям в электротехнической промышленности (производство трансформаторов и конденсаторных батарей).

К СОЗ относится группа синтетических соединений, применяемых в сельском хозяйстве в качестве средств химической защиты растений (рис.8), используемых в промышленности или образующихся самопроизвольно в качестве побочных продуктов сгорания или промышленных процессов. СОЗ являются глобальной экологической проблемой из-за их устойчивости, способности мигрировать на большие расстояния и накапливаться в тканях живых организмов и объектах окружающей среды, отравляя людей, животных и растения. По последним данным некоторые пестициды, разработанные для увеличения урожайности, на долгосрочном уровне могут привести к абсолютно противоположному эффекту. СОЗ являются токсичными веществами даже в крайне малых концентрациях; благодаря своей способности занимать межклеточные пространства, они являются причиной многих патологических состояний и процессов.



Рис.4.1 Обработка сельхозугодий пестицидами

Сегодня СОЗ воспринимаются как одна из наиболее актуальных угроз здоровью населения и состоянию окружающей среды. Собраны достоверные доказательства, связывающие конкретные виды СОЗ с образованием раковых и других опухолей; невролого-психиатрическими расстройствами, включая понижение способностей к учебе и нежелательные изменения характера; расстройствами иммунной системы; репродуктивным дефицитом и расстройствами половой функции. Особую обеспокоенность вызывает концентрация этих веществ в тканях человеческого организма и материнском молоке. СОЗ попадают в организм развивающегося плода через плаценту, а младенцу – с грудным молоком. Даже в сверхнизких концентрациях (триллионные части) СОЗ способны нанести необратимый урон головному мозгу и репродуктивным органам ребенка.

В связи с многочисленными доказательствами высокой токсичности этих синтетических соединений в 2001 году принят международный документ – Стокгольмская конвенция о СОЗ. Россия, ратифицировав конвенцию, приняла на себя ряд обязательств по запрещению производства и ликвидации особо опасных СОЗ, ограничению их производства, использования и непреднамеренных эмиссий. В список были включены двенадцать указанных соединений и их групп – «грязная» дюжина, позже список был дополнен. Ниже приведены химические и торговые названия СОЗ из «грязной» дюжины и особенности их биологического действия на живые организмы.

1. Дихлордифенил-трихлорэтан (ДДТ).
2. Альдрин (пестицид-инсектицид, первоначально инсектицидного действия, оказавшийся токсичным для рыб, птиц и человека).

3. Дильдрин (пестицид, производное альдрина; в почве альдрин быстро превращается в дильдрин, который имеет период полувыведения из почвы 5 лет, в отличие от 1 года для альдрина).

4. Эндрин (пестицид– инсектицид и дератизатор; высокотоксичен для рыб).

5. Хлордан (инсектицид против термитов, оказавшийся токсичным для рыб, птиц; у человека воздействует на иммунную систему, потенциальный канцероген).

6. Мирекс (инсектицид против муравьев и термитов, не токсичен для человека, но является потенциальным канцерогеном).

7. Токсафен (инсектицид против клещей, является потенциальным канцерогеном).

8. Гептахлор (инсектицид, применялся против почвенных насекомых, оказался токсичен для птиц; скорее всего, привел к уничтожению локальных популяций канадских гусей и американской пустельги в бассейне реки Колумбия в США; потенциальный канцероген).

9. Полихлорированные дифенилы (ПХД).

10. Гексахлорбензол (ГХБ) (пестицид-фунгицид, воздействует на репродуктивные органы).

11. Полихлордифензодиоксины (ПХДД).

12. Полихлордифензофураны (ПХДФ; дифензофураны по структуре очень похожи на диоксины и многие их токсические эффекты совпадают).

К наиболее известным и опасным СОЗ относится ДДТ, который до недавнего времени производился без ограничений в промышленных масштабах (рис.4.2).

Но гексахлорбензол, структурная формула которого представлена на рис.10, по своей токсичности существенно превышает ДДТ и является диоксинподобным токсикантом, который нашел применение в составе комплексных соединений для протравки семян злаковых.

Ряд веществ в настоящее время запрещены к производству и фактически не производятся в мире, а только используются из запасов и утилизируются, поэтому единственным источником поступления данных соединений в окружающую среду могут быть использование, утечки из хранилищ и нарушения герметичности аппаратов в процессе их обезвреживания.



Рис. 4.2 Емкость с запрещенным СОЗ - ДДТ

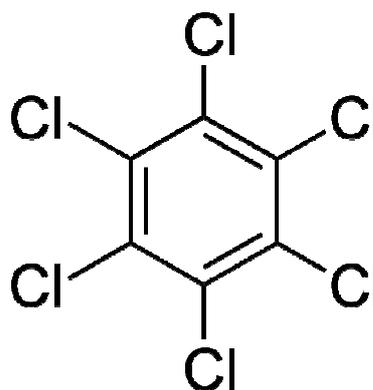


Рис. 4.3 Гексахлорбензол – представитель «грязной дюжины»

## 4.2. НЕПРЕДНАМЕРЕННЫЕ ВЫБРОСЫ СОЗ

В 70-е-80-е годы 20-го века в зоне влияния выбросов от мусоросжигательных заводов в Западной Европе в связи с регистрацией экологически обусловленных заболеваний было организовано исследование компонентов окружающей среды и физиологических жидкостей человека. В почвенном слое, воде и даже в грудном молоке были обнаружены диоксины – кислородсодержащие СОЗ. Выбросы СОЗ в процессе производства какой-либо продукции, либо при сжигании топлива, отходов называли непреднамеренными. В настоящее время при сжигании отходов особое внимание уделяется режиму горения и глубокой очистке отходящих газов от остаточных количеств СОЗ. Веществом, для которого установлена самая строгая ПДК в воздушной среде ( $1 \times 10^{-6} \text{ мг/м}^3$ ) является бенз(а)пирен, который присутствует в продуктах горения и также является СОЗ.

СОЗ, которые производятся непреднамеренно - ПХД и ПХДД/ПХДФ, являются побочными продуктами совершенно разных производств из различных отраслей. Их основные источники :

- установки сжигания опасных отходов и мусоросжигательные заводы;
- цементные печи (как по производству цемента, извести, керамической плитки, стекла, кирпича );

- целлюлозное производство с хлорными отбеливателями;
- различные технологические процессы металлургического производства, включая вторичное производство меди, алюминия и цинка:
  - вторичное производство алюминия;
  - автотранспорт;
  - угольные и мазутные, работающие на сырой нефти электростанции;
  - различные химические производства, стихийные пожары на полигонах ТБО, производство битума и асфальта и пр.;
- производство хлорированных синтетических полимеров.

### **4.3. ВЫПОЛНЕНИЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ ПО РЕАЛИЗАЦИИ СТОКГОЛЬМСКОЙ КОНВЕНЦИИ ПО СОЗ**

В настоящее время производство и применение практически всех СОЗ, за исключением ДДТ, запрещено. ДДТ во многих странах до сих пор используют против опасных насекомых, переносчиков малярии (Индия, некоторые страны Африки, Центральной и Южной Америки) и клещевой энцефалита (Россия). Вместе с тем, практически во всех странах мира осталось значительное количество СОЗ в виде непригодных пестицидов и ПХБ – содержащего электрооборудования. Также остается нерешенным вопрос непреднамеренных выбросов СОЗ, образующихся в результате ряда производственных процессов. Учитывая это, решение проблемы СОЗ является сегодня одной из приоритетных экологических задач для всего мирового сообщества.

В рамках реализации обязательств по выполнению положений Стокгольмской конвенции в России стоит задача сбора и обезвреживания СОЗ, хранящихся на складах ядохимикатов, а также электротехнического оборудования с заполнением маслами, содержащими ПХБ (Совол, Совтол). Методы обезвреживания СОЗ будут основаны на снижении класса опасности компонентов, для чего необходимо будет прибегнуть к химическим способам, например, к дехлорированию. Для организации обезвреживания в производственных условиях необходимо разработать специальные процессы и соответствующее аппаратное обеспечение с учетом требований экологической безопасности.

В 2017 году принят План выполнения Российской Федерацией обязательств, предусмотренных Стокгольмской конвенцией. Итогами

реализации Плана станут: прекращение использования и непреднамеренного производства стойких органических загрязнителей, экологически безопасное уничтожение их запасов и предотвращение появления новых СОЗ. План предполагает запрет на эксплуатацию оборудования, содержащего ПХБ с 2025 года, инвентаризацию запасов СОЗ, обеспечение экологически безопасного сбора, транспортировки хранения отходов /запасов, содержащих СОЗ, выявление и очистка территорий, загрязненных СОЗ. При поддержке Глобального экологического фонда намечен к реализации Проект «Экологически безопасное регулирование и окончательное уничтожение ПХБ-содержащего оборудования и материалов на предприятиях ОАО «РЖД» и других владельцев ПХБ.

В соответствии с Федеральной целевой программой «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2015-2020 годы) предполагается обезвредить СОЗ-содержащее оборудование Самарской области в Государственном НИИ органической химии и технологии в Федеральном центре технологии переработки запасов ПХБ и агропромышленных ядохимикатов (г. Шиханы, Саратовской обл.). Запланирована рекультивация территории бывшего Средневожского завода химикатов, где производились СОЗ (г. Чапаевск, Самарской обл.). Предполагается также ликвидация собранных запрещенных пестицидов.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие химические вещества относят к СОЗ?
2. Где применяются СОЗ?
3. Назовите основные требования Стокгольмской конвенции по СОЗ
4. Приведите примеры веществ из «грязной» дюжины.
5. Какое действие на живые организмы оказывают СОЗ?
6. Для каких целей применяются пестициды, фунгициды, гербициды, инсектициды?
7. Какое применение нашли СОЗ в электротехнике?
8. Поясните понятие «непреднамеренные выбросы».
9. Какая работа должна проводиться в России в порядке выполнения обязательств по Стокгольмской конвенции ?

## ГЛАВА 5. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

### 5.1. ВИДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

При оценке производственных предприятий и процессов выделяют несколько групп экологических показателей:

- показатели эколого-экономической эффективности производственных процессов/технологий;
  - показатели, характеризующие потребление ресурсов: энергии, сырья, вспомогательных материалов, воды, а также металлоемкость оборудования;
  - показатели воздействия на окружающую среду и человека при штатном режиме работы;
  - показатель экологических рисков – вероятность аварийных ситуаций с экологическим ущербом;
  - экологические характеристики сырья, материалов и готовой продукции
- Применяются также и показатели экологической эффективности управления.

#### Глубина переработки сырья

Интегральным показателем эффективности производства в отраслях промышленности, связанных с обработкой и переработкой сырьевых ресурсов, является показатель **глубины переработки сырья**. Этот показатель актуален практически для всех обрабатывающих и перерабатывающих производств: черной и цветной металлургии, нефтепереработки, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности.

Глубина переработки – характеристика, выявляющая степень переработки сырья, определяется как отношение количества выпущенной продукции к количеству переработанного на предприятии сырья, выраженное в %.

**Пример 1.** В 2006 году средняя глубина переработки нефти в России составила 71,3 %, а в США – 92 %. Активный запуск на российских нефтеперерабатывающих заводах комплексов глубокой переработки нефти, например каталитического крекинга, увеличил среднеотраслевые показатели глубины переработки в 2016 году до 79% (рис.11). В таблице 4 представлены показатели глубины переработки сырья на 8 лучших НПЗ России .



Рис. 5.1 Технологические установки НПЗ

Таблица 5.1

**Глубина переработки нефти на НПЗ России (2016 год)**

№п/п	Нефтеперерабатывающее предприятие	Глубина переработки сырья, %
1	ООО «РН–Комсомольский НПЗ»	97,4
2	АО «ННК–Хабаровский НПЗ»	96,6
3	ООО «ЛУКОЙЛ – Пермнефтеоргсинтез»	95,8
4	Филиал «Башнефть–Уфанефтехим»	93,7
5	ООО «ЛУКОЙЛ – Волгограднефтепереработка»	93,3
6	АО «Газпромнефть–Омский НПЗ»	91,9
7	АО «Ангарская нефтехимическая компания»	90,1
8	ОАО «Газпром нефтехим Салават»	87,6

В Минэнерго России утверждены национальные проекты по внедрению инноваций в топливно-энергетическом комплексе, среди которых

- создание технологии гидроконверсии тяжелого нефтяного сырья с целью получения высококачественных топлив, масел и сырья для нефтехимических процессов;
- разработка и внедрение катализаторов глубокой переработки нефтяного сырья на основе оксида алюминия (комплекс строится на Омском НПЗ).

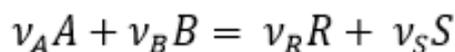
Перспективными процессами нефтепереработки считаются также гидроочистка дизельного топлива (высокого давления); гидрокрекинг тяжелых

остатков; гидрокрекинг вакуумного газойля; гидропарафинизация дизельного топлива; риформинг с непрерывной регенерацией катализатора (CCR); алкилирование на твердом катализаторе.

### Степень конверсии

Для перерабатывающих предприятий, на которых реализуются химические процессы используется такой показатель как степень конверсии – степень превращения исходного вещества или всех веществ, участвующих в качестве исходных компонентов в реакции, в конечный продукт, выраженное в %. Чем выше степень конверсии, тем меньше количество технологических производственных отходов, выбросов и сбросов, а значит, и влияние на окружающую среду.

Рассмотрим выражение степени превращения на примере стехиометрического уравнения:



где А, В - исходные вещества; R, S - продукты реакции;  $\nu_A$ ,  $\nu_B$ ,  $\nu_R$ ,  $\nu_S$  - стехиометрические коэффициенты.

Для вещества А выражение степени превращения  $\chi_A$  будет иметь вид:

$$\chi_A = \frac{(N_{A0} - N_A)}{N_{A0}}$$

где  $N_{A0}$  - начальное количество компонента А;  $N_A$  количество компонента А после превращения. Для вещества В выражение степени превращения  $\chi_B$  будет иметь вид:

$$\chi_B = (N_{B0} - N_B)/N_{B0}$$

Степень превращения может быть определена для любого исходного реагента, например

$$N_i = N_{i0} - (\nu_i/\nu_A)N_{A0}\chi_A$$

Степень превращения  $\chi_B$  может быть определена за уравнением:

$$\chi_B = \chi_A \frac{\nu_A N_{A0}}{\nu_B N_{B0}}$$

Если исходная реакционная смесь имеет неэквимолярный состав, то состав реакционной смеси удобней выражать через степень превращения того вещества, которое в недостатке. Его называют ключевым компонентом. Когда ключевой компонент превратится полностью, другие исходные компоненты еще остаются.

Если компонент А участвует в нескольких реакциях, определим  $X_A$  – его степень превращения в j-й реакции:

$$N_i = N_{i0} - \frac{\sum v_{ij}}{v_{Aj}} N_{A0} X_{Aj}$$

### **Материальный баланс производственного процесса**

Важную информацию о процессах, связанных с преобразованием вещества и обработкой материалов может дать материальный баланс:

$$M_1 + M_2 + \dots + M_n = (P_1 + P_2 + \dots + P_m) + (O_1 + O_2 + \dots + O_k), \text{ где}$$

$M_1, M_2, \dots, M_n$  - масса каждого вида сырья и материалов, применяемых в производственных процессах (ВХОД),

$P_1, P_2, P_m$  - масса каждого вида выпущенной продукции (ВЫХОД)

$O_1, O_2, O_k$  - масса безвозвратных потерь всех видов: технологических отходов, переработанных бракованных изделий и некачественной продукции, выбросы в атмосферу, сбросы в водные объекты (ОТХОДЫ).

Материальный баланс дает представление об эффективности производственных процессов и о масштабах воздействия производства на окружающую среду. Например, **если более 10% сырья переходит в отходы, процесс считается «грязным».**

Показатели ресурсопотребления и негативного воздействия на окружающую среду (НВОС) подразделяются на **валовые и удельные**. Сравнительный анализ этих показателей на предприятии удобно представить в виде **динамики**.

### **Валовые экологические показатели**

**Валовые экологические** показатели характеризуют годовое ресурсопотребление и воздействие на окружающую среду, например, объем использованного топлива для производственных целей и собственных нужд в год, объем потребления свежей воды в год, масса образованных опасных отходов в год, объем обезвреженных технологических отходов, масса выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

**Пример 2.** На рис.12 приведена динамика валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от двух нефтебаз предприятия «Самара-Терминал», а также динамика выбросов в целом по предприятию. Из графика видно, что валовые выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) в целом по предприятию

снизились за период исследования от 3,38 тыс т/год до 0,855 тыс т/год, что весьма существенно.

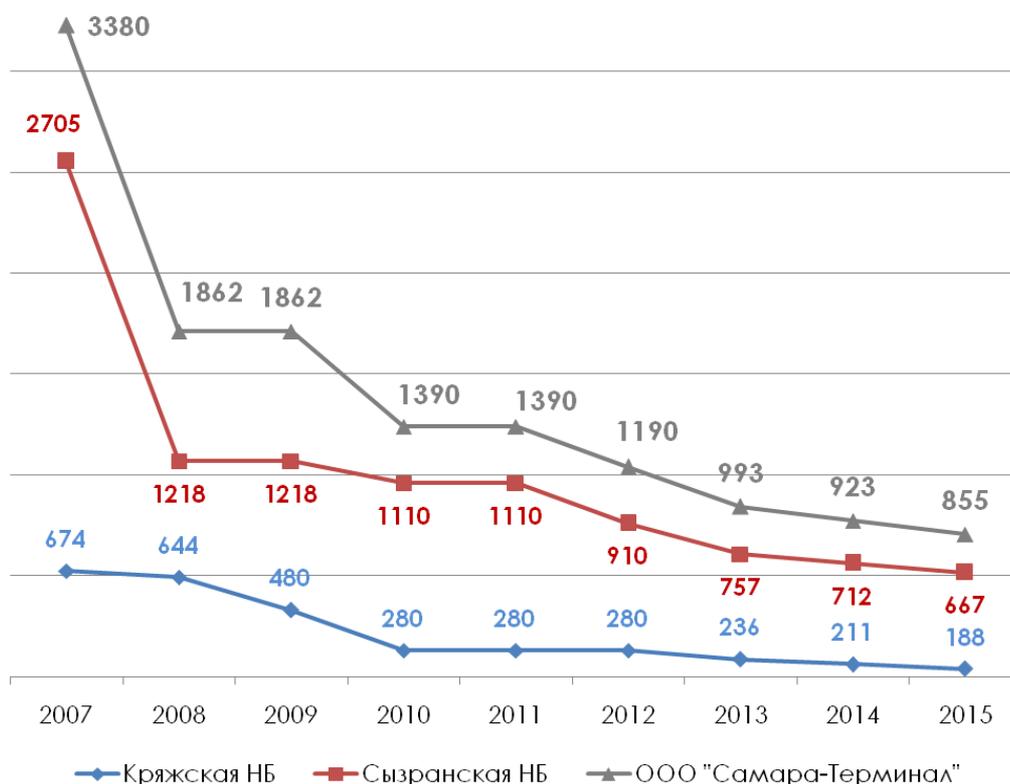


Рис.5.2 Динамика валовых выбросов в атмосферу ЗВ (т/год) от двух нефтебаз ООО «Самара-Терминал» и в целом по предприятию

Но такой позитивный результат может быть связан с уменьшением объема перевалки нефти и нефтепродуктов. В данном случае необходимо дополнительно выяснить, каков вклад мероприятий по охране воздушной среды в динамику показателя. Валовые экологические показатели определяются, в основном, мощностью производства, вместе с тем, эффективные меры по снижению выбросов также могут улучшить ситуацию.

## 5.2. УДЕЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Для исключения фактора мощности производства при оценке экологической эффективности производственных процессов целесообразно применять удельные экологические показатели. Такие показатели используются при выявлении уровня экологичности предприятий одной отрасли при определении наилучших доступных технологий и перспективных способов производства.

**Удельные экологические показатели** – это показатели ресурсопотребления и негативного воздействия на окружающую среду, отнесенные к единице сырья, продукции, выполненных работ или оказанных услуг.

Для оценки ожидаемого количества производственных технологических отходов, которое образуется на предприятии (в месяц, в год) используются, как правило, технологические нормативы образования отходов – это удельные нормативы, которые представляют собой количество отходов. Технология, при реализации которой образуется меньшее количество отходов, считается наилучшей. Примеры показателей, характеризующих удельное образование технологических отходов в различных процессах приведены в таблице 5.1.

*Таблица 5.2*

**Удельное образование технологических отходов**

Производство, процесс	Наименование и удельное образование технологических отходов
Станкостроение и производство технологического оборудования	Отходы металла – 205 кг/т используемого металла
Производство литьевых изделий из чугуна на предприятиях машиностроения и металлообработки	Шлак ваграночный – 120–185 кг/т металла
Производство каустической соды (на предприятиях органического синтеза)	Шлам – 0,2 т/т продукции
Производство пленки ПВХ	Отходы ПВХ – 0,052 т/т продукции
Производство пенополиуретана	Отходы ППУ – 0,07 т/т продукции
Производство товарной резины	Отходы резины невулканизированной – 0,015 т/т продукции

### **5.3. ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ**

Энергоёмкость – величина потребления энергии и (или) топлива на основные и вспомогательные технологические процессы изготовления

продукции, выполнение работ, оказание услуг на базе заданной технологической системы.

Показатель энергоёмкости рассчитывается как отношение энергии, потребляемой системой, к величине, характеризующей результат функционирования данной системы.

Часто используются следующие единицы энергоёмкости: кВт ч/ед. изделия (для электроэнергии); Гкал/ед. изделия (для тепла); т у.т./ед. изделия (тонны условного топлива для топлива, а также пересчитанного в т у. т. электроэнергии и тепла); затраты на энергию и топливо/выручка предприятия. Численно значение энергоёмкости в некоторых расчетах принимается обратным значению коэффициента полезного использования энергии.

Для оценки энергетической эффективности национальных экономик используется величина отношения затрат на энергию и топливо к ВВП. Так, на конец 2009 года энергоёмкость в России вдвое выше энергоёмкости в Китае и в 2,5–3,5 раза выше, чем в США и странах Европы. В связи с этим Правительством РФ было объявлено о намерении снизить к 2020 году энергоёмкость производств в России на 40 % по отношению к 2007 году.

Проблемой многих сырьевых отраслей промышленности, где используются высокотемпературные процессы, является большое энергопотребление. Это касается, в первую очередь, металлургических предприятий, стекольной промышленности, а также химических, нефтеперерабатывающих, нефтехимических производств. Весь лесопромышленный комплекс, включая целлюлозно-бумажную отрасль является также энергоёмким, затраты на электроэнергию составляют до 20% себестоимости продукции. Старые технологии, используемые на отечественных ЦБК, энерго- и ресурсозатратны. Поэтому задача энергосбережения для таких предприятий является особенно актуальной. При оценке энергоёмкости процессов применяются показатели среднегодового энергопотребления, а также удельного энергопотребления.

**Пример 3.** Стекольное производство относится к числу энергоёмких производств, характеризуется непрерывностью процессов и их многотоннажностью; отличается консервативностью. Не смотря на достаточно высокий уровень автоматизации в технологическом процессе, еще преобладают ручные приемы управления. Технологические процессы производства являются многостадийными, характеризуются взаимообусловленностью технологических стадий, динамичностью, изменчивостью во времени, неоперативностью

поступления информации о свойствах и качестве выпускаемой продукции (Рис.5.3).



Рис.5.3 Производство стеклотары прессовыдувным способом

Технологический уровень стекольных производств в России низок в сравнении с промышленно-развитыми странами. Только 30% применяемых в стеклоиндустрии технологических схем соответствуют современному мировому уровню, а 28% являются устаревшими и не имеют резервов для модернизации. Недостаточно высокий технологический уровень производств обуславливает значительное отставание по ряду основных технико-экономических показателей российской стекольной индустрии:

- средняя энергоемкость варки стекла выше на 20-30%;
- средняя производительность труда - ниже в 1,5 - 2 раза;
- суммарное удельное негативное воздействие на окружающую среду выше в 2 раза.

В настоящее время в России намечается переход стекольной промышленности на инновационный путь развития, стимулирование внедрения ресурсосберегающих и природоохранных технологий.

Решение задач управления качеством и охраной окружающей среды связано с особенностями протекающих технологических процессов.

В таблице 5.3 приведены показатели производства продукции, а также валовое и удельное энергопотребление в стеклотарном производстве Великобритании

### Характеристики энергопотребления в производстве тарного стекла

Показатели производства	Ед. измерения	Величина
Энергопотребление	ТДж	16704
Количество произведенной стекломассы	т/год	2 364 000
Количество годной продукции	т/год	2 022 000
Количество произведенных единиц продукции,	млн.шт./год	7391
Удельное энергопотребление	ГДж/т стекломассы	7,06
Удельное энергопотребление	ГДж/т годной продукции	8,28
Усредненная стоимость 1 ГДж энергии	фунты стерлингов	3,23
Общая стоимость энергии, использованной на предприятиях	фунты стерлингов на тонну стекломассы	21,81
Общая стоимость энергии, использованной на предприятиях	фунты стерлингов на тонну годной продукции	26,68

## 5.4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБОРУДОВАНИЯ

При проектировании добывающих и перерабатывающих предприятий важной стадией является подбор перспективного аппаратного обеспечения, машин и механизмов. В свою очередь при разработке конструкций оборудования, продуктопроводов, узлов также предъявляются требования по снижению их металлоемкости (массы), а значит стоимости. При этом необходимо учесть требования по прочностным и теплофизическим свойствам оборудования, машин и механизмов. Рассмотрим основные методы снижения металлоемкости.

С помощью конструкторско-технических методов снижения металлоемкости можно существенно уменьшить расход металла и улучшить соответствующие удельные показатели. Например, новая компоновка передач в редукторе уменьшает его габариты и металлоемкость, замена насосно-

компрессорных стальных труб на алюминиевые в ряде случаев позволяет получить и меньшую металлоемкость и значительно облегчить работу.

К технологическим показателям относятся такие параметры, как общее число деталей в узле, число относительно сложных, трудоемких в изготовлении деталей, число повторяющихся деталей, процент комплектующих серийных изделий, применяемые материалы и степень их дефицитности, металлоемкость и степень сложности сборки подузлов и узлов в целом, а также компактность.

Преимуществом обладают машины и аппараты с небольшой металлоемкостью, удобные в эксплуатации, при обслуживании и ремонте, с низким уровнем шума, вибрации и других физических эмиссий.

Технический уровень гидромашин оценивают по удельным показателям металлоемкости (в кг/кВт), энергоемкости (в кВт/дм<sup>3</sup>) и техническому ресурсу.

При аппаратурном обеспечении процесса, выборе транспортных средств и спецтехники для предотвращения вредных воздействий от оборудования учитывают виброакустические характеристики оборудования и машин. Для этого при проектировании используют справочные каталоги показателей шума и вибрации от выпускаемого промышленностью оборудования и транспортных средств. Нормируется внутренний шум и внешний шум, а также показатели общей и локальной вибрации. Нормированию, а значит, ограничению подлежат также показатели электромагнитных излучений различных диапазонов от искусственных источников.

**Пример 4.** Для методов неразрушающего контроля и обследования состояния емкостей, трубопроводов, деталей машин, сварных соединений применяют ультразвуковые и рентгеновские дефектоскопы, в которых генерируются излучения разных типов: ультразвуковые, инфразвуковые, рентгеновские (рентгенографический контроль, рентгеноскопия) и даже гамма-излучение. Эти средства неразрушающего контроля практически универсальные, они позволяют отследить дефекты, дают представление об их характере, размерах и местоположении (рис.54). Диагностика состояния с помощью методов неразрушающего контроля очень важна для своевременного ремонта и профилактики аварийных ситуаций, а значит – для предотвращения деструктивных воздействий на почву, грунты и водные объекты.



Рис.5.4 Подготовка трубопровода к диагностике состояния

Ультразвуковой метод контроля качества трубопроводов позволяет выполнять весь комплекс работ по ультразвуковой диагностике трубопроводов, выявлять слабые места сварных швов, внутреннюю коррозию труб теплотрасс и водопроводов, что позволяет сократить затраты на ремонт и устранение последствий аварий. Вихретоковый контроль трубопроводов можно применять в условиях высоких температур стенок труб. Наряду с очевидными преимуществами эти методы имеют ограничения. Дефектоскопы могут создавать опасные уровни излучений для специалистов, их обслуживающих и требуют особых мер безопасности при работе с ними.

## **5.5. ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Экологические показатели помогают определять эколого-экономическую эффективность производственной и управленческой деятельности. При организации систем управления качеством окружающей среды и воздействием на ее компоненты рассматривают показатели, сходные с описанными выше, они характеризуют удельное ресурсопотребление и НВОС, и приводятся в динамике.

Критериями эффективности экологического управления производственным предприятием могут быть отдельные показатели качества компонентов окружающей среды, характеризующие позитивные или негативные изменения экологической ситуации в зоне влияния источников НВОС предприятия. В качестве таких показателей можно выбрать содержание приоритетных загрязнителей на границе санитарно-защитной зоны (в динамике), уровень шума в контрольных точках на границе жилого массива (в динамике).

С точки зрения опыта применения международных стандартов серии ISO 14000 показатели **эффективности экологической деятельности** это – измеряемые результаты функционирования системы управления окружающей средой, получаемые при контроле организацией ее экологических аспектов, основанных на экологической политике, а также на целевых и плановых экологических показателях. Примерами таких показателей могут быть:

- доля выполненных природоохранных мероприятий от числа запланированных, %
- доля достигнутых целевых показателей, %

**Пример 5.** В производстве ОАО «Куйбышевазот» (г. Тольятти) за период 2000-2015 гг. достигнуто снижение удельных выбросов на тонну товарной продукции в 1,3 раза, потребление воды на тонну товарной продукции уменьшено – в 1,6 раз, электроэнергии – в 1,2 раза. В 2015г. фактический валовый выброс в атмосферный воздух составил 49,5% от разрешенного уровня. Данные цифры свидетельствуют об эффективности экологического управления, о том, что в решении экологических задач применяется системный подход, а система экологического управления не только создана, но и поддерживается в рабочем состоянии.

Открытость экологической политики, доступность информации о предприятии, размещение экологических показателей деятельности предприятия в средствах массовой информации, взаимодействие с общественностью по вопросам охраны окружающей среды и здоровья населения улучшает имидж предприятия и способствует укреплению его позиций на рынке, что очень важно в условиях рыночной экономики

1. **Задача.** Действующие производственные предприятия, относящиеся к одной отрасли (черной металлургии) имеют различные экономические и экологические показатели, представленные в таблице 7. Выполнить расчет дополнительных удельных показателей ресурсопотребления и НВОС, расположить предприятия в ряд по экологической эффективности. На

каких предприятиях в первую очередь необходимо проводить экологическую модернизацию? Сформулируйте для них экологические цели и целевые показатели.

Таблица 5.4

**Эколого-экономические показатели предприятия**

Показатели предприятия	Условное название предприятия				
	Феррум	Металлург	Чермет	Прокат	Сталь
Мощность производства стального проката, тыс т/год	900	500	1500	1500	2000
Водопотребление, м <sup>3</sup> /сут	600	200	500	100	800
Энергопотребление (энергозатраты), Гдж/т продукции	27	10,8	10,8	6,3	4,2
Валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу, т/год	450	1000	1500	450	1000
Масса производственных отходов, т/год	1000	1100	1200	800	1200

**Контрольные вопросы**

1. Перечислите группы экологических показателей деятельности предприятия
2. Дайте определение валовых показателей. Приведите примеры.
3. Какие исходные данные необходимо иметь для определения глубины переработки сырья на предприятии?
4. Как определить степень конверсии? Для каких процессов применяется этот показатель?
5. Почему наиболее актуальны удельные показатели?
6. Приведите примеры удельных показателей энергопотребления, приведенные в тексте практического занятия.
7. Назовите несколько удельных показателей НВОС
8. Как выполнить расчет удельных показателей

9. С какой целью используется анализ динамики экологических показателей?

10. Какая методика применяется для сравнения эколого-экономической эффективности ряда предприятий одной отрасли?

11. Каким образом можно определить эффективность экологического управления предприятием или территорией?

## **Глава 6 СОЗДАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРЕДПРИЯТИИ**

### **6.1. СТАНДАРТЫ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА СЕРИИ ISO 14000**

Необходимость системного подхода к экологическому управлению на уровне отдельных организаций (микроуровне) была осознана в рамках развития общих систем менеджмента. Теоретическими и методическими разработками по этому направлению занимается Всемирная федерация национальных организаций по стандартизации (International Organization for Standardization – ISO или ИСО). В настоящее время ИСО является самой представительной среди международных организаций, занимающихся стандартизацией, насчитывая более 140 членов (стран- участниц). Одной из основных задач организации является обеспечение совместимости на международном уровне различных видов продукции, технологий, форматов связи, методов кодирования и т.д.

Наиболее популярными международными стандартами являются стандарты ИСО серии 9000 – Системы менеджмента качества. Первые стандарты этой серии, выпущенные в 1987 году, показали свою эффективность и жизнеспособность. Данные системы ставят своей целью **постоянное улучшение** всех применяемых процессов, соответствие продукции и услуг заданным критериям качества.

Серия стандартов ИСО 14000 разработана по системам экологического менеджмента (СЭМ). Разработчиком является технический комитет ИСО/ТК 207 «Экологический менеджмент». Это- серия стандартов международного уровня, содержащая требования к создаваемой на предприятии или в организации системе экологического менеджмента. Основой серии стандарта послужил британский внутренний стандарт BS 7750, решение о создании межнационального ISO 14000 было принято в 1992 году. Первая редакция документа увидела свет в 1996 году. Поскольку в 90-е годы уже были приняты и действовали стандарты ISO 9000, регламентирующие контроль качества, то стандарты ISO 14000 были созданы по их подобию. В 1996 г вышли первые стандарты ИСО 14000, а в 2004 г проведена их актуализация. Перечень стандартов этой серии, принятых в течение первых 5 лет действия приведен в таблице 8. Данный перечень продолжает расширяться. В России некоторые стандарты переведены в ранг национальных – ГОСТ Р ИСО 14000.

## Перечень стандартов серии ИСО 14000

№п/п	Шифр стандарта	Наименование
1	ИСО14001	Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению
2	ИСО14004	Системы управления окружающей средой .Руководящие указания по принципам, системам и методам обеспечения функционирования
3	ИСО 14015	Экологический менеджмент Экологическая оценка площадок и организаций
4	ИСО14020	Экологические этикетки и декларации Основные принципы
5	ИСО14021	Этикетки и декларации экологические
6	ИСО14024	Этикетки и декларации экологические
7	ИСО14031	Управление окружающей средой Оценка экологической эффективности
8	ИСО14040	Управление окружающей средой Оценка жизненного цикла Принципы и структура
9	ИСО14041	Управление окружающей средой Оценка жизненного цикла
10	ИСО14042	Управление окружающей средой Оценка жизненного цикла
11	ИСО14043	Управление окружающей средой Оценка жизненного цикла
12	ИСО14050	Управление окружающей средой Словарь
13	ИСО14062	Экологический менеджмент. Интегрирование экологических аспектов в проектирование и разработку продукции
14	ИСО14063	Экологический менеджмент. Обмен экологической информацией. Рекомендации и примеры
15	ИСО14064	Измерение, количественное измерение и уменьшение выбросов парниковых газов
16	ИСО19011	Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества и/или систем экологического менеджмента

В течение первых 5 лет после их выхода большое количество предприятий и организаций Германии, Великобритании, Японии подтвердили соответствие своих разработанных систем экологического менеджмента требованиям

стандарта ИСО 14001 и получили соответствующие сертификаты. В других странах процесс экологической сертификации предприятий происходит не столь активно. В России интерес к данным стандартам проявляется на уровне крупных корпораций, связанных с добычей и переработкой природных ресурсов, что дает им возможность получить конкурентные преимущества на рынке. Важно понимать, что наличие у предприятия сертификата соответствия требованиям ИСО 14000 означает не ликвидацию всех видов негативных влияний на окружающую среду и решение всех экологических проблем, а лишь подтверждает наличие системы экологического менеджмента, соответствующей международному уровню и направленной на улучшение экологических показателей процессов и продукции.

Понятие **экологического менеджмента**, являющееся ключевым в ИСО 14000, подразумевает, что организация ставит перед собой экологические цели, направленные на защиту окружающей среды, и достигает их. Формирование этих целей происходит в результате обследования процессов (диагностики) и выявления степени воздействия на окружающую среду для идентификации экологически важных аспектов, определения наиболее значимых, приоритетных направлений работы по улучшению экологических показателей.

Система экологического менеджмента (СЭМ) - это *часть общей системы административного управления организации*, включающая организационную структуру, компетентность, методы, средства и процедуры для разработки и реализации экологической политики предприятия и достижения целевых показателей.

**Целью всех стандартов ИСО является улучшение систем управления, процессов, процедур, продукции, услуг.** В рамках СЭМ постоянное улучшение (continual improvement) – процесс усовершенствования системы управления окружающей средой с целью повышения общей экологической эффективности в соответствии с экологической политикой организации. В рамках стандартов ИСО 14000 под окружающей средой понимают внешнюю среду, в которой функционирует организация, включая воздух, воду, землю, природные ресурсы, флору, фауну, человека и их взаимодействие.

Основополагающим стандартом является ISO 14001 «Спецификации и руководство по использованию систем экологического менеджмента», где устанавливается ряд требований, выполнение которых говорит об эффективно действующей СЭМ:

1-выработка экологической политики, то есть документа, в котором определяются цели и задачи предприятия для снижения вредного воздействия на окружающую среду;

2-выявление экологически важных аспектов организации (диагностика);

3 - разработка программы по улучшению экологических показателей – документально оформленного плана действий, в котором определены сроки выполнения поставленных целей и задач, способы выполнения, а также назначены лица ,ответственные за выполнение;

4 - создание подсистемы мониторинга контрольных параметров, их проверка на предмет соответствия внутриорганизационным нормам, а также нормам законодательных и подзаконных актов;

5 - аудит самой системы экологического менеджмента на предмет соответствия поставленным перед ней целям и задачам.

Важно отметить, что процесс разработки, внедрения и развития систем экологического менеджмента предполагает **открытость** экологической деятельности предприятия и информирование заинтересованных сторон: государства, общественности, населения, проживающего в зоне влияния объекта, потребителей продукции и услуг.

Сертификация на соответствие стандартам СЭМ происходит в добровольном порядке, однако достаточно большое число предприятий и организаций уже оценило ее преимущества. Уже в первые годы после выпуска первых версий стандартов в Германии, Великобритании и Японии более 50% предприятий были сертифицированы на соответствие Системам экологического менеджмента – стандарту ISO 14001. В других странах процесс экологической сертификации предприятий происходит не столь активно.

Среди крупных российских компаний, имеющих выход на международный рынок, в настоящее время большинство сертифицировано на соответствие их систем экологического управления требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО 14001, что дает определенные конкурентные преимущества. Однако важно понимать, что наличие у предприятия такого сертификата не означает полную ликвидацию всех видов негативных влияний на окружающую среду и решение всех экологических проблем, а лишь подтверждает наличие системы экологического менеджмента, направленной на улучшение экологических показателей процессов и продукции.

Экономические выгоды от внедрения системы экологического менеджмента состоят в следующем:

- возможность освоения международного рынка за счет внедрения системы, позволяющей снизить воздействие на окружающую среду, внесение в «зеленый» список предприятий;
- повышение эффективности работы компании за счет экономии топливно-энергетических ресурсов биогенного происхождения, энергосбережения, снижения водопотребления, глубокой переработки сырья, многократного использования ценных компонентов отходов, максимального вовлечения отходов производства и потребления в хозяйственный оборот;
- улучшение внутреннего и внешнего имиджа предприятия;
- преимущественное право в получении госзаказов;
- оптимизация (снижение) платежей за негативное воздействие на окружающую среду;
- сохранение здоровья персонала и увеличение производительности труда за счет создания благоприятных условий труда;
- отсутствие штрафных санкций со стороны надзорных органов.

Важно подчеркнуть, что *философия стандартов ИСО состоит в улучшении экологической ситуации и производственной среды, даже если нагрузка не выходит за пределы допустимой.*

## **6.2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА**

Экологическая деятельность также должна быть направлена на снижение техногенных воздействий на окружающую среду, персонал и население, проживающее в зоне влияния предприятия, а также защиту потребителей продукции. При отсутствии системы защиты окружающей среды схему реализации традиционного технологического процесса можно представить следующим образом (рис. 6.1).

В рамках ИСО 14000 применяется такое важное понятие – **экологический аспект** – это элемент деятельности организации, ее продукции или услуг, который может взаимодействовать с окружающей средой. Экологические аспекты могут быть связаны с потреблением сырьевых и энергетических ресурсов, воды, с непреднамеренными химическими и физическими воздействиями на окружающую среду и человека при реализации производственного процесса, использовании продукции. По окончании использования многие виды продукции направляются на захоронение, и это –

тоже экологический аспект, который необходимо учитывать на стадии проектирования продукции.

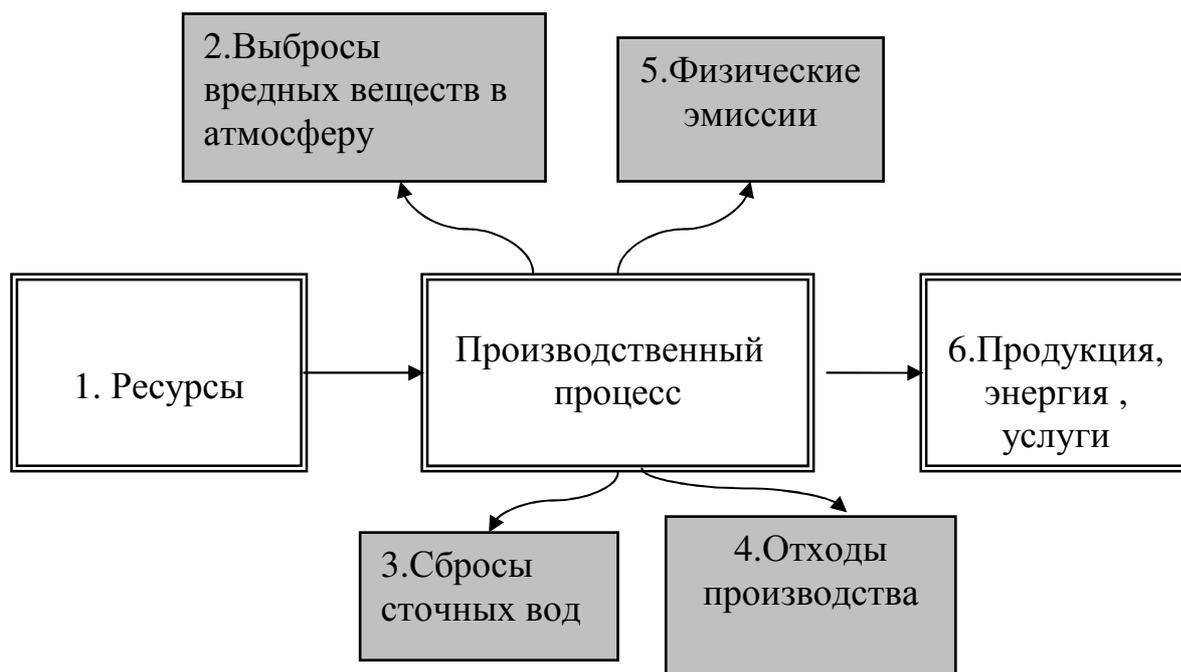


Рис. 6.1. Принципиальная схема производственного процесса.

На схеме представлено 6 экологических аспектов.

Экологические аспекты организации также могут включать следующее:

- ▶ выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от всех видов источников;
- ▶ сбросы загрязненных сточных вод ;
- ▶ отходы производства и потребления;
- ▶ наличие в выбросах и сбросах загрязняющих веществ, производство которых запрещено или ограничено международными обязательствами;
- ▶ использование в качестве сырья, наличие в выбросах и сбросах загрязняющих веществ 1 и 2 классов опасности;
- ▶ воздействие продукции и услуг на персонал предприятия и потребителей;
- ▶ обращение с чрезвычайно-опасными и высокоопасными веществами;
- ▶ состояние промплощадки и санитарно-защитной зоны;
- ▶ газоочистные установки;
- ▶ сооружения по очистке сточных вод;
- ▶ потребление сырья и материальных ресурсов, в том числе вспомогательных веществ и материалов;
- ▶ потребление электроэнергии, топлива биогенного происхождения ;
- ▶ использование альтернативных источников энергии;

► водопотребление.

Более подробная характеристика экологических аспектов по группам приведена ниже.

**Сырье, вспомогательные материалы, технологический процесс :**

- состав сырья, включая наличие веществ 1 и 2 кл. опасности, канцерогенов;
- наличие пылящих веществ, СОЗ, ЛОС, ОРВ в технологическом процессе;
- глубина переработки сырья; степень конверсии (для химических процессов);
- материальный баланс производственных процессов;
- количество повторно используемых материалов и веществ;
- количество воды, расходуемое на единицу продукции;
- параметры основных технологических процессов (продолжительность процесса, количество стадий, непрерывность, давление, разряжение, температура, параметры ЭМИ и др);
- соблюдение правил хранения опасных веществ и отходов.

**Энергоносители :**

- номенклатура энергоносителей;
- расход энергоносителей;
- количество расходуемой энергии, приходящееся на единицу продукции;
- энергетические потери.

**Технологические объекты и оборудование :**

- количество часов работы основного оборудования/установок в год;
- число аварийных ситуаций или нештатных ситуаций в год;
- наличие опасных производственных объектов (ОПО) ;
- наличие производственного контроля промышленной безопасности на ОПО;
- готовность к локализации и ликвидации аварийных ситуаций;
- металлоемкость производственных машин и оборудования;
- уровень виброакустических эмиссий от машин и оборудования;
- источники электромагнитных излучений и уровень излучений;
- наличие коллективных и индивидуальных средств защиты;
- наличие системы планово-профилактического ремонта оборудования (ППР);
- площади земельных участков под производственным объектом, санитарно-защитной зоной, объектами хранения отходов.

**Снабжение и поставка:**

- средний расход топлива парком транспортных средств;
- вид топлива;
- число грузовых перевозок транспортными средствами в день;

- количество транспортных средств в парке, оборудованных технологическими устройствами для снижения вредных выбросов;
- постановка экологических задач при заключении контрактов на поставки.

### **Продукция:**

- безопасность для окружающей среды;
- безопасность для потребителя, населения;
- технология утилизации продукции по окончании жизненного цикла.

### **Производство:**

- уровень аварийности;
- состояние промышленной безопасности;
- состояние охраны труда;
- условия производственной среды;
- заболеваемость работников, риски профзаболеваний;
- технологические регламенты.;
- планы по модернизации производства и их реализация

### **Выбросы в атмосферу , сбросы в водные объекты:**

- состав и количество плановых выбросов;
- состав и количество плановых сбросов;
- эффективность сооружений для очистки выбросов и сбросов;
- неконтролируемые воздействия на окружающую среду (залповые, аварийные и др.);
- количество выбросов веществ 1-2 классов опасности, канцерогенов, СО<sub>2</sub>, ЛОС;ОРВ;
- количество выбросов загрязнителей, потенциально влияющих на изменение климата;
- количество выбросов взвешенных веществ;
- количество выбросов кислых газов;
- динамика валовых и удельных выбросов.

### **Отходы**

- общее количество образующихся отходов ;
- количество (%) отходов 1-2 класса опасности, направляемых на обезвреживание;
- количество жидких отходов, направляемых на переработку/ регенерацию;
- степень переработки отходов;
- количество отходов производства, направляемых на захоронение;
- организация и оборудование мест временного накопления отходов;
- динамика основных показателей по обращению с отходами.

Данные элементы деятельности дают общую картину экологического поведения организации.

Необходимо подчеркнуть, что с точки зрения экологического менеджмента и аудита производственная среда является частью окружающей среды,

Необходимо подчеркнуть, что в рамках СЭМ производственная среда рассматривается как часть окружающей среды, в которой человек пребывает примерно 1/3 часть своей активной жизни. Поэтому воздействие производства на здоровье персонала, условия труда также можно рассматривать как аспекты производственного процесса. В ряде случаев при диагностике предприятия в перечень экологических аспектов необходимо включать возможность переработки продукции по окончании жизненного цикла с целью сокращения потребления сырья. В случае использования в технологических процессах чрезвычайно опасных, высокоопасных веществ, канцерогенов, стойких органических загрязнителей целесообразно также выделить эти аспекты.

При анализе всех аспектов на этапе диагностики выделяются **экологически важные аспекты предприятия**— такие процессы, объекты, виды продукции и услуг, которые оказывают наибольшее влияние на человека и окружающую среду и создают наибольшие экологические риски. Экологически важные аспекты называют также *существенными или значимыми*. Фактически же речь идет о выявленных проблемах. Цели и целевые экологические показатели организации должны быть определены в первую очередь для установленных экологически важных аспектов, а план мероприятий по охране окружающей среды должен быть направлен на снижение доли этих аспектов.

### **Контрольные вопросы**

1. Что общего между стандартами серии ИСО 9000 и серии ИСО 14000 ?
2. Приведите названия некоторых международных стандартов по системам экологического менеджмента.
3. Перечислите основные этапы разработки и внедрения СЭМ в организации.
4. Какие экономические и экологические выгоды приносит сертификат соответствия ИСО 14001?
5. Следует ли планировать мероприятия по снижению экологических воздействий, если эти воздействия не выходят за пределы допустимых?

6. Какую информацию можно извлечь из материального баланса предприятия?
7. Что означает понятие «экологически важные аспекты» ?
8. Охарактеризуйте подробно какой – либо экологический аспект.
9. Насколько целесообразно применение подходов ИСО 14001 к организации систем экологического управления территориями?

### **6.3. РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ ОРГАНИЗАЦИИ**

Экологическая политика является частью стратегии развития высшего руководства организации. В рамках популярного стандарта ISO 14001 наличие экологической политики является одним из первых требований .

**Экологическая политика** – заявление организации о своих намерениях и принципах, связанных с экологической деятельностью, которое служит основанием для экологической деятельности по улучшению процессов и совершенствованию системы управления. При создании и развитии системы экологического управления организации применяют показатели **эффективности экологической деятельности** – измеряемые результаты функционирования системы управления окружающей средой, получаемые при контроле организацией ее экологических аспектов, основанных на экологической политике, а также на целевых и плановых экологических показателях.

Экологическая политика определяется и утверждается высшим руководством организации. должна разрабатываться с учетом масштабами хозяйственной деятельности организации, состоянием окружающей среды, специфики местных условий.

Экологическая политика должна быть согласована с другими направлениями общей политики организации:

- в области качества (сокращение или замена сырьевых ресурсов для улучшения общего качества);
- в области обеспечения гигиены и безопасности труда рабочих (мероприятия по защите здоровья рабочих);
- в области обеспечения общей безопасности производства (снижение производственных рисков, принятие мер по предотвращению возможных аварий, что способствует уменьшению деструктивных воздействий на окружающую среду).

В соответствии с практикой применения стандарта ISO экологическая

политика определяет основные направления работы и стратегию организации в области охраны окружающей среды и предотвращения загрязнения, а также обеспечивает основу для дальнейшей разработки более подробных и специфических целевых и плановых экологических показателей, программ управления окружающей средой.

Необходимым условием деятельности организации в экологической политике принимается соответствие требованиям законодательных и других нормативно-правовых актов, регламентирующих деятельность в области охраны окружающей среды.

Экологическая политика должна быть направлена, прежде всего, на улучшение тех экологических аспектов и воздействий, которые были определены как существенные (значимые, важные). Для определения таких аспектов организация должна провести предварительный экологический анализ.

### **Внедрение экологической политики**

Экологическая политика организации считается внедренной, если:

- распределена ответственность и созданы необходимые организационные структуры для осуществления последующих этапов;
- руководство организации взяло на себя необходимую ответственность и, в ответ, обеспечило понимание, участие и заинтересованность персонала;
- руководство организации проследило, чтобы все работники прошли обучение и получили навыки, необходимые для выполнения задач, поставленных для конкретных рабочих мест и участков;
- ее текст был обсужден персоналом и утвержден руководством организации.

Для внедрения экологической политики необходимо:

1. - установить целевые и плановые экологические показатели;
2. - разработать планы действий по охране окружающей среды;
3. - составить экологические программы по приоритетным направлениям, с распределением ответственности, а также выделить ресурсы для достижения целевых и плановых экологических показателей.

### **Контроль выполнения экологической политики**

Организация должна периодически осуществлять контроль и анализ выполнения экологической политики по всем ее направлениям. Результаты контроля и анализа экологической политики должны быть документально

оформлены. В случае несоблюдения некоторых принципов необходимо определить причины возникших отклонений и корректирующие действия, выполнение которых должно быть обеспечено руководством организации. Гарантией эффективности таких действий является систематический контроль сроков и степени их исполнения.

Контроль выполнения экологической политики обычно проводится в рамках общего обзора всей СУОС руководством организации, а также внутреннего или внешнего аудитов СУОС. Кроме того, контроль экологической политики может осуществляться при:

- изменении ситуации на рынке;
- изменении технологического процесса или продукции;
- слиянии или покупке другого предприятия ;
- изменениях в законодательстве;
- изменении в ожиданиях и требованиях заинтересованных сторон;
- изменениях, связанных с произошедшими аварийными ситуациями, повлекшими негативное воздействие на окружающую среду;
- изменениях в процедурах отчетности

#### **6.4. ПРИМЕРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ КРУПНЫХ КОРПОРАЦИЙ**

##### **Пример1. Экологическая политика ПАО «КАМАЗ»**



Рис. 6.2 Автомобиль КАМАЗ

1. ПАО «КАМАЗ» является крупнейшим предприятием России по производству большегрузных автомобилей и запасных частей к ним. ПАО

«КАМАЗ» в полной мере осознает потенциальную опасность возможного негативного воздействия на окружающую среду.

2. Целью разработки и реализации Экологической Политики ПАО «КАМАЗ» является достижение наименьшего негативного воздействия на окружающую среду путем бережного отношения к природе и природным ресурсам, снижения объемов и токсичности выбросов в атмосферу и производственных отходов.

3. Высшее руководство ПАО «КАМАЗ» обязуется выполнять требования Российского и Международного законодательства, норм и правил в сфере охраны окружающей среды, постоянно улучшать систему экологического менеджмента и предотвращать загрязнение окружающей среды.

4. Экологическая Политика ПАО «КАМАЗ» основывается на требованиях МС ИСО 14001:2004.

5. Основными элементами Экологической Политики ПАО «КАМАЗ» являются:

- Подготовка, внедрение и постоянное совершенствование системы экологического менеджмента.
- Принятие управленческих решений на основе результатов экологического мониторинга и анализа воздействия деятельности ПАО «КАМАЗ» на состояние окружающей среды.
- Персональная ответственность высшего руководства ПАО «КАМАЗ» за реализацию Экологической Политики Общества, непрерывное улучшение экологических характеристик предприятия и продукции.
- Экологическое сопровождение технологических процессов производства, внедрение в производство новых технологий, оборудования, материалов, обеспечивающих снижение негативного воздействия на окружающую среду.
- Систематическое обучение и повышение квалификации персонала ПАО «КАМАЗ» в области экологии.
- Обеспечение открытости и прозрачности информации о природоохранной деятельности предприятия, экологической политики ПАО «КАМАЗ».
- Экологическая сертификация автомобилей, продукции ПАО «КАМАЗ», как признание качества.

**Пример 2. Экологическая политика ОАО «Газпром»** (приводится в сокращенном варианте)

1. Открытое акционерное общество «Газпром» (далее ОАО «Газпром», Компания) - глобальная энергетическая компания, осуществляющая геологоразведку и добычу природного газа, газового конденсата и нефти, их транспортировку, хранение, переработку и реализацию, а также производство электроэнергии в России и за рубежом. Стратегией ОАО «Газпром» является становление как лидера среди глобальных энергетических компаний. Это подразумевает ответственное отношение к сохранению благоприятной окружающей среды для нынешних и будущих поколений. Экологическая политика ОАО «Газпром» основана на Конституции Российской Федерации, федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации, международных нормативно-правовых документах в области ООС и рационального использования природных ресурсов. Экологическая политика является документом, выражающим официальную позицию ОАО «Газпром» в отношении роли Компании и ее обязательств в сохранении благоприятной окружающей среды в регионах присутствия Компании. Экологическая политика является основой для установления среднесрочных корпоративных экологических целей, подлежит учету при разработке программ перспективного развития Компании. Экологическая политика доводится до сведения каждого работника Компании и должна стать ориентиром для всех без исключения партнеров Компании. Экологическая политика подлежит пересмотру, корректировке и совершенствованию при изменении приоритетов развития и условий деятельности Компании.

2 Компания заявляет о своей приверженности принципам устойчивого развития, под которым понимается сбалансированное и социально приемлемое сочетание экономического роста и сохранения благоприятной окружающей среды для будущих поколений. Исходя из этого, Компания принимает на себя следующие обязательства, которые она будет выполнять и требовать их выполнения от своих партнеров, подрядчиков и контрагентов:

1. Гарантировать соблюдение экологических норм и требований, установленных законодательством Российской Федерации, международными правовыми актами в области охраны окружающей среды и законодательством стран присутствия.

2. Обеспечивать снижение негативного воздействия на окружающую среду, ресурсосбережение, принимать все возможные меры по сохранению климата, биоразнообразия и компенсации возможного ущерба окружающей среде.

3. Осуществлять предупреждающие действия по недопущению негативного воздействия на окружающую среду, что означает приоритет превентивных мер по предотвращению негативного воздействия перед мерами по ликвидации последствий такого воздействия.

4. Гарантировать соблюдение норм и требований по обеспечению экологической безопасности при освоении месторождений углеводородного сырья на континентальном шельфе и в Арктической зоне Российской Федерации.

5. Повышать энергоэффективность производственных процессов, принимать меры по сокращению выбросов парниковых газов.

6. Предусматривать на всех стадиях реализации инвестиционных проектов минимизацию рисков негативного воздействия на окружающую среду, в том числе на природные объекты с повышенной уязвимостью и объекты, защита и сохранение которых имеет особое значение.

7. Учитывать интересы и права коренных малочисленных народов на ведение традиционного образа жизни и сохранение исконной среды обитания.

8. Обеспечивать вовлечение работников Компании в деятельность по уменьшению экологических рисков, постоянному улучшению системы экологического менеджмента, показателей в области охраны окружающей среды.

9. Повышать компетентность и осознанность роли работников Компании в решении вопросов, связанных с охраной окружающей среды.

10. Обеспечивать широкую доступность экологической информации, связанной с деятельностью Компании в области охраны окружающей среды и с принимаемыми в этой области решениями.

Обязательства, принимаемые Компанией, составляют основу для установления **долгосрочных стратегических целей в области охраны окружающей среды**. Такими целями являются: минимизация удельного негативного техногенного воздействия на природную среду (на единицу товарной продукции);

- повышение эффективности использования невозобновляемых природных ресурсов и источников энергии;
- вовлечение всего персонала Компании в деятельность по уменьшению экологических рисков, улучшению системы экологического менеджмента и производственных показателей в области охраны окружающей среды.

### Пример 3. Экологическая политика компании Toshiba

Корпорация Toshiba Group стремится активно вносить свой вклад в построение жизнеспособного общества. Поэтому мы внедряем мероприятия по охране окружающей среды с целью выполнения плана «Environmental Vision 2050»: полнокровная жизнь в гармонии с природой.

Хотя ценности компании основываются на трех основополагающих принципах: «Неожиданность восприятия», «Безопасность и защищенность» и «Удобство», подкрепляемых стремлением содействовать предотвращению глобальных угроз, контролю за химическими веществами и эффективному использованию ресурсов, компания намерена привести производственный процесс и продукт в еще большую гармонию с нуждами планеты Земля. Мы уверены, что эти усилия помогут построить жизнеспособное общество. В компании Toshiba экологические аспекты являются неотъемлемой частью процесса управления. Компания развивает экологически ответственное управление, распространяющееся на все продукты и все бизнес-процессы на всех стадиях — производства, использования и переработки отходов. Эта стратегия является практической реализацией девиза компании: «Работать на человека, работать на будущее».

В соответствии с доктриной «Environmental Vision 2050» компания — как коллективный гражданин планеты Земля - видит свою миссию в создании нового, высокого уровня жизни при минимизации ущерба для окружающей сред (рис.17).



Рис. 17. Экологическая доктрина Toshiba Group

Корпорация Toshiba Group воплощает «Environmental Vision 2050» в жизнь двумя путями: энергетическое направление фокусируется на устойчивых поставках возобновляемой энергии и снижении воздействия на изменение климата, направление экологических тоаров охватывает производство новых изделий в гармонии с природой. Кроме того, действия предпринимаются с двух позиций: «Эко-процесс» направлен на снижение воздействия на природу во всех аспекта бизнеса, «Эко-программа» является согласованной с партнерами компании попыткой решения экологических проблем.

### **Корпоративная экологическая стратегия компании Toshiba:**

- работать на человека, работать на будущее;
- при разработке продукции компания оценивает ее воздействие на окружающую среду и прилагает усилия для максимально полного вторичного использования ресурсов и утилизации отслуживших изделий.

### **Контрольные вопросы**

1. С какой целью принимается экологическая политика организации?
2. Экологическая политика организации является тактическим или стратегическим документом?
3. С какими направлениями общей политики организации должна быть согласована экологическая политика?
4. Кто отвечает за принятие и реализацию экологической политики в организации?
5. Как соотносится экологическая политика организации , национальное экологическое право и международные обязательства государства
6. Сравнить экологические политики крупных производственных компаний: ПАО «КАМАЗ», ОАО «Газпром»и Toshiba. Какая политика наилучшим образом отражает требования стандарта ISO 14001?
7. Имеет ли смысл определить и сформулировать экологическую политику/стратегию города, области, страны?

## **Раздел 2. ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ**

### **Глава 7. МЕТОДЫ АКТИВНОЙ И ПАССИВНОЙ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Методы защиты окружающей среды и человека от вредных воздействий, создаваемых техноферными производственными объектами можно разделить на активные и пассивные.

К **пассивным методам защиты** окружающей среды и человека от вредных воздействий относятся методы, не затрагивающие технологический процесс как источник вредных эмиссий.

**Активные методы защиты** направлены на исключение вредного воздействия путем преобразования производственных процессов. Наиболее перспективными являются активные методы защиты.

Данные методы защиты окружающей среды могут быть применены в любых отраслях народного хозяйства, то есть являются межотраслевыми.

#### **7.1. ПАССИВНЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЧЕЛОВЕКА**

Пассивная защита окружающей среды и человека от вредных воздействий основана на ряде принципов:

- защита расстоянием;
  - защита временем;
  - очистка «на конце трубы»;
  - улучшение условий рассеивания загрязнений ;
  - создание физических барьеров на пути распространения вредных воздействий;
  - принцип применения средств коллективной и индивидуальной защиты.
- Примерами пассивных средств защиты окружающей среды могут быть:
- санитарно-защитные зоны предприятий, санитарные разрывы;
  - сокращение продолжительности рабочего дня во вредных производствах, увеличение отпуска, ранний выход на пенсию;
  - установки очистки выбросов в атмосферу от газообразных и аэрозольных загрязняющих веществ;

- изменение параметров источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для улучшения условий рассеивания (увеличение высоты трубы, уменьшение диаметра устья источника, увеличение скорости газо-воздушной смеси);

- разбавление загрязненной воды перед сбросом в водоем;

- сооружения по очистке сточных вод;

- установки по водоподготовке;

- местные вытяжные вентиляционные системы над источниками выделения вредных веществ;

- обезвреживание и переработка производственных отходов;

- шумозащитные экраны и звукоизоляция.

В методах очистки потоков воды и воздуха от загрязняющих веществ много общего.

### **Пассивные методы защиты воздушной среды**

На данном этапе развития производства применение пассивных методов и средств защиты окружающей среды представляется неизбежным. Широкий спектр методов очистки выбросов в атмосферу от газообразных загрязнителей включает физические, физико-химические и химические способы : адсорбция, абсорбция, хемосорбция, каталитическое дожигание.

Например, метод абсорбции заключается в разделении газовой смеси на составные части путем поглощения газовых компонентов этой смеси жидкостью. Поглощающую жидкость (абсорбент) выбирают из условия растворимости в ней поглощаемого газа и ее зависимость от температуры и давления. Если растворимость газов при 0°С и парциальном давлении 101,3 кПа составляет сотни граммов на 1 кг растворителя, то такие газы называются хорошо растворимыми.

Для удаления из технологических выбросов таких газов, как аммиак, хлористый или фтористый водород целесообразно применять в качестве поглотительной жидкости воду, так как растворимость их в воде составляет сотни граммов в 1 л H<sub>2</sub>O. При поглощении же из газов сернистого ангидрида или хлора расход воды будет значительным, так как растворимость их составляет сотые доли грамма в 1 л воды.

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, поэтому при

повышении температуры раствора образующееся химическое соединение разлагается с выделением исходных веществ.

Метод **адсорбции** основан на физических свойствах некоторых, твердых тел с ультрамикроскопической структурой селективно извлекать и концентрировать на своей поверхности отдельные компоненты из газовой смеси. В пористых телах с капиллярной структурой поверхностное поглощение дополняется капиллярной конденсацией. Наиболее широко в качестве адсорбента используется активированный уголь. Он применяется для очистки газов от различных газообразных вредных примесей, в том числе кислых газов, ЛОС, удаления неприятных запахов. В качестве адсорбентов применяются также простые и комплексные оксиды : активированный глинозем, силикагель, активированный оксид алюминия, синтетические цеолиты или молекулярные сита. Они которые обладают большей селективной способностью, чем активированные угли, при этом не могут использоваться для очистки очень влажных газов из-за своей гигроскопичности.

К пассивным средствам очистки вентиляционных и технологических выбросов в атмосферу **от аэрозолей** (твердых и жидких частиц) относятся: пылеуловители (сухие, мокрые, электрические, фильтры); туманоуловители (низкоскоростные и высокоскоростные).

К сухим механическим пылеуловителям относятся аппараты, в которых использованы различные механизмы осаждения: Примером **гравитационного пылеуловителя** является пылеосадительная камера, работа которой основана на на выпадении взвешенных частиц под действием силы тяжести при движении запыленного газа с малой скоростью без изменения направления потока. Гравитационное осаждение действенно лишь для крупных частиц диаметром более 50-100 мкм, причем степень очистки составляет не выше 40-50%. Метод пригоден лишь для предварительной, грубой очистки газов.

**Инерционные пылеуловители** - отстойные воздухопроводы, циклоны, камеры. Осаждение пыли в них происходит в результате изменения направления движения газового потока или установки на его пути препятствия). Для очистки от тонких частиц применяются мокрые и электрические методы, которые реализуются в скрубберах и электрофильтрах.

#### **Пассивные методы защиты водных объектов**

Перед сбросом в водные объекты сточных вод промышленные и хозяйственно-бытовые стоки должны подвергаться очистке . Методы очистки воды выбираются , исходя из состава и количества загрязнителей. Как правило, при очистке воды применяется целый комплекс методов и средств,

позволяющих довести качество воды до требуемых нормативов содержания минеральных солей, органических и неорганических загрязнителей, микроорганизмов. Важным показателем воды является рН.

Применяются следующие методы механической очистки воды от нерастворимых примесей: процеживание через решетки, сетки, отстаивание, центрифугирование, фильтрование.

Из химических методов очистки наиболее часто применяется нейтрализация и реагентная очистка, из физико-химических – адсорбция, коагуляция, флокуляция, ионный обмен. Используются также электрохимические методы.

В целях дезинфекции очищенных сточных вод и на станциях водоподготовки в настоящее время используют морально-устаревший метод хлорирования, при этом увеличиваются риски образования диоксинов в хлорированной воде (вторичное загрязнение). Более экологичными представляются такие методы как УФ-обработка, озонирование, а также ультрафильтрация с помощью мембранных фильтров..

## **7.2. АКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЧЕЛОВЕКА ОТ ВРЕДНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

В настоящее время в прикладной науке ставится задача разработки «умных» безвредных и безопасных процессов с последующим их внедрением в промышленное производство. При этом пассивные методы защиты окружающей среды вытесняются активными, направленными на предотвращение вредных воздействий, а не на борьбу с ними. Управление воздействиями на окружающую среду процессов и продукции должно осуществляться уже на ранних стадиях проектирования. Среди основных задач экологизации производства: оптимизация использования материальных и энергетических ресурсов, поиск альтернатив опасным веществам и процессам.

**Энергетика.** Одним из основных источников загрязнения окружающей среды является теплоэнергетика - отрасль, основанная на самом распространенном в техносфере процессе - сгорании топлива для получения энергии. При сжигании топлива биогенного происхождения – угля, торфа, древесины, природного газа и других углеводородов наибольший ущерб окружающей среде наносят продукты сгорания – оксид углерода, оксиды серы, оксиды азота, формальдегид. При неполном сгорании топлива в выбросах содержится технический углерод (сажа), бенз(а)пирен. И если

выбросы оксида углерода и водяного пара при сгорании неизбежны, то эмиссиями остальных ЗВ в отходящих газах можно управлять путем регулирования процесса горения: подачи кислорода воздуха и топлива в стехиометрическом соотношении, оптимизации температуры в камере, распределением топлива и кислорода по объему камеры сгорания, совершенствованием технологии сжигания топлива, например, сжигание угля в кипящем слое.

Достигнуть значительного снижения выбросов оксидов серы при сгорании топлива можно путем ужесточения требований к содержанию в топливе соединений серы. В последнее десятилетие отечественные НПЗ освоили производство легких углеводородных топлив в минимальном содержанием серы.

Управление выбросами оксидов азота также возможно. Известна зависимость концентрации оксидов азота в отходящих газах от температуры. Повышение максимальной температуры в зоне горения свыше 1570 °С приводит к недопустимо высоким выбросам NO<sub>x</sub>, и одним из основных способов снижения этих выбросов является предотвращение образования очагов высокой температуры в камере сгорания.

Очевидно, что содержание в продуктах сгорания топлива биогенного происхождения оксида углерода неизбежно. Оксид углерода трансформируется в кислородной атмосфере в CO<sub>2</sub>, что усиливает парниковый эффект. Наиболее радикальным решением данной проблемы является сокращение добычи углеводородов и увеличение доли альтернативных источников энергии - АЭС, энергии солнца, ветра, морских волн, термоядерного синтеза.

Активные методы защиты используются также на стадиях очистки выбросов от вредных примесей в целях получения нетоксичных продуктов, которые могут быть использованы. Например, при внедрении известкового метода нейтрализации диоксида серы, содержащегося в дымовых газах, получают твердые вещества, которые могут использоваться в производстве строительных материалов.

**Металлургия.** При переработке железных руд и руд, содержащих цветные металлы, совершенствование технологических процессов идет по пути максимального извлечения полезных компонентов, то есть увеличения глубины переработки сырья. Особенность металлургических процессов - высокая энергоемкость (рис.7.1).



Рис.7.1 Новый прокатный стан Тюменского метзавода

Например, на свинцово-цинковых комбинатах, использующих прогрессивную технологию, удастся извлечь 17 из 20 полезных компонентов. В результате внедрения сорбционно-экстракционной технологии при переработке руд, содержащих драгоценные металлы, в несколько раз уменьшается расход воды на 1 тонну перерабатываемой руды и полностью прекращается ее сброс в водоемы. Примером малоотходной технологии является бескоксовый, бездоменный метод получения железа непосредственным восстановлением железнорудных концентратов водородом, при котором из технологической цепи полностью устраняются такие стадии как доменный передел, производство кокса и агломерата, дающие наибольшие загрязнения окружающей среды.

**Машиностроение.** Перспективным направлением развития малоотходного машиностроительного производства является **совершенствование процессов обработки материалов.** Примерами таких процессов являются: точное литье, прокат специальных профилей, точная сварка деталей, технология порошковой металлургии в сочетании с 3D печатью. Применение физико-химических процессов воздействия на металлы – теплом, давлением, физическими полями – позволяет значительно уменьшить образование металлических отходов. Например, технология получения металлических заготовок методом лазерной резки во многих случаях может заменить холодную штамповку – шумный, энергоемкий и травмоопасный процесс.

В машиностроении широко распространены процессы нанесения антикоррозионных покрытий. Для получения высокой прочности

адгезионного сцепления покрытия с основой необходима соответствующая подготовка поверхности. Традиционный процесс травления предполагает применения канцерогенноопасных веществ – серной кислоты и бихромата калия. При использовании альтернативного метода – иглофрезерования-использование вредных веществ исключается.

Процесс гальванической металлизации изделий до сих пор широко распространен в машиностроении, однако в контексте экологических требований его можно рассматривать как морально устаревший, характеризующийся большим водопотреблением, значительными энергозатратами, применением канцерогенов -серной кислоты, растворимых соединений хрома (6+) и никеля(2+). В качестве альтернативы применяются методы газопламенного напыления металлов и вакуумная металлизация.

Использование традиционных лако-красочных материалов с органическими растворителями (ЛОС) также неэкологично, поскольку в процессе нанесения покрытия и на стадии сушки 100% растворителей выбрасываются в воздушную среду, что неэкологично и неэкономично. Применение красок на водной основе позволяет избежать выбросов ЛОС. Достаточно широкое распространение получил сухой способ порошкового окрашивания в электростатическом поле, что позволяет минимизировать потери.

### **7.3. ПРИРОДОПОДОБНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Традиционные методы изготовления деталей машин, в основном, являются **субтрактивными** (subtratio – отнимание), основанными на удалении лишнего материала с заготовки для придания заданной формы и размеров, при этом образуется большое количество технологических отходов. Самые распространенные методы – это обработка металлов резанием, штамповка, шлифовка.

**Аддитивная технология** (additio – прибавление) – это новый способ производства изделий сложной конфигурации в соответствии с компьютерной моделью путем послойного нанесения материала в рабочей камере. В 80-е годы прошлого века появился достаточно быстрый и недорогой способ изготовления прототипов промышленных изделий, представляющий собой аддитивную технологию – 3D печать. В 1987 г запатентована технология селективного (избирательного) лазерного спекания – SLS.

В англоязычных странах и в технической литературе часто используется термин АМ – технологии (additive manufacturing), в России утвердился термин **3D печать**. АМ – технологии можно рассматривать как новые технологии изготовления физических объектов, которые прошли путь от технологии «быстрого прототипирования» до производства серийных продуктов, и это – природоподобные безотходные технологии. Преимущество этого способа производства металлических деталей машин является отказ от пресс-форм и дальнейшей обработки, экономится время и снижаются производственные затраты. Деталь сложной конфигурации, требующая для изготовления около трех месяцев, с помощью 3D принтера может быть получена за две недели с обеспечением высокой точности и качества.

Интересно, что в природе изначально заложены программы самосборки, фактически «трехмерной печати» разнообразных живых конструкций – от простейших одноклеточных до высших скелетных организмов. Носителем «программного обеспечения» является ДНК. Каждый высший живой организм – это сложнейшая биологическая инженерная конструкция, наделенная множеством функций. Ниже приведен рисунок головы человека из медицинского атласа (рис.7.2).

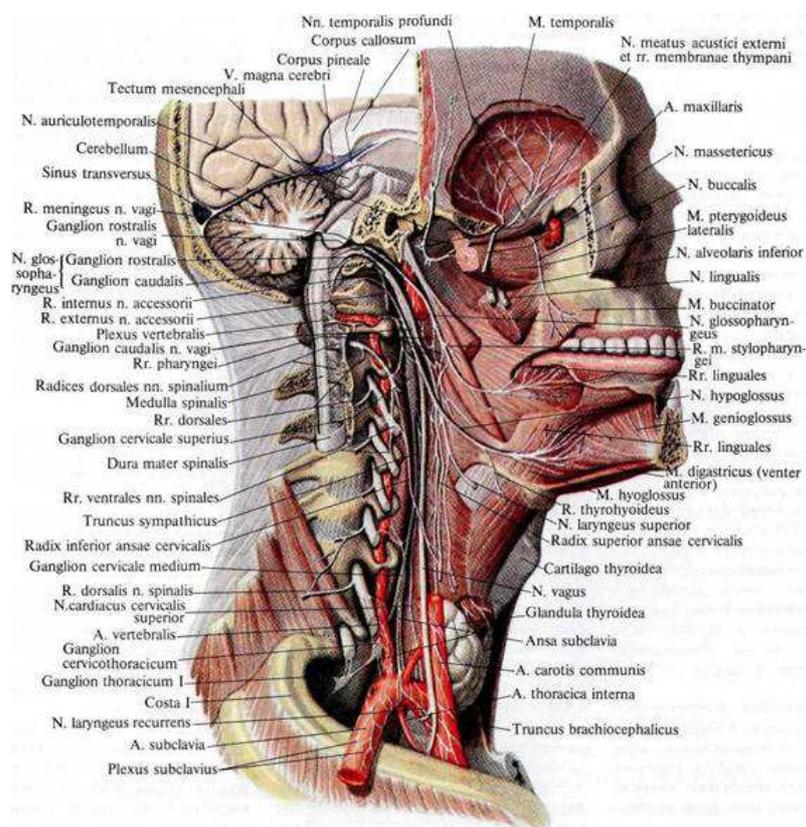


Рис.7.2 Голова и шея человека

Созданы природой и «встроены» в голову еще и «измерительные приборы» для связи с окружающей средой и восприятия сигналов – внутреннее ухо, глаз, а также головной мозг для обработки информации. Создать такие живые интеллектуальные конструкции даже при помощи самых современных технологий весьма проблематично, что еще раз подтверждает одну из экологических аксиом: «Природа знает лучше».

В качестве материалов для трехмерной (3D) печати могут быть использованы порошки синтетических полимеров, металлов, а также фольга, пленки, жидкости. Для скрепления слоев и обеспечения механической прочности изделия применяют различные способы, например, спекание лазером. Использование специальной головки с ультразвуком позволяет очистить металлическую поверхность от оксидов и достигнуть высокой прочности.

3D печать выводит на новый технический уровень медицинские технологии. Уже имеется большой опыт использования данного способа в стоматологии, в изготовлении фрагментов черепной коробки. Дальнейшее применение AM – технологий в биоинжиниринге связано с поиском исходных материалов (рис.7.3).



Рис.7.3 Создание 3D-моделей .

<http://sluhoff.net/importance-of-3d-printing-in-biomedical-engineering/>

Очень перспективным направлением является применение 3D печати в машино- и приборостроении, электронике, при производстве печатных плат, в строительстве, в медицинских целях, например, при изготовлении протезов конечностей, тканей, органов.

3D печать строительных блоков уже сейчас называют самой экологичной технологией изготовления строительных материалов.

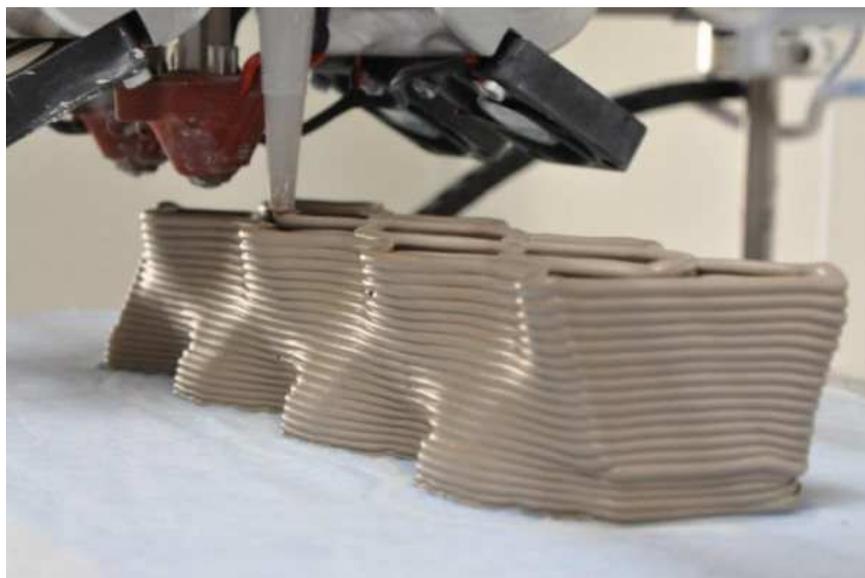


Рис.7.4 - 3D печать «новых кирпичей»

<http://www.ecobyt.ru/article/011112/444/>

Трёхмерная печать и АМ – технологии будут способствовать дальнейшему развитию автоматизации и робототехники, а возможность изготовить изделие на месте позволит резко сократить объемы перевозок и расход топлива на перевозки, а, значит, даст дополнительный экологический эффект в плане ресурсосбережения.

#### **7.4. ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

20 век часто называют веком химии, веком развития химических технологий, химизации промышленности, сельского хозяйства и быта. Современная химическая промышленность включает целый ряд подотраслей: горно-химическую, основной органический и неорганический синтез, промышленность минеральных удобрений, полимерных материалов (производство синтетического каучука, синтетических смол и пластичных масс, химических волокон), синтетических красителей, бытовой химии, лакокрасочную, резиноасбестовую, химико-фармацевтическую промышленность. Мировая химическая промышленность выпускает более 1 млн наименований различной продукции, отечественная - более 70 тысяч, мощность производства растет. Вместе с этим катастрофически

увеличивается и химическая нагрузка на окружающую среду. В настоящее время данная отрасль особенно требует экологических инноваций. В некоторых случаях необходимо отказаться от производства и использования целого ряда опасных веществ, в первую очередь, в крупнотоннажных производствах.

У мирового сообщества хватило разума остановить производство химического оружия, вместе с этим в химической промышленности в «мирных» целях производятся и используются чрезвычайно - и высокоопасные вещества (1 и 2 классов опасности), обладающие высокой токсичностью, канцерогенными, мутагенными и иными опасными свойствами. Необходимо искать замену этим веществам и процессам.

Примером внедрения активных методов защиты в химической промышленности является замена озоноразрушающих веществ (ОРВ) во исполнение обязательств по Монреальскому протоколу к Венской конвенции о защите озонового слоя атмосферы. В России реализованы проекты по исключению применения хлорфторуглеродов (фреонов, хладонов) в 3-х областях путем применения альтернативных веществ и процессов. В холодильной технике ОРВ массово заменены на аммиак. В производстве пенополиуретанов (ППУ), где хладоны использовались в качестве вспенивающих агентов, стали применяться углеводороды с близкой температурой кипения (изо-пентан). В газовых баллончиках, где фреоны использовались в качестве пропеллента (газообразующего компонента аэрозоля для вытеснения содержимого) их заменили также на изо-пентан. Структура фреона-11 и фреона 12 представлена на рис.7.5.

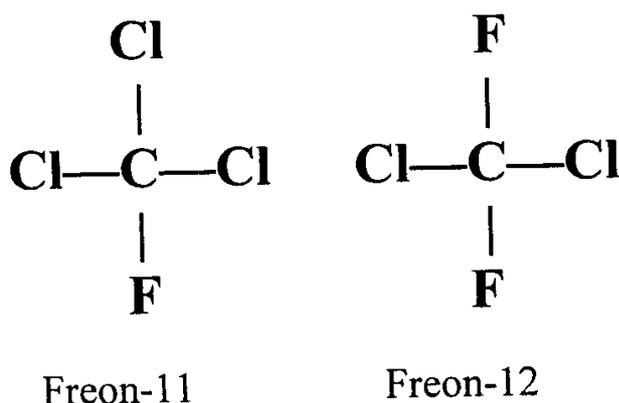


Рис.7. Озоноразрушающие вещества – фреон-11 и фреон -12

Во исполнение Стокгольмской конвенции по стойким органическим загрязнителям прекращено производство и массовое использование особо-опасных пестицидных составов. При разработке новых пестицидов ставится

задача синтеза веществ с заданным временным интервалом действия и дальнейшим разложением в почве. Альтернативой химическим средствам защиты растений являются выведение сортов, устойчивых к вредителям и болезням, применение биологических методов борьбы с вредителями.

Научные исследования по экологизации процессов и продукции с преобразованием их в перспективные технологические разработки для конкретных производств являются основой технологического лидерства.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие группы методов выделяют в защите окружающей среды?
2. Какие методы защиты окружающей среды относятся к пассивным?
3. На каких принципах основаны пассивные методы защиты?
4. Приведите примеры пассивных методов и средств очистки промышленных выбросов в атмосферу от газообразных загрязнителей.
5. Приведите примеры пассивных методов и средств очистки промышленных выбросов в атмосферу от аэрозолей.
6. Какие методы применяют в очистке сточных вод от нерастворимых примесей?
7. Какие методы можно использовать для очистки воды от растворимых загрязнителей?
8. Какие методы дезинфекции воды являются морально-устаревшими, а какие- перспективными?
9. В чем суть активных методов защиты от техногенных воздействий?
10. Приведите примеры применения активных методов защиты в различных отраслях промышленности.

## Глава 8. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ ОТХОДОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ

При производстве продукции и оказании услуг, а также в процессе жизнедеятельности человека образуются отходы. Большинство видов промышленной продукции, включая сложные интеллектуальные конструкции, представляют собой отложенный отход. По окончании жизненного цикла возникает вопрос о его захоронении или переработке.

### 8.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОТХОДАХ

*Отходы производства и потребления* – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция, упаковка), утратившие свои потребительские свойства.

Великий русский ученый Д.И. Менделеев в 19 веке так определил проблему отходов: «В химии нет отходов, есть только невостребованное сырье». Этот афоризм приобрел особую актуальность в связи с развитием крупнотоннажных индустриальных технологий, и не только в химической промышленности, но и в других отраслях.

Отходы различаются:

*1 - по происхождению:* отходы производства и отходы потребления (коммунально-бытовые);

*2 - по агрегатному состоянию:* твёрдые, пастообразные, жидкие;

*3 - по степени опасности для человека и окружающей природной среды.*

Закон РФ «Об отходах производства и потребления» определяет 5 классов опасности отходов для окружающей природной среды :

I класс - чрезвычайно опасные отходы;

II класс- высокоопасные отходы;

III класс- умеренно опасные отходы;

IV класс- малоопасные отходы;

V класс- практически неопасные отходы.

Однако даже отходы 5 класса могут нанести ущерб природе. При размещении крупнотоннажных отходов, например хвостов горнообогатительных комбинатов, влияние на окружающую среду проявляется в нарушении природных ландшафтов, фрагментации природных экосистем.

Порошкообразные отходы могут стать источниками загрязнения воздуха и воды.

*Виды обращения с отходами:*

- накопление /временное хранение на промплощадке;
- хранение с целью их дальнейшего обезвреживания и переработки;
- захоронение;
- использование (для производства товаров /продукции или получения энергии);
- обезвреживание;
- транспортирование отходов.

Накопление отходов на территории предприятия ,либо в помещениях разрешается сроком не более 11 месяцев.

*Отходы 1-2 класса опасности захоронению не подлежат, поскольку их попадание в окружающую среду приводит к гибели экосистемы. Такие отходы необходимо обезвреживать.*

В экономически развитых странах , ограниченными природными ресурсами рациональное управление потоками отходов позволяет не только экономить площади, выделяемые по полигоны захоронения отходов, но и обеспечивать эффективную переработку отходов (*recycling*), то есть возвращать значительную долю веществ и материалов в хозяйственный оборот.

Эффективная переработка отходов невозможна без организации их отдельного (селективного) сбора в местах их образования (рис. 8.1).



Рис. 8.1 Селективный сбор отходов

<http://djerecyclingsystems.com> Сайт компании по переработке отходов DJE Recycling Systems

Традиционные виды вторичного сырья – лом и отходы металлов, отсортированные отходы полимеров, текстиль, макулатура, стекло. Значительную долю в отходах потребления составляют отходы тары и упаковки из синтетических термопластичных полимеров. Однако, при организации отдельного сбора они могут быть переработаны. Известна технология получения синтетических волокон и высококачественных тканей из бывших в употреблении бутылок, изготовленных из полиэтилентерефталата (ПЭТФ).

*Сжигание отходов возможно только в специальных установках, оснащенных многоступенчатой газоочисткой со строгим соблюдением и контролем параметров процесса. Неконтролируемое сжигание отходов как метод избавления от них может стать источником поступления токсичных продуктов сгорания отходов в окружающую среду. Среди продуктов сгорания могут быть СОЗ -бенз(а)пирен, диоксины, фураны, ПХБ и другие канцерогеноопасные вещества.*

Требования по обращению с отходами должны быть учтены при проектировании техноферных объектов, а также при проектировании продукции, машин, оборудования в части утилизации бывших в употреблении изделий по окончании их жизненного цикла. Отдельное внимание необходимо уделять упаковке как изделию с коротким жизненным циклом.

## **8.2. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЗАХОРОНЕНИИ ОТХОДОВ**

Захоронение части образующихся отходов является неизбежным. Современный полигон захоронения отходов (ПЗО), спроектированный с учетом требований экологической безопасности, является объектом инженерной защиты окружающей среды (рис.8.2).

Среди требований, снижающих негативную нагрузку на окружающую среду необходимо выделить следующие:

- гидроизоляция тела полигона для предотвращения загрязнения грунтов и грунтовых вод ;
- дренаж фильтрата – жидкости, образующейся в теле полигона и содержащей различные загрязняющие вещества;

- отвод биогаза, образующегося в толще биоразлагающихся отходов в результате анаэробной деструкции органических веществ;
- послойная засыпка отходов грунтом и уплотнение отходов.

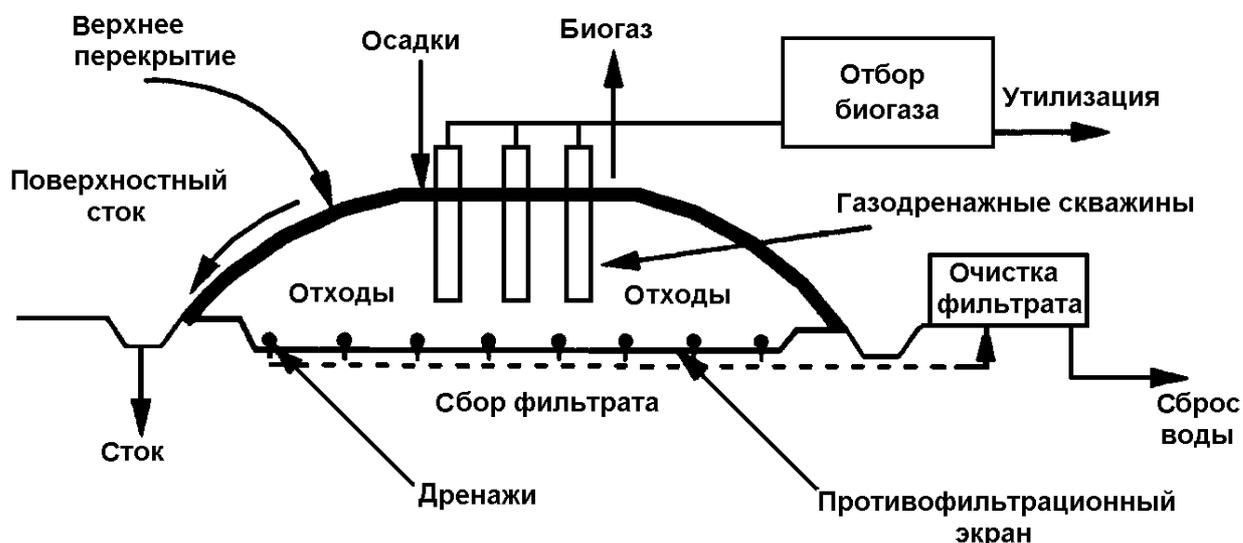


Рис.8.2 Схема организации современного полигона захоронения отходов

Обязательным требованием является своевременная рекультивация ПЗО.

### 8.3.ОПАСНЫЕ СВОЙСТВА ОТХОДОВ

Отходы в своем составе могут содержать вредные вещества, обладающие *опасными свойствами: токсичностью, взрывоопасностью, пожароопасностью, высокой реакционной способностью, радиоактивностью.* В медицинских и биологических отходах могут встречаться *возбудители инфекционных заболеваний.*

Временное хранение отходов на производственной площадке допускается при условии выделения специальных мест хранения, тары, емкостей с учетом их класса опасности, опасных свойств и агрегатного состояния.

Запрещено смешивать отходы 1,2,3,4 класса опасности, их надо накапливать отдельно.

Агрегатное состояние отходов может быть различным - твёрдое, - жидкое, пастообразное, а также шлам, гель, коллоид, эмульсия, суспензия, сыпучий, гранулят, порошкообразный, пылеобразный, волокно. К отходам относится также продукция после окончания жизненного цикла - готовые изделия, потерявшие потребительские свойства

Особую опасность представляют 1-2 класса опасности, содержащие тяжелые металлы и их растворимые соединения (ртуть, ванадий, хром <sup>6+</sup>, свинец, никель <sup>2+</sup>), а также мышьяк, сильные минеральные кислоты и щелочи, некоторые виды асбеста, стойкие органические загрязнители (полихлорбифенилы, содержащиеся в некоторых марках трансформаторных масел, пестицидах).

Очень распространенным видом отходов 1 класс опасности являются ртутьсодержащие источники искусственного освещения - энергосберегающие лампы (рис. 8.3). В каждой лампе содержится от 2,3 мг до 1 г ртути. Ртутьсодержащие лампы применяются также для дезинфекции поверхностей в медицинских учреждениях, для обеззараживания воды (УФ - лампы / кварцевые), а также в электрофотографических копировально-множительных аппаратах. В настоящее время в стране одновременно эксплуатируются не менее 140 млн. светильников с ртутными лампами низкого давления (преимущественно с трубчатыми люминесцентными) и порядка 13 млн. светильников с ртутными лампами высокого давления. Ежегодно из строя выходит около 100 млн. ламп.



Рис. 8.3 Ртутьсодержащие источники искусственного освещения

<http://deztek.ucoz.org/>

Пары ртути оказывают негативное влияние на нервную систему человека, вызывая эмоциональную неустойчивость, повышенную утомленность, снижение памяти, нарушение сна. Симптомы острого отравления ртутью - сильные головные боли, боли в конечностях. Кроме того, ртуть оказывает токсическое воздействие на эндокринные железы, на зрение, на сердечнососудистую систему, органы пищеварения. При воздействии ртути возможны острые и хронические

отравления. Ртутьсодержащие отходы необходимо обезвреживать путем демеркуризации - удаления ртути.

Обслуживание и ремонт автотранспортных средств дает более 30 наименований отходов, самыми опасными из них являются аккумуляторные кислотные батареи (2 класс опасности). Такой высокий класс опасности определяется наличием значительного количества концентрированной серной кислоты в изделии. Перед переработкой батареи также необходимо обезвредить в специализированной организации, удалив серную кислоту. Самым ценным компонентом в АКБ является свинец.

Большинство нефтемаслосточков, образующихся в промышленности, энергетике, на транспорте относится в 3 классу опасности. Исключения составляют трансформаторные масла с ПХБ (Совол, Совтол) отработанные, которые относятся к отходам 1 класса и подлежат обезвреживанию.

*Отходы 1-2 класса опасности должны быть обезврежены с соблюдением требований экологической безопасности по специально разработанной технологии. Данный вид деятельности подлежит лицензированию.*

#### **8.4. ОТХОДООБРАЗУЮЩИЕ ВИДЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

В процессе жизнедеятельности людей образуется большое количество различных отходов, которые называют «отходы потребления», «твердые бытовые отходы», «коммунальные отходы». В процессе производственной деятельности образуются отходы производства от основных технологических процессов и вспомогательных процессов. К последним относится техническое обслуживание и ремонт оборудования, транспорта, зданий и сооружений, территории и др. *Каждый вид хозяйственной деятельности можно рассматривать как отходообразующий.*

В табл.8.1 приведены самые распространенные отходообразующие виды деятельности на промышленном предприятии и соответствующие отходы.

**Отходообразующие виды деятельности и перечень отходов  
для производственного предприятия (пример)**

№	Отходообразующий вид деятельности	Примерный перечень отходов
1	Замена перегоревших ртутьсодержащих ламп	Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные
2	Технологический процесс производства керамзитовых блоков	Пыль керамзитовая
3	Технологический процесс реагентной очистки гальванических стоков	Шлам гальванический
4	Растваривание сырья	Мешки бумажные
5	Работа металлообрабатывающих станков	Стружка металлическая
6	Замена масла в металлообрабатывающих станках	Масла промышленные отработанные
7	Замена покрышек автомобильных	Покрышки с тканевым кордом отработанные.
8	Замена аккумуляторов автомобильных	Аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с не слитым электролитом
9	Замена масла в автомобилях	Масла автомобильные отработанные
10	Обслуживание транспорта и станков	Обтирочный материал, загрязненный маслами
11	Ликвидация случайных проливов нефтепродуктов	Грунт (песок), загрязненный нефтепродуктами
12	Ремонт автотранспортных средств и оборудования	Лом черных металлов несортированный
13	Зачистка емкостей хранения нефти, мазута	Шлам нефтесодержащий
14	Газоочистка при механической обработке металлов	Пыль металлическая
15	Плановая замена отработанного (отравленного) катализатора	Катализатор отработанный
	Плановая замена сорбента с очистных сооружений сточных вод	Уголь активированный отработанный, загрязненный нефтепродуктами
16	Использование лакокрасочных материалов	Тара из-под лакокрасочных материалов

17	Жизнедеятельность работников и уборка помещений	Мусор от бытовых помещений организаций несортированный
18	Жизнедеятельность работников (при отсутствии централ. водоотведения)	Отходы (осадки) из выгребных ям и хозяйственно-бытовые стоки
19	Уборка открытой территории	Смет с территории предприятия
20	Уборка производственных помещений	Смет с помещений
21	Списание спецодежды	Изношенная спецодежда
22	Списание спецобуви	Изношенная спецобувь
23	Списание оргтехники	Отходы оргтехники
24	Канцелярская деятельность и делопроизводство	Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства

## 8.5. КЛАССИФИКАЦИЯ ОТХОДОВ

В целях идентификации отходов, их происхождения и опасных свойств в России и других странах предпринимаются попытки их классифицировать. В Федеральном классификационном каталоге отходов (ФККО)- они сгруппированы по:

- происхождению;
- агрегатному состоянию и физической форме;
- опасным свойствам;
- степени вредного воздействия на ОС.

Радиоактивные, биологические и медицинские отходы в ФККО не входят.

ФККО является частью Государственного кадастра отходов, в который входят также государственный реестр объектов размещения отходов и банк данных об отходах и о технологиях использования и обезвреживания отходов различных видов.

Кадастр отходов предназначен для учета образования и движения отходов на территории РФ, определения необходимости строительства предприятий по сортировке, обезвреживанию, переработке отходов, а также объектов размещения отходов в регионах.

Каждому виду отходов присвоено наименование и 11- значный код, содержащий кодированную информацию о свойствах отхода, химическом и (или) компонентном составе отхода, его агрегатном состоянии и физической форме, степени негативного воздействия на окружающую среду. *Последняя, 11-я цифра кода означает класс опасности.*

ФККО-2014 содержит более 1300 видов отходов. В таблице 8.2 приведены коды и наименования различных видов отходов, которые наиболее часто встречаются на предприятиях и в организациях.

Таблица 8.2

**Наименование и коды отходов по ФККО-2014 (выписка из ФККО-2014)**

Код отхода по ФККО	Наименование (вид) отхода
4 71 101 01 52 1	Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства
4 72 301 01 31 2	Отходы масел трансформаторных и теплонесущих, содержащих галогены
9 20 110 01 53 2	Аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с электролитом
4 06 110 01 31 3	Отходы минеральных масел моторных
4 06 120 01 31 3	Отходы минеральных масел гидравлических, не содержащих галогены
4 06 130 01 31 3	Отходы минеральных масел промышленных
4 06 140 01 31 3	Отходы минеральных масел трансформаторных, не содержащих галогены
9 31 100 01 39 3	Грунт, загрязненный нефтью и нефтепродуктами (содержание нефти и нефтепродуктов 15% и более)
3 61 211 01 31 3	Смазочно-охлаждающие масла отработанные при металлообработке
7 43 611 11 31 3	Водно-масляная эмульсия при регенерации механическим методом масел минеральных отработанных
9 31 100 03 39 4	Грунт, загрязненный нефтью и нефтепродуктами (содержание нефти и нефтепродуктов менее 15%)
3 63 481 00 00 0* (2 класс)	Растворы технологические гальванических ванн отработанные
3 63 485 00 00 0* (4 класс)	Отходы нейтрализации отработанных технологических растворов и электролитов гальванических производств
3 63 110 01 49 4	Отходы песка от очистных и пескоструйных устройств
3 63 110 01 49 4	Отходы металлической дроби с примесью шлаковой корки

7 23 102 02 39 4	Осадок механической очистки нефтесодержащих сточных вод, содержащий нефтепродукты в количестве менее 15 %
4 42 504 01 20 3	Уголь активированный отработанный, загрязненный нефтепродуктами (содержание нефтепродуктов 15% и более)
4 61 10 03 20 4	Отходы, содержащие незагрязненные черные металлы (в том числе чугунную и/или стальную пыль), несортированные
4 61 100 01 51 5	Лом и отходы чугунных изделий незагрязненные
4 61 200 99 20 5	Лом и отходы стальные несортированные
3 61 212 02 22 5	Стружка стальная незагрязненная
4 62 110 02 21 3	Лом и отходы медные в кусковой форме незагрязненные
4 62 400 03 20 3	Лом свинца несортированный
3 61 231 02 42 4	Пыль газоочистки чугунная незагрязненная
3 05 230 01 43 5	Опилки натуральной чистой древесины
9 21 110 01 50 4	Шины пневматические автомобильные отработанные
9 21 130 01 50 4	Покрышки пневматических шин с тканевым кордом отработан
9 21 130 02 50 4	Покрышки пневматических шин с металлическим кордом отработанные
9 21 301 01 52 4	Фильтры воздушные автотранспортных средств отработанные
9 21 302 01 52 3	Фильтры очистки масла автотранспор. средств отработанные
9 21 303 01 52 3	Фильтры очистки топлива автотранспортных средств отработанные
7 33 100 01 72 4	Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)
7 33 390 01 71 4	Смет с территории предприятий малоопасный
7 33 390 02 71 5	Смет с территории предприятий практически неопасный
7 35 100 02 72 5	Отходы (мусор) от уборки территории и помещений объектов оптово-розничной торговли промышленными товарами
7 35 100 01 72 5	Отходы (мусор) от уборки территории и помещений объектов оптово-розничной торговли продовольственными товарами
4 34 110 02 29 5	Отходы пленки полиэтилена и изделий из нее незагрязненные
	Отходы полиэтиленовой тары незагрязненной
4 34 120 02 29 5	Отходы пленки полипропилена и изделий из нее незагрязненные

4 05 183 01 60 5	Отходы упаковочного картона незагрязненные
4 05 122 02 60 5	Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства
4 02 131 01 62 5	Спецодежда из натуральных волокон, утратившая потребительские свойства, пригодная для изготовления ветоши
7 37 100 02 72 5	Отходы (мусор) от уборки территории и помещений культурно - спортивных учреждений и зрелищных мероприятий
7 37 100 01 72 5	Отходы (мусор) от уборки территории и помещений учебно-воспитательных учреждений
7 36 100 01 30 5	Пищевые отходы кухонь и организаций общественного питания несортированные
7 36 100 02 72 4	Отходы кухонь и организаций общественного питания несортированные прочие
7 32 100 01 30 4	Отходы (осадки) из выгребных ям
4 81 201 01 52 4	Системный блок компьютера, утративший потребительские свойства
4 81 203 02 52 4	Картриджи печатающих устройств с содержанием тонера менее 7% отработанные

\*- если компонентный состав отхода изменяется, для каждого случая проводится экспериментальное определение компонентного состава и расчет класса опасности.

## 8.6. РАДИОАКТИВНЫЕ ОТХОДЫ

Радиоактивные отходы (РАО) — отходы, содержащие радиоактивные изотопы химических элементов и не имеющие практической ценности.

Согласно закону РФ «Об использовании атомной энергии» (от 21 ноября 1995 года № 170-ФЗ) радиоактивные отходы — это ядерные материалы и радиоактивные вещества, дальнейшее использование которых не предусматривается. По российскому законодательству, ввоз радиоактивных отходов в страну запрещен.

РАО делятся на 3 категории –низкоактивные, среднеактивные, высокоактивные.

Следует различать РАО и отработавшее ядерное топливо (ОЯТ). ОЯТ представляет собой тепловыделяющие элементы, содержащие остатки ядерного топлива и множество продуктов деления, в основном Cs 137и Sr90, широко применяемые в промышленности, сельском хозяйстве, медицине и научной

деятельности. Поэтому оно является ценным ресурсом, в результате переработки которого получают свежее ядерное топливо и изотопные источники.

Особым видом РАО являются жидкие технологические радиоактивные отходы— промышленные отходы, содержащие радиоактивные нуклиды техногенного происхождения, образованные в результате работы предприятий оборонного комплекса и атомной промышленности, предприятий ядерного топливного цикла, атомных электростанций, при эксплуатации судов атомного флота, при производстве и использовании радиоизотопной продукции, а также при радиационных авариях.

## **8.7. ОСОБЕННОСТИ ОБРАЩЕНИЯ С МЕДИЦИНСКИМИ И БИОЛОГИЧЕСКИМИ ОТХОДАМИ**

Медицинские и биологические отходы рассматриваются , как правило, отдельно от производственных и бытовых. Медицинские отходы делятся на 5 классов : А, Б, В, Г, Д в зависимости от опасных свойств.

**Отходы лечебно-профилактических учреждений** — материалы, вещества, изделия, утратившие частично или полностью свои первоначальные потребительские свойства в ходе осуществления медицинских манипуляций, проводимых при лечении или обследовании людей в медицинских учреждениях, а также отходы аптек, фармацевтических производств;

**Отходы медицинские** - отходы, образующиеся в государственных, муниципальных и частных лечебно-профилактических учреждениях, станциях скорой медицинской помощи, станциях переливания крови, социальных учреждениях длительного ухода за больными, пожилыми людьми и инвалидами, в домах ребенка, домах для престарелых, хосписах, научно-исследовательских институтах и учебных заведениях медицинского профиля, ветеринарных лечебницах, аптеках, на фармацевтических производствах, учреждениях судебно-медицинской экспертизы, за исключением биологических отходов;

**Отходы биологические** - биологические ткани и органы, образующиеся в результате медицинской и ветеринарной оперативной практики, медико-биологических экспериментов, гибели скота, других животных и птицы, и другие отходы, получаемые при переработке пищевого и непищевого сырья животного происхождения, а также отходы биотехнологической

промышленности, парикмахерских, косметических салонов, фитнесцентров и других аналогичных профильных организаций.

Классификация отходов все отходы здравоохранения разделяются по степени их эпидемиологической, токсикологической и радиационной опасности на 5 классов (СанПиН 2.1.7.728-99)

Класс А- неопасные отходы:

-отходы, не имевшие контакта с биологическими жидкостями пациентов, инфекционными больными, нетоксичные отходы;

-пищевые отходы всех подразделений ЛПУ, кроме инфекционных.

Класс Б - опасные отходы, инфицированные отходы, материалы и инструменты, загрязненные физиологическими жидкостями. К ним относят:

- патологоанатомические и органические операционные отходы (органы, ткани и т.п.), все отходы из инфекционных отделений (в т.ч. пищевые);

-отходы из микробиологических лабораторий, работающих с микроорганизмами 3-4 групп патогенности,

-биологические отходы вивариев.

Класс В - чрезвычайно опасные отходы:

-материалы, контактирующие с больными особо опасными инфекциями;

- отходы из лабораторий, работающих с микроорганизмами 1-2 групп патогенности;

- отходы фтизиатрических, микологических больниц;

- отходы от пациентов с анаэробной инфекцией.

Класс Г - отходы, по своему составу близкие к промышленным:

- просроченные лекарственные средства, отходы от лекарственных и диагностических препаратов, дезсредства, не подлежащие использованию, с истекшим сроком годности;

- цитостатики и другие химпрепараты;

- ртутьсодержащие предметы, приборы и оборудование.

Класс Д - радиоактивные отходы и все виды отходов, содержащие радиоактивные компоненты.

Инфицированные медицинские и биологические отходы подлежат кремированию или дезинфекции с последующим захоронением.

## 8.8. ПРАВИЛА ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО НАКОПЛЕНИЯ ОТХОДОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ

В соответствии с современными экологическими требованиями на территории предприятия необходимо выделить места временного накопления отходов (МНО), они должны быть обозначены, контейнеры и емкости - подписаны. МНО допускается организовывать как на открытой территории объекта, так и в производственных помещениях. Условия хранения отходов должны обеспечивать защиту компонентов окружающей среды - почвы, грунтов, поверхностных и подземных водоемов и водотоков, воздуха от действия токсичных компонентов, которые могут содержаться в отходах.

При организации МНО на промышленных площадках реализуется принцип *раздельного (селективного) сбора отходов*. Соблюдение данного принципа позволяет в дальнейшем направлять отходы на обезвреживание, переработку или использование.

Производственные *неразлагающиеся* отходы должны храниться на территории хозяйствующего субъекта не более 11 месяцев и вывозиться по мере накопления транспортной партии. Оборудование мест накопления опасных отходов, периодичность их вывоза зависит от их специфических свойств. Например, хранение *пожароопасных* отработанных масел допускается в металлических закрытых емкостях (бочках) с соответствующей надписью «Масло отработанное», место должно быть обеспечено огнетушителем. Для отработанных аккумуляторных батарей достаточно выделить место в складском помещении, складировать в один-два яруса на поддонах для исключения разливов серной кислоты.

*Несанкционированное сжигание отходов на промплощадке или в контейнерах рассматривается как грубое нарушение правил обращения с отходами.*

В особых условиях необходимо накапливать отходы 1 и 2-го классов опасности. Наиболее часто встречается отход - *люминесцентные ртутьсодержащие лампы, утратившие потребительские свойства*. В медицинских целях до сих пор используются стеклянные термометры с ртутным заполнением. Ртутьсодержащие лампы являются энергосберегающими, однако наличие в них металлической ртути делает их чрезвычайно-опасными. Требования по сбору и хранению - ртутьсодержащих отходов:

- сбор отдельно от других видов отходов;

- накопление в закрытом недоступном для посторонних лиц помещении, на стеллажах в картонных коробках заводского изготовления, в картонных гофрированных чехлах из-под новых ламп (пустоты между лампами заполняются поролоном или бумагой, что исключает возможность боя ламп);

- на коробках делается надпись «Лампы ртутные б/у, 1 класс опасности, марка ламп, количество».

В случае разрушения корпуса ртутьсодержащих ламп или других ртутьсодержащих отходов (например, ртутных термометров) - бой необходимо собрать в емкость и залить 1%-ным раствором подкисленного перманганата калия для перевода ртути в комплексное соединение); загрязнённое место необходимо последовательно обработать 1%-ным раствором подкисленного перманганата калия, мыльным раствором, водой и проветрить помещение.

*Современные светодиодные лампы, являясь энергосберегающими, не содержат ртути, что делает их безопасным и перспективным источником искусственного освещения.*

*При эксплуатации и ремонте автотранспортных средств образуется порядка 20 видов отходов. Наиболее опасный - это аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с электролитом, образующийся в результате замены аккумуляторных батарей (АКБ). Данный отход относится к 2-му классу опасности (высокоопасный), поскольку содержит концентрированную серную кислоту (канцерогеноопасное, агрессивное вещество). Сбор АКБ осуществляется отдельно от других отходов. Для отработанных аккумуляторных батарей необходимо выделить место в складском помещении, складировать в один-два яруса на поддонах для исключения разливов серной кислоты. Помещение, предназначенное для хранения отработанных АКБ, должно проветриваться или быть оснащено системой приточно-вытяжной вентиляции. При сборе отработанных АКБ следует соблюдать условие герметичности аккумулятора во избежание вытекания электролита, следить за тем чтобы все пробки были плотно закрыты и затянуты. В случае разлива электролита, его следует засыпать опилками, собрать их и удалить из помещения. Места, где был разлит электролит, нейтрализовать раствором кальцинированной соды, затем промыть водой и досуха вытереть.*

## **8.9. ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ**

Переработка производственных отходов относится к пассивным методам защиты окружающей среды и требует подбора соответствующих технологий,

их аппаратного обеспечения, затрат материальных и энергетических ресурсов. Задача переработки отходов является межотраслевой.

В законе РФ «Об отходах производства и потребления» дается следующее определение понятия «утилизация отходов» как «использование отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг, включая повторное применение отходов, в том числе повторное применение отходов по прямому назначению (рециклинг), их возврат в производственный цикл после соответствующей подготовки (регенерация), а также извлечение полезных компонентов для их повторного применения (рекуперация)».

При проектировании любого технологического процесса необходимо ставить задачу исключения или минимизации технологических отходов, но если это невозможно, должен быть разработан и способ их переработки. Места переработки крупнотоннажных производственных отходов должны быть приближены к местам их образования из экономических соображений.

### **Переработка нефтешламов**

В сфере нефтедобычи, нефтепереработки стоит задача ликвидации буровых отходов, нефтешламов – опасных отходов, содержащих различные фракции нефти, взвешенные вещества, воду и другие примеси. Такие отходы накапливаются в подземных и наземных резервуарах, нефтешламовых амбарах, образуются при зачистке резервуаров хранения нефти. Для их переработки используют различные сепараторы и центрифуги.

Широкое распространение получили специальные установки – декантеры и трикантеры. Трикантер предназначен для эффективного трёхфазного разделения – двух несмешиваемых жидкостей с разной плотностью (нефть/вода) и одной твердой фазы (рис.8.4).

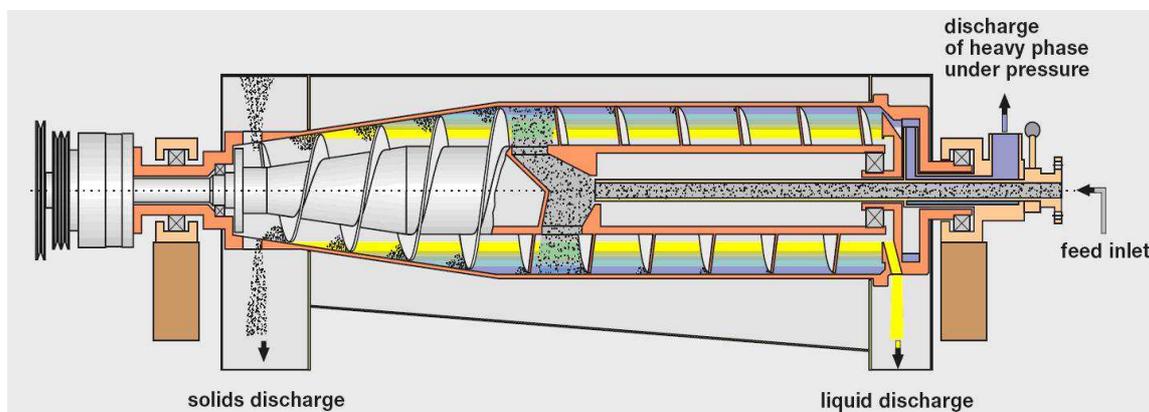


Рис.8.4 Схема работы трикантера для переработки нефтешлама  
<http://www.centrifugesdecanter.com.ar/tricanter.htm> Сайт фирмы C&D  
INGENIERIA

Работает аппарат следующим образом: нефтешлам насосом подается в барабан через отверстие подачи продукта, центробежная сила заставляет взвешенные частицы оседать и аккумулироваться на стенках барабана, затем они продвигаются шнеком в его коническую часть, шлам уплотняется и обезвоживается. Очищенная вода и нефть проходят обратно по барабану, разделяются за счет разности плотностей и выводятся. Интересно, что этот же принцип разделения используется в оборудовании для производства оливкового масла.

### **Рециклинг**

Необходимым условием переработки отходов, включая изделия, вышедшие из употребления является их селективный сбор, который необходимо организовать как на предприятиях, так и на территории населенных пунктов. Например, отдельный сбор и переработка стекла, макулатуры, полимерных материалов (ПЭТФ-тары, резины), металлов дает хороший экономический и экологический эффект.

Рециклинг - процесс возвращения отходов, сбросов и выбросов в процессы техногенеза. Возможны два варианта рециклинга отходов:

- повторное использование отходов по тому же назначению, что исходный материал;
- возврат отходов после соответствующей обработки в производственный цикл.

Возвращение части материалов или энергии для повторного использования в том же технологическом процессе называют рекуперацией. В некоторых случаях рекуперация затруднительна из-за несоответствия качества возвращаемых материалов и веществ требованиям к сырью. Возникает необходимость в использовании регенерации - восстановления исходных свойств веществ.

Очень актуальным направлением работы по рециклингу отходов является переработка интеллектуальных конструкций: от автомобилей до электронного мусора (рис.8.5). Утилизация автомобилей предполагает этап слива всех оставшихся жидкостей, разборку конструкции и сортировку по материалам с последующей переработкой.



Рис.8.5 Место накопления электронного оборудования и оргтехники бывших в употреблении <http://ecoldoc.ru/utilizaciya-oborudovaniya/> Сайт ГК «Экологические решения»

Своевременная утилизация вышедшего из строя электронного оборудования или оргтехники позволяет снизить поступление токсичных веществ в окружающую среду. Бывшая в употреблении оргтехника, цифровые средства измерений, электроника не подлежат захоронению. Их необходимо накапливать и сдавать на переработку.

Процедура утилизации оргтехники проводится в несколько этапов:

- разбор оборудования на составляющие фрагменты для извлечения драгоценных металлов, а также опасных элементов (например, сделанных из свинца или содержащих ртуть);
- удаление пластика и стекла с последующей переработкой;
- измельчение оставшихся элементов.

### Задание

1. Составить перечень отходов организации (производственного подразделения), соответствующих заданным отходообразующим видам деятельности. Варианты заданий представлены в табл.8.3.
2. Разработать предложения по минимизации образования отходов, экологически безопасному обращению с отходами по форме табл.8.4.

## Варианты заданий

№ варианта	Наименование предприятия /участка	Перечень отхообразующих видов деятельности (источников образования отходов)
1	Инструментальный цех	Замена перегоревших ртутьсодержащих ламп
		Замена масла в металлообрабатывающих станках
		Обслуживание транспорта и станков
		Ремонт оборудования
		Работа металлообрабатывающих станков
2	Станция техобслуживания автомобилей	Замена перегоревших ртутьсодержащих ламп
		Замена аккумуляторных батарей
		Замена фильтров для масла
		Замена масел
		Замена покрышек
3	Участок ремонта электрооборудования	Замена перегоревших ртутьсодержащих ламп
		Замена трансформаторных масел, не содержащих полихлорбифенилы (ПХБ)
		Замена масла в компрессорах
		Пропитка обмотки электродвигателей лаком
		Замена электрокабелей
4	Участок ремонта контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА)	Замена перегоревших ртутьсодержащих ламп
		Ремонт КИПиА (манометры, датчиков температуры и давления, контролеры, реле)
		Списание контрольно-измерительных приборов и пускорегулирующей аппаратуры (ПРА)
		Ремонт электрических нагревателей
		Уборка бытовых помещений
5	Участок ремонта автотранспорта	Замена перегоревших ртутьсодержащих ламп
		Замена аккумуляторных батарей
		Сварочные работы
		Покрасочные работы
		Ремонт деталей (кузова)
6	База хранения нефти и нефтепродуктов	Зачистка емкостей хранения нефти
		Окраска резервуаров
		Ликвидация случайных проливов нефтепродуктов
		Ремонт трубопроводов
		Замена сорбента на очистных сооружениях сточных вод
Уборка территории предприятия		
7	Участок	Замена перегоревших ртутьсодержащих ламп

	гальванической металлизации деталей	Растаривание порошкообразных компонентов Отбраковка изделий с некачественным покрытием Реагентная очистка гальванических стоков Уборка производственных помещений
8	Технический вуз	Замена перегоревших ртутьсодержащих ламп Списание оргтехники Замена картриджей принтеров Списание архива, материалов по учебному процессу, бухгалтерских документов Уборка помещений Замена батарей отопления Работа столовой
9	Нефтеперерабатывающий завод	Ликвидация случайных проливов нефтепродуктов Зачистка резервуаров хранения нефти Зачистка нефтеловушек Окраска трубопроводов Земляные работы (выемка пропитанного нефтью и нефтепродуктами грунта) Ремонт аппаратов (металлических)

### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите опасные свойства отходов.
2. Почему не подлежат захоронению отходы 1-2 класса опасности.
3. К каким последствиям может привести несанкционированное сжигание отходов?
4. Проанализируйте причины самовозгорания отходов в теле полигона захоронения.
5. Какие виды обращения с отходами вы считаете наиболее перспективными?
6. С какой целью разработан Государственный кадастр отходов?
7. Приведите 3-4 примера чрезвычайно опасных отходов из ФККО.
8. Приведите примеры отходообразующих видов деятельности.
9. Приведите примеры отходов, не подвергающихся деструкции в почве.
10. Приведите примеры отходов, компоненты которых можно переработать или использовать многократно.
11. Какие требования предъявляются к местам временного накопления отходов?
12. Какие требования предъявляются к хранению чрезвычайно - и высокоопасных отходов. Приведите примеры.



### Раздел 3. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

#### Глава 9. ПОНЯТИЕ О НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Задача экологического регулирования в производственной сфере состоит в том, чтобы согласовать между собой экономическое развитие и его экологические последствия. При эксплуатации действующих производств необходимы как технические, так и управленческие решения по модернизации процессов, минимизации всех видов отходов и вредных эмиссий, экономии природных ресурсов. Организация нового производства предполагает всестороннюю проработку технических решений, при этом необходимо ориентироваться на **наилучшие доступные технологии** (НДТ) и современное оборудование.

В контексте экологического права РФ «наилучшей доступной считается технология, основанная на последних достижениях науки и техники, направленная на снижение негативного воздействия на окружающую среду и имеющая установленный срок практического применения с учетом экономических и социальных факторов» (Закон РФ «Об охране окружающей среды», ст.1)

Наилучшая технология в максимальной мере обеспечивает охрану окружающей среды и сбережение ресурсов. Доступная технология – это экономически целесообразная и неуникальная технология, уже реализованная хотя бы на двух предприятиях отрасли

Термин «наилучшие доступные технологии» (**The best available technologies- BAT**) был впервые определен в Директиве Европейского Совета от 24.09.1996 г. 96/61/ЕС «О комплексном контроле и предотвращении загрязнения»

Для реализации целей Директивы было принято следующее определение: «наилучшая доступная технология» - наиболее эффективная новейшая разработка для различных видов деятельности, процессов и способов функционирования, рекомендуемая для использования в качестве базы для установления разрешений на выбросы/сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду с целью предотвращения загрязнения, или, когда предотвращение практически невозможно, минимизации выбросов/сбросов в окружающую среду в целом.

## 9.1. СПРАВОЧНИКИ НДТ

В ЕС с конца 90-х годов проводится огромная работа по изданию и актуализации отраслевых и межотраслевых справочников ВАТ. Разработка справочников ведется отраслевыми техническими рабочими группами (ТРГ). Формально справочники делят на две группы: «горизонтальные» и «вертикальные»:

- «вертикальные» справочники подготовлены для применения в одной или нескольких отраслях промышленности;
- «горизонтальные» справочники применимы к большинству отраслей промышленности.

В настоящее время в ЕС разработано 33 справочника НДТ, из которых 26— «вертикальных», а 7— «горизонтальных».

В общем виде во всех справочниках НДТ содержится следующая информация:

- законодательные аспекты;
- сведения о развитии конкретной отрасли промышленности в ЕС;
- технологическое описание традиционно применяемых производственных процессов;
- данные о выбросах (сбросах), образовании отходов, потреблении сырья и энергии на протяжении всего производственного цикла;
- технологии и методологии, применяемые при идентификации НДТ;
- краткое описание НДТ для конкретной отрасли;
- оценка возможных экологических преимуществ при внедрении НДТ;
- данные по ограничению применимости НДТ;
- экономические показатели НДТ (капитальные и эксплуатационные затраты, расход сырья и материалов на единицу продукции и др.);
- сведения о новейших технологиях, находящихся в стадии научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ или опытно-промышленного внедрения.

Используя опыт ЕС в России также начали издаваться информационно-технические справочники (ИТС) наилучших доступных технологий. На рис.9.1 представлены этапы разработки ИТС.

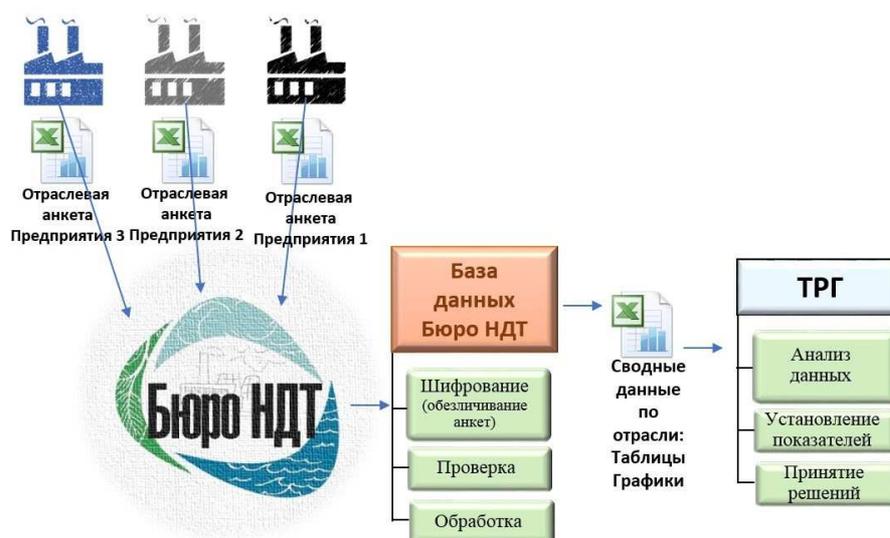


Рис 9.1. Этапы разработки отраслевых справочников НДТ  
<http://www.burondt.ru/> Офиц. сайт Бюро НДТ

На первом этапе Бюро НДТ собирает сведения о применяемых процессах с предприятий отрасли путем анкетирования. Затем информация обезличивается и направляется в технические рабочие группы (ТРГ). Эти данные берутся за основу для работы над нормативами. Для предприятий 1-й категории, вклад которых в суммарное техногенное загрязнение превышает 90% ставится задача внедрения более совершенных технологий. Однако данный процесс будет сдерживаться при ограничении инвестиционных возможностей.

Важно отметить, что НДТ далеко не всегда являются экологическими инновациями. Многие из приведенных в ИТС способов производства изобретены без учета современных экологических требований и ограничений. В ряде справочников приводится краткое описание **перспективных технологий**, которые реализуют, как правило, более экологичные решения.

Распоряжением Председателя Правительства РФ от 28 августа 2014 года № 1651-р сформирован Фонд развития промышленности. Основными целями создания фонда являются повышение доступности займов на финансирование производственно-технологических проектов, стимулирование модернизации и создания новых производств на базе принципов наилучших доступных технологий, стимулирование производства конкурентоспособной продукции, обеспечивающей рыночное импортозамещение. Задачами фонда являются организация экспертизы, отбор, финансирование и сопровождение проектов, направленных на внедрение новых технологий. Основным инструментом фонда— это льготные займы для промышленных предприятий на финансирование

завершающих стадий ОКР и подготовки технико-экономических обоснований, предпроектных и проектных работы. Успешное завершение данных этапов позволяет перейти к строительству или серийному производству, которые будут финансироваться уже за счет других государственных институтов развития или коммерческих банков. Однако их 1,5 тысяч представленных проектов 2016 г профинансировано только около 200.

С 2015 года публикуются информационно-технические справочники наилучших доступных технологий, подготовленные в Бюро НДТ Росстандарта. В таблице 9.1 приведены названия российских ИТС, утвержденных по состоянию на 31.03.2017.

*Таблица 9.1*

### **Российские информационно-технические справочники**

Номер ИТС	Название информационно-технического справочника
1	Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона
2	Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот
3	Производство меди
4	Производство керамических изделий
5	Производство стекла
6	Производство цемента
7	Производство извести
8	Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях
9	Обезвреживание отходов термическим способом (сжигание отходов)
10	Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов
11	Производство алюминия
12	Производство никеля и кобальта
13	Производство свинца, цинка и кадмия
14	Производство драгоценных металлов
15	Утилизация и обезвреживание отходов (кроме обезвреживания термическим способом (сжигание отходов))
16	Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы

17	Размещение отходов производства и потребления
18	Производство основных органических химических веществ
19	Производство твердых и других неорганических химических веществ
20	Промышленные системы охлаждения
21	Производство оксида магния, гидроксида магния, хлорида магния ***
22.	Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции (товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях
22	Общие принципы производственного экологического контроля и его метрологического обеспечения

## 9.2. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НДТ

Ниже приведены области применения НДТ.

1. Хозяйственная и (или) иная деятельность, которая оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду:
- добыча и обогащение железных руд, производство чугуна, стали и ферросплавов, производство изделий дальнейшего передела черных металлов;
  - добыча и обогащение руд цветных металлов, производство цветных металлов;
  - добыча нефти и природного газа;
  - производство кокса и нефтепродуктов, переработка природного газа;
  - добыча и обогащение угля и антрацита;
  - производство электрической и тепловой энергии через сжигание топлива;
  - производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона;
  - производство основных органических химических веществ;
  - производство продукции тонкого органического синтеза;
  - производство полимеров;
  - производство основных неорганических химических веществ - аммиака;
  - производство неорганических кислот, минеральных удобрений;
  - производство твердых и других неорганических химических веществ - оксидов, гидроксидов, солей;
  - производство специальных неорганических химикатов;
  - производство прочих основных неорганических химических веществ;

- обработка поверхностей, предметов или продукции с использованием органических растворителей;
- нанесение покрытий на металлы и пластмассы с использованием электролитических или химических процессов;
- производство стекла, керамических изделий;
- производство цемента, извести, оксида магния, гидроксида магния, хлорида магния;
- производство текстильных изделий (промывка, отбеливание, мерсеризация);
- крашение текстильных волокон, отбеливание, крашение текстильной продукции;
- дубление, крашение, выделка шкур и кож;
- разведение свиней, сельскохозяйственной птицы;
- убой животных на мясокомбинатах, мясохладобойнях;
- утилизация и обезвреживание отходов, в том числе термическими способами;
- размещение отходов производства и потребления;
- очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов;
- добыча и производство драгоценных металлов.

Технологические процессы, оборудование, технические способы и методы, применяемые при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности:

- сокращение выбросов и сбросов загрязняющих веществ при хранении и складировании товаров (грузов);
- системы очистки сточных вод и выбросов в атмосферу от загрязняющих веществ ;
- системы охлаждения технической и технологической воды;
- обращение с вскрышными и вмещающими горными породами;
- повышение энергетической эффективности;
- производственный экологический контроль и его метрологическое обеспечение.

При разработке ИТС и определении наилучших доступных технологий особое внимание следует уделять аспектам, которые приводятся в Приложении IV к Директиве ЕС 96/61/ЕС:

- 1- малоотходная технология;
- 2- использование менее опасных веществ.
- 3- вовлечение в хозяйственный оборот сбросов, выбросов и отходов,
- 4 - доступность технологии;

- 5 - научно-технические достижения и инновации;
- 6 - степень опасности , мощность источников выбросов и сбросов;
- 7 - период времени, необходимый для внедрения НДТ.
- 8 – источники сырья, материалов, воды, объемы их потребления при реализации процесса;
- 9 - энергоэффективность процесса;
- 10 - необходимость предотвращения или минимизации общего воздействия выбросов, сбросов и определение соответствующих рисков;
- 11- предотвращение аварий и штатных ситуаций их локализация и сведение к минимуму экологического ущерба.

Анализ производственных процессов, представленный с ИТС позволит определить реальные экологические показатели применяемых технологий и принять их за точку отсчета. В дальнейшем экологические требования будут только ужесточаться.

### **Контрольные вопросы**

1. Приведите определение НДТ (The best available technologies) для целей Директивы ЕС 1996 года «О комплексном контроле и предотвращении загрязнения»
2. С какой целью в ЕС были разработаны первые справочники ВАТ?
3. Дайте определение НДТ из Закона РФ «Об охране окружающей среды».
4. Когда в России опубликованы первые информационно-технические справочники НДТ?
5. Поясните, что такое «горизонтальные» и «вертикальные» справочники ВАТ и НДТ. Приведите примеры.
6. Какую роль играют удельные экологические показатели в определении НДТ?
7. Какие финансовые стимулы предусмотрены для экологизации производства в РФ?
8. Назовите виды хозяйственной деятельности, которая оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду
9. Назовите процессы и методы, используемые в различных отраслях в целях экологизации производства

## Глава 10. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ АСПЕКТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА (НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВ).

### 10.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА

Полиуретаны (ПУ) относятся к широко распространенным синтетическим полимерным материалам. Различают термопластичные и термореактивные (сшитые) полиуретаны. Термопластичные ПУ могут быть переработаны через расплав методом литья под давлением или через раствор. Пенополиуретаны (ППУ) – это разновидность газонаполненных ПУ. Основная доля ППУ имеет сшитую структуру. Массовое производство ПУ в России стартовало в 80-годы прошлого века. Наиболее активно развивается производство вспененных полиуретанов. В настоящее время объем российского рынка ППУ составляет 300 тысяч тонн в год, а к 2020 г по прогнозам специалистов их потребление в стране может достичь 600 тыс. тонн в год. Свойства ПУ варьируются в широких пределах, благодаря чему ПУ нашли широкое применение в различных областях. Из ПУ производят подушки сидений в автомобиле-и самолетостроении, детали интерьера автомобилей, мягкую мебель, теплоизоляцию, монтажную пену, клеи, герметики, искусственную кожу, подошвы обуви (рис.10.1).



Рис.10.1. Продукция из ППУ

К полиуретанам (ПУ) относят обширный класс полимеров, зачастую сильно отличающихся химической природой, строением цепи и свойствами, но неизменно содержащих уретановые группы  $-NHCOO-$ . Полиуретан образуется образующегося в результате смешивания двух компонентов – компонента А (полиольной системы) и компонента Б (изоцианата) и химической реакции между ними (рис.10.2).



Рис. 10.2 Реакция получения полиуретанов из полиолов и изоцианатов

## 10.2. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ППУ РИМ-МЕТОДОМ

Самым распространенным в промышленности процессом производства полиуретанов является метод реакционно-инжекционного формования (Reaction-Injection Molding-RIM). Данный метод сочетает процесс синтеза полимера с его вспениванием в форме и последующим оформлением изделия заданной конфигурации.

Технологическая схема производства ППУ РИМ-методом состоит из следующих стадий (рис.10.3):

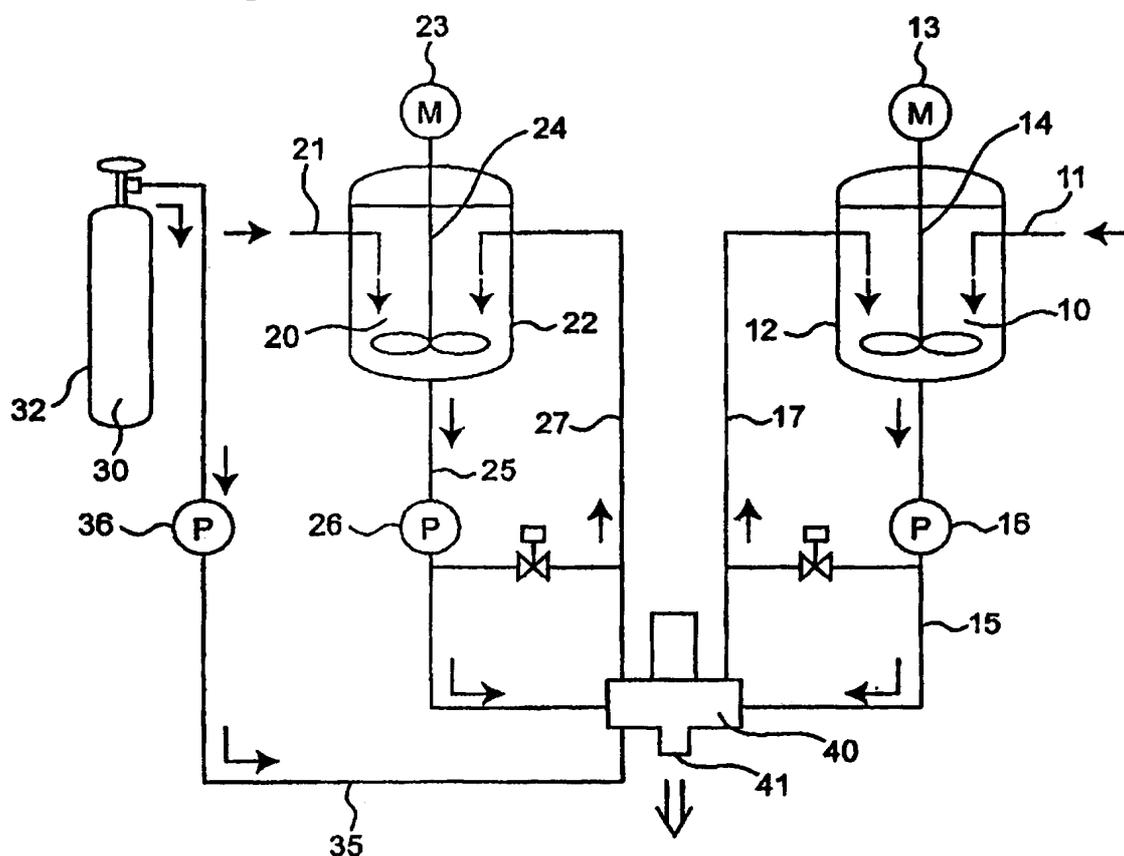


Рис.10.3 Фрагмент технологической схемы производства изделий из ППУ

1 стадия - подготовка полиольного компонента( А). Олигомер-полиол смешивают с целевыми добавками- катализаторами, сшивающими и вспенивающими агентами, контроль качества компонентов;

2 стадия – подогрев компонентов до температуры 25оС и подача насосами по трубопроводам в расходные емкости (поз. 10 и поз.20);

3 стадия - дозировка и подача жидких компонентов в смесительную головку, впрыск смеси в форму (поз.40);

4 стадия – фиксирование формы изделия, охлаждение;

5 стадия – выемка изделия, кондиционирование и контроль качества.

Сам процесс производства ППУ предусматривает высокоскоростное смешение жидких компонентов – изоцианата и полиола с добавками в специальной головке в нужных пропорциях и впрыск (инжекцию) в форму. В ходе реакции происходит образование полимера и его вспенивание, что сопровождается увеличением объема материала, после чего он приобретает заданную форму изделия. Технология производства пенополиуретана подразумевает соблюдение нескольких параметров, это- температура компонентов и окружающей среды (не менее 25°С), соотношение компонента А и компонента В, скорость смешения и впрыска, температура формы.

Немаловажным моментом в производстве пенополиуретана является качественное смешение компонентов. Особенно важно соблюдение технологических параметров в производстве эластичного и интегрального ППУ. Любое не значительное отклонение хотя бы одного из параметров приводит к браку . Например, при пониженной температуре не только увеличивается расход сырья, но из-за повышенной вязкости ухудшается процесс о перемешивания компонентов ,что приводит к неоднородность

пенополиуретанового изделия, «раковинам» и уплотнениям.

Важно заметить, что в качестве вспенивающих агентов может применяться углекислый газ (при химическом вспенивании), либо летучее вещество с низкой температурой кипения. На рис.10.4 приведен общий вид установки формирования ППУ.



Рис 10.4. Установка по производству изделий из ППУ методом RIM

### 10.3. АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ППУ

Важнейшим экологически значимым аспектом производства ППУ является применение токсичных веществ, прежде всего ароматических диизоцианатов, которые относятся к веществам 1-2 классов опасности. Компонент А (полиольный компонент) относят к 4 классу опасности. Малые целевые добавки (диазобициклооктан) также могут обладать различными опасными свойствами.

■ **Изоцианаты.** Наибольшую опасность представляет толуилендиизоцианат (ТДИ). - чрезвычайно-опасное вещество (1 класс опасности), один из самых токсичных изоцианатов. ТДИ- бесцветная или бледно-желтая жидкость с характерным едким запахом, обладает раздражающим действием,  $T_{пл}=22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{кип}=251\text{ }^{\circ}\text{C}$  Основное применение толуилендиизоцианата— производство эластичных ППУ. Основной метод получения толуилендиизоцианата заключается в нитровании толуола до динитротолуола. Далее динитротолуол подвергают каталитическому гидрированию до толуолдиамин. Последний растворяют в инертном растворителе и вводят во взаимодействие с фосгеном ( $\text{COCl}_2$ - боевое отравляющее вещество). Для производства ППУ применяется также 4,4'- дифенилметандиизоцианат (МДИ), вещество 2 класса опасности. Выбросы диизоцианатов в воздушную среду происходят при заливке жидкого сырья в форму, в момент извлечения изделий и на стадии кондиционирования готовых изделий. Воздействия паров ТДИ на персонал производственного участка может привести к заболеваниям органов дыхания, в том числе к астме. Структурные формулы ТДИ и МДИ представлены на рис. 10.5.

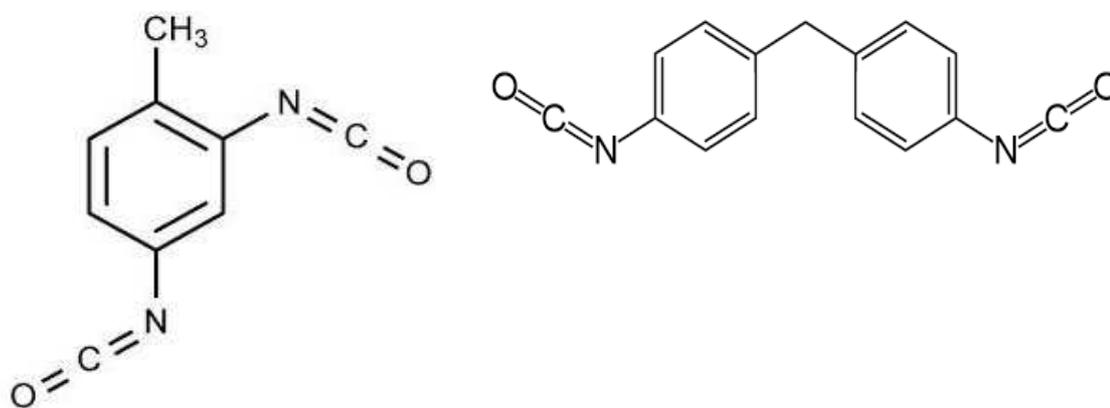


Рис 10.5 . Толуилендиизоцианат и 4,4'- дифенилметандиизоцианат

■ ТДИ является одним из одиннадцати веществ, приведенных в законе «Чрезвычайно опасные вещества» (США, New Jersey Toxic Catastrophe Prevention Act), которые при воздействии на человека, с большой долей вероятности приведут к серьёзным последствиям для здоровья, в том числе смерти или постоянной нетрудоспособности.

**Вспенивающие агенты.** Для вспенивания полимера применяют различные низкокипящие летучие вещества. Довольно продолжительное время в качестве вспенивающих агентов в производстве ППУ использовались озоноопасные хлор-фтор-углеводороды (хладоны, фреоны), например -фтортрихлор-метан (фреон-11).

Преимущества фреона -11 :

- химически инертен; негорюч; имеет самую низкую теплопроводность из всех газов, применяемых для вспенивания; слабо диффундирует и обеспечивает хорошие показатели при старении

Недостаток фреона -11: обладает высоким озоноразрушающим потенциалом, включен в Приложение А Монреальского протокола по ОРВ.

- В настоящее время для замены хладона- 11 разработаны новые способы вспенивания и альтернативные вспениватели.

Во исполнение Монреальского протокола к Венской конвенции о защите озонового слоя Земли на многих предприятиях РФ фреоны заменены озонобезопасными углеводородами с температурой кипения около 25 °С (изопентаном). В качестве альтернативы специальным вспенивателям используется также метод «водного вспенивания», когда углекислый газ выделяется при взаимодействии компонентов с водой. В качестве переходного варианта используют ХФУ с низким озоноразрушающим потенциалом. Сравнительная характеристика различных вспенивателей приведена в таблице 10.1.

*Таблица 10.1*

**Характеристика вспенивающих агентов**

Тип вспенивателя	Тк ип., °С	Потенциал разрушения озона I, Вт/м,°К (25 °С)	Основные преимущества	Основные недостатки
Пентаны: n-пентан изопентан циклопентан	36 28 50	0,0151 0,0120	озонобезопасные хорошая текучесть композиции	- образуют взрывоопасные смеси с воздухом - пожароопасны

				- требуются высокие затраты на переоборудование - высокая теплопроводность при T>110 °C
4. Углекислый газ-CO <sub>2</sub>	-78	0,0166	озонобезопасен более высокая прочность на сжатие ППУ - более высокая теплостойкость ППУ - не огнеопасен	повышение вязкости композиции, снижение текучести, несколько более низкая адгезионная прочность покрытия

### **Экологические свойства продукции и отходов**

ППУ относятся к сшитым полимерам, они не оказывают вредного воздействия на окружающую среду и человека. К недостаткам относится горючесть. Технологические отходы. Производство изделий из вязких жидких компонентов имеет еще один важный экологический аспект - производственные отходы. В перечень отходов входят : тара с остатками опасных жидких компонентов; прежде всего изоцианатов, ветошь, пропитанная изоцианатами и полиолами; бракованные изделия.

### **10.4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭКОЛОГИЗАЦИИ ПРОЦЕССА, ПРОДУКЦИИ, ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ**

✓ Замена ТДИ на менее опасные изоцианаты, обеспечение герметичности процесса, оборудование производственных помещений приточно-вытяжной вентиляцией, применение средств индивидуальной защиты органов дыхания.

✓ Разработка неизоцианатных способов получения полиуретанов.

✓ Разработка методов производства полиолов из растительного сырья, например, касторового масла.

✓ Избегать применения озоноразрушающих веществ в качестве вспенивающих агентов

✓ Необходимо увеличить предел огнестойкости ППУ

- ✓ Обработка остатков диизоцианатов в емкостях из-под сырья раствором аммиака для их обезвреживания с превращением в мочевины
- ✓ Восстановление бракованных изделий с раковинами и взрывами путем заливки в них небольших порций смешанных компонентов А и Б.
- ✓ Изделия не подлежащие доработке, направлять на измельчение, с последующим применением в качестве сорбента или компонента для матов.

### **Контрольные вопросы**

1. Опишите теоретические основы процесса производства полиуретанов
2. Производство пенополиуретанов относится к химическим или к физическим процессам?
3. Дайте характеристику метода реакционно-инжекционного формования
4. Опишите поэтапно технологический процесс производства изделий из ППУ
5. Какие параметры технологического процесса влияют на качество продукции
6. Опишите физические свойства ТДИ и дайте характеристику его опасных свойств.
7. Приведите вещества, используемые в качестве вспенивающих агентов.
8. Назовите экологически важные аспекты производства ППУ RIM-методом?
9. Какие активные и пассивные методы экологизации процесса вы можете рекомендовать? В чем будет состоять экологический эффект?
10. Какие мероприятия вы можете рекомендовать для снижения негативного влияния исходных компонентов и производственных отходов ППУ, продукции на окружающую среду и человека?

## Глава 11. САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫЕ ЗОНЫ И САНИТАРНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

### 11.1. ПОНЯТИЕ О САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОНАХ

В целях установления барьера между объектами хозяйственной и иной деятельности, являющимися источниками негативного воздействия на окружающую среду, и жилой застройкой, а также другими нормируемыми территориями создаются санитарно-защитные зоны (СЗЗ). Источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека (загрязнение атмосферного воздуха и неблагоприятное воздействие физических факторов) являются объекты, для которых уровни создаваемого загрязнения за пределами промплощадки превышают предельно допустимые концентрации и/или предельно допустимые уровни и/или вклад в загрязнение жилых зон превышает 0,1 ПДК.

В РФ установлены законодательные требования в области охраны окружающей среды при установлении защитных и охранных зон. (Закон РФ «Об охране окружающей среды» ст. 52). Определение размера СЗЗ техносферных объектов проводится в соответствии с порядком, определенным СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов». Документ утвержден Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации .

Таким образом, **санитарно-защитная зона** отделяет территорию промышленной площадки, на которой имеются источники негативного воздействия, от **нормируемой территории**. К **нормируемой территории** относятся :

- жилая застройка;
- ландшафтно-рекреационные зоны; зоны отдыха, курортные зоны;
- дачные и садово-огородные массивы.

**При установлении СЗЗ реализуется пассивный принцип защиты - защита расстоянием.** За пределами СЗЗ должно обеспечиваться снижение уровня техногенного воздействия до требуемых гигиенических нормативов по всем факторам воздействия, в том числе соблюдение нормативов качества атмосферного воздуха. В СЗЗ создаются озелененные площади, обеспечивающие экранирование, ассимиляцию и фильтрацию загрязнителей атмосферного воздуха, снижение шумового воздействия, электромагнитных и

ионизирующих излучений и повышение комфортности микроклимата (рис.11.1).

Ширина санитарно-защитной зоны устанавливается с учетом санитарной классификации, результатов расчетов ожидаемого загрязнения атмосферного воздуха и уровней физических воздействий, а для действующих предприятий - и натурных исследований.

Территория санитарно-защитной зоны предназначена для:

- обеспечения снижения уровня воздействия до требуемых гигиенических нормативов по всем факторам воздействия за ее пределами;
- создания санитарно-защитного барьера между территорией предприятия (группы предприятий) и нормируемой территорией;
- организации дополнительных озелененных площадей.



Рис.11.1 Обустройство территории СЗЗ крупного предприятия  
<http://specology.ru/szz> Сайт ООО «Санкт-Петербург Экология»

СЗЗ должна иметь последовательную проработку ее территориальной организации, озеленения и благоустройства на всех этапах разработки всех видов градостроительной документации, проектов строительства, реконструкции и эксплуатации отдельного предприятия и/или группы предприятий.

## 11.2. САНИТАРНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ И РАЗМЕРЫ СЗЗ

Для производственных объектов в зависимости от отраслевой принадлежности, мощности производства, состава выбросов в атмосферу и количества выделяемых загрязняющих веществ, создаваемого шума, вибрации и других вредных физических факторов, а также с учетом мер по уменьшению техногенного влияния на среду обитания и здоровье человека, в соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств и объектов устанавливаются следующие рекомендованные размеры санитарно-защитных зон:

- предприятия первого класса - 1000 м;
- предприятия второго класса - 500 м;
- предприятия третьего класса - 300 м;
- предприятия четвертого класса - 100 м;
- предприятия пятого класса - 50 м.

Достаточность ширины санитарно-защитной зоны по принятой классификации должна быть подтверждена выполненными расчетами рассеивания выбросов в атмосферу для всех загрязняющих веществ, расчетом распространения шума, вибрации и электромагнитных полей с учетом фонового загрязнения среды обитания по каждому из факторов за счет вклада действующих, намеченных к строительству или проектируемых предприятий, а также данными натурных наблюдений для действующих предприятий.

Для групп промышленных предприятий или промышленного узла устанавливается единая санитарно-защитная зона с учетом суммарных выбросов и физического воздействия всех источников, а также результатов годичного цикла натурных наблюдений для действующих предприятий. Для современных крупных промышленных комплексов (черная и цветная металлургия, предприятия нефтепереработки и нефтехимии, биосинтеза, лесопромышленный комплекс и др.) размеры санитарно-защитных зон устанавливаются как единое образование для всех предприятий комплекса, а размеры нормативных санитарно-защитных зон, указанные в санитарной классификации, рассматривают как ориентировочные.

Размеры санитарно-защитной зоны могут быть уменьшены при:

- объективном доказательстве стабильного достижения уровня техногенного воздействия на границе СЗЗ и за ее пределами в рамках и ниже нормативных требований по материалам систематических (не менее чем годовых) лабораторных наблюдений за состоянием загрязнения воздушной среды (для

вновь размещаемых предприятий возможен учет лабораторных данных объектов-аналогов);

- подтверждении измерениями снижения уровней шума и других физических факторов в пределах жилой застройки ниже ПДУ;

- уменьшении мощности, изменении технологии, перепрофилировании предприятия и изменением класса производственного объекта.

### **11.3. АЛГОРИТМ ОБОСНОВАНИЯ РАЗМЕРА СЗЗ**

Алгоритм обоснования размера **СЗЗ** включает 2 этапа, в рамках которых проводится оценка ожидаемых уровней воздействий химических и физических факторов на границе предполагаемой СЗЗ.

**1-й этап** – обоснование размера СЗЗ по химическому фактору, для чего

- определяются стационарные источники выбросов загрязняющих веществ на объекте, их координаты на карте-схеме, параметры, время работы оборудования;

- изучаются производственные процессы, определяется перечень загрязняющих веществ (ЗВ) от каждого источника, устанавливается максимальная мощность производства;

- последовательно выполняются 3 расчета: секундных выбросов ЗВ от источников; максимальных приземных концентраций ЗВ, расчет ожидаемых концентраций ЗВ в контрольных точках на границе СЗЗ и нормируемой территории и сравнение их с ПДК.

Последние 2 расчета выполняются в соответствии с математической моделью рассеивания ЗВ в атмосфере с учетом фонового загрязнения и климатохарактеристики для холодного и теплого времени года. Данные задачи решаются при помощи специального программного обеспечения, например, программы «УПРЗА-Эколог».

**2-этап** включает следующее обоснование размера СЗЗ по физическому фактору (чаще всего – по шумовому воздействию), для этого:

- идентифицируются источники шумового воздействия на объекте, их координаты на карте-схеме, режим работы;

- определяется максимальный и эквивалентный уровень звукового давления, создаваемого источниками;

- определяется наличие и параметры звукопоглощающих конструкций на пути распространения звуковой волны;

- проводится расчет ожидаемых уровней звука в контрольных точках в дневное и ночное время и сравнение их с ПДУ .

На основании выполненных расчетов ожидаемых уровней воздействий определяется расчетный размер СЗЗ. В последующем достаточность размера СЗЗ подтверждается натурными измерениями концентраций загрязняющих веществ и уровня физических воздействий в контрольных точках .

На рис. 11.2 представлена ситуационная карта-схема производственной площадки с обозначением границ ориентировочной и расчетной СЗЗ производственного предприятия. На карте обозначены все нормируемые территории и объекты, попадающие в ориентировочную СЗЗ.

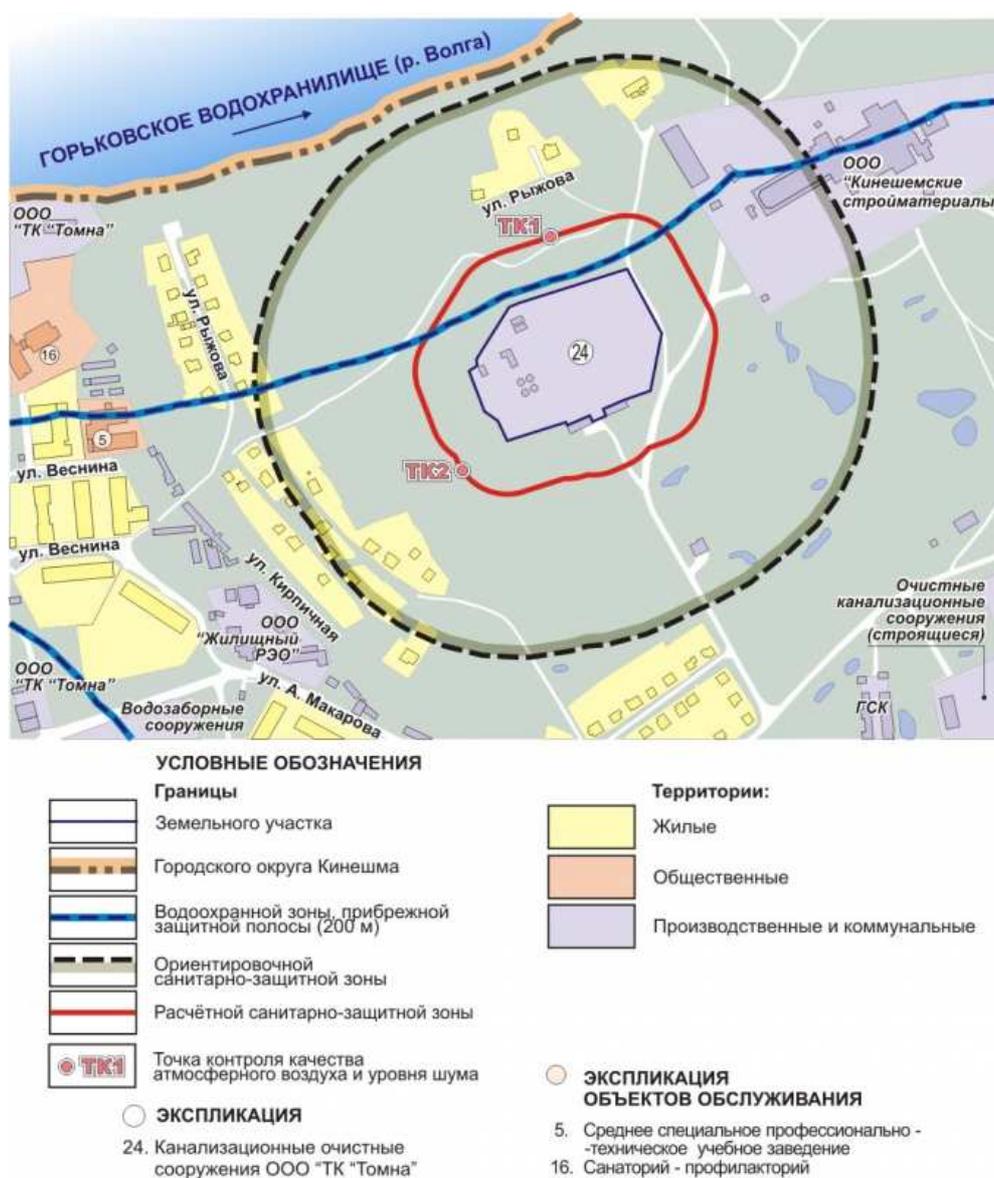


Рис.11.2 Ситуационная карта-схема с указанием границы предприятия, ориентировочной и расчетной СЗЗ <http://grad-mas.ru/project/131/>

В границах санитарно-защитной зоны допускается размещать:

- сельхозугодья для возделывания культур технического назначения, не используемых для производства продуктов питания;
- предприятия, с производствами меньшего класса вредности;
- пожарные депо, гаражи и открытые автостоянки, бани и прачечные, мотели, объекты торговли и общественного питания, автозаправочные станции;
- здания для дежурного персонала и аварийных служб предприятий, для пребывания работающих по вахтовому методу, местные и транзитные коммуникации, ЛЭП, трансформаторные подстанции, нефте- и газопроводы, артезианские скважины для технического водоснабжения, сооружения для подготовки технической воды и оборотного водоснабжения, канализационные насосные станции.

В зависимости от характеристики выбросов для предприятий с ведущим химическим фактором, размер СЗЗ устанавливается от границы промплощадки (при наличии технологического оборудования на открытых площадках, наземных и низких источников, холодных выбросов средней высоты) и от источника выбросов загрязняющих веществ при наличии только высоких источников выбросов.

При территориальном планировании жилых и промышленных районов необходимо учитывать наличие предприятий с источниками негативных химических и физических воздействий, фоновую концентрацию загрязняющих веществ, сложившуюся в данном районе населенного пункта. При установлении размеров СЗЗ учитываются также физические воздействия.

В соответствии с современной концепцией экологически безопасного развития для проектируемых производственных объектов должно соблюдаться условие неперевышения ПДК и/или ПДУ за пределами производственной площадки, т.е. в идеальном случае **граница СЗЗ должна совпадать с границей промышленной площадки**. Очевидно, что это достижимо лишь при выборе проектных решений, основанных на чистых производственных процессах с использованием и современного оборудования.

Минимальные размеры ориентировочных нормативных СЗЗ ряда предприятий и класс производств по санитарной классификации приведены в таблице 11.1

**Размеры ориентировочных санитарно-защитных зон предприятий**

Класс производства и размер СЗЗ	Наименование производства
I, 1000м	Производство связанного азота (аммиака, азотной кислоты, азотно-туковых и других удобрений).
	Производство по переработке нефти, попутного нефтяного и природного газа
	Предприятие по добыче нефти при выбросе сероводорода от 0.5 до 1 т/сутки, а также с высоким содержанием летучих углеводородов
	Предприятия по добыче природного газа
	Производство цемента
	Производство хрома, хромового ангидрида и солей на их основе.
	Производство ртути и приборов с ртутью (ртутных выпрямителей, термометров, ламп и т.п.)
	Птицефабрики с содержанием более 400 тыс. кур-несушек и более 3 млн. бройлеров в год.
	Производство фенолформальдегидных, полиэфирных, эпоксидных и других искусственных смол.
	Производство боеприпасов, взрывчатых веществ, склады и полигоны
	Производство фтора, фтористого водорода, полупродуктов и продуктов на их основе (органических, неорганических).
	Производство фосфора (желтого, красного) и фосфорорганических соединений (тиофоса, карбофоса, меркаптофоса и др.).
	Производство целлюлозы и полуцеллюлозы по кислому сульфитному и бисульфитному или моносульфитному способам, а также производство целлюлозы по сульфатному способу (сульфат-целлюлозы).
	Комбинат черной металлургии с полным металлургическим циклом более 1 млн. т/год чугуна и стали.
Производство по вторичной переработке цветных металлов (меди, свинца, цинка и др.) в количестве более 3000 т/год.	
Производство стали мартеновским и конверторным способами с цехами по переработке отходов	

	Производство сажи
	Мясокомбинаты и мясохладобойни
	Мусоросжигательные и мусороперерабатывающие заводы мощностью свыше 40 тыс. т/год
	Птицефабрики с содержанием более 400 тыс. кур-несушек и более 3 млн. бройлеров в год.
II 500 м	Комбинат чёрной металлургии с полным металлургическим циклом мощностью до 1 млн. т/год чугуна и стали
	Производство синтетических моющих средств
	Карьеры нерудных стройматериалов
	Предприятия автомобильной промышленности*
	Производство антибиотиков
	Предприятия свеклосахарные
	Полигоны и участки компостирования твёрдых бытовых отходов
III 300м	Предприятия по обслуживанию грузовых автомобилей*
	Деревообрабатывающее производство*
	Предприятие по добыче торфа, каменного, бурого и других углей
	Производство металлических электродов (с использованием марганца)
	Производство кирпича (красного, силикатного), керамических и огнеупорных изделий.
	Рыбные промыслы
	Производство пива, кваса и безалкогольных напитков*
IV 100 м	Производство по переработке пластмасс (литьё, экструзия, прессование, вакуум-формование)
	Предприятия по вторичной переработке цветных металлов (меди, свинца, цинка и др.) в количестве до 1000 т/год
	Ликероводочные заводы*
	Предприятие по добыче мрамора, песка, глины открытой разработкой
	Бетонно-растворный узел
	Производство обуви*
	Автозаправочные станции для заправки грузового и легкового автотранспорта жидким и газовым топливом*
V 50м	Производство бумаги из макулатуры
	Предприятие металлоштамп*
	Производство обоев*
	Мойка автомобилей до двух постов
	Производство изделий из выделанной кожи
	Колбасные фабрики
	Склады с перегрузкой пищевых продуктов, овощей, фруктов, напитков и др.

\*-Производства и объекты, ведущим фактором которых является шумовое воздействие на население

Для линейных объектов, например, нефте- и газопроводов, высоковольтных линий электропередач устанавливаются санитарные разрывы, которые являются аналогами СЗЗ и определяются исходя из уровня физических воздействий и существующих рисков.

Устанавливаются также СЗЗ для объектов городской инфраструктуры - кладбищ, полигонов захоронения отходов, мест перевалки грузов, автомоек, автостоянок, АЗС.

### **Задание**

Изучить санитарную классификацию предприятий по и составить перечень факторов, играющих решающую роль в отнесении объектов к 1-му и 2-му классу.

### **Контрольные вопросы**

1. К активным или пассивным средствам защиты населения от вредных воздействий относится организация СЗЗ?
2. Какие объекты являются источниками воздействия на среду обитания и население?
3. Сформулируйте определение СЗЗ.
4. Какое условие должно выполняться на границе СЗЗ действующего предприятия?
5. Опишите процедуру установления СЗЗ ориентировочной, расчетной и фактической.
6. При каких условиях можно сократить размер СЗЗ и узаконить это?
7. Какие объекты разрешено и запрещено располагать в границах СЗЗ?
8. Приведите примеры предприятий 1, 2 и 3 класса по санитарной классификации.
9. Приведите примеры предприятий 4 и 5 класса.
10. Может ли ведущим фактором воздействия на население при установлении СЗЗ быть какой-либо физический фактор? Приведите примеры.
11. Какую задачу по местоположению границы СЗЗ необходимо ставить при проектировании предприятий ?

## **Глава 12. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЧЕЛОВЕКА ОТ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ**

### **12.1. СПЕЦИФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЭРОЗОЛЕЙ**

Аэрозоли – аэродисперсные системы, состоящие из мелких твердых частиц или капель жидкости, находящихся в воздухе во взвешенном состоянии. К аэрозолям относятся пыль, дым, туман. Размер самых крупных частиц аэрозолей - 20 мкм, самых мелких - менее 0,1 мкм. Именно мелкие частицы составляют до 40% выбросов аэрозольных выбросов автомобильного транспорта, особенно дизельного. По своему составу аэрозоли весьма разнообразны. И если водяной пар не наносит непосредственного вреда живым организмам, то большинство других взвешенных веществ, содержащихся в воздушной среде, попадая в органы дыхания, создают высокие риски для здоровья человека. Риски возрастают вместе с ростом степени дисперсности взвешенных частиц, поскольку мелкие частицы проникают глубже в органы дыхания и дольше находятся в воздухе.

Источники поступления взвешенных веществ в окружающую среду могут быть естественного, антропогенного и техногенного происхождения. К природным источникам выделения пыли в воздух относится вулканическая деятельность, пыльные бури. Низкий уровень благоустройства городских территорий, а также промышленных площадок, наличие неухоженных пустырей вместо газонов, отсутствие травяного покрова также неизбежно ведет к эрозии почвы и поступлению частиц почвы и грунтов в воздушную среду.

Проблема выбросов в воздушную среду различных аэрозолей техногенного происхождения характерна практически для всех отраслей народного хозяйства – от горной до пищевой. На техносферных объектах различных отраслей экономики выбросы взвешенных частиц связаны со следующими технологическими операциями:

- приготовление, транспортировка, пересыпка пылящих компонентов (муки, зерна, минеральных веществ);
- приготовление смесей из порошкообразных веществ;
- пересыпка и перевалка грунта, песка, щебня, цемента и других пылящих материалов на строительных площадках;
- дробление, измельчение, грохочение, просеивание (при обогащении руд полезных ископаемых, в мукомольных производствах);

- неполное сгорание топлива при сжигании нефти, мазута, угля;
- механическая обработка материалов и их поверхностей (резка, шлифовка, пескоструйная и дробеструйная обработка поверхностей, заточка инструмента);
- нанесение лакокрасочных покрытий распылением (пульверизатором);
- операции, связанные с расплавлением металла (литье металлов и их сплавов, сварка, газорезка, пайка и др.);
- операции с нефтяными маслами, кремнийорганическими жидкостями;
- уборка территорий без предварительного увлажнения.

При выполнении операций с расплавлением металлов выделяются аэрозоли металлов и сопутствующие газообразные вещества. Например, в зоне дыхания сварщика образуется сварочный аэрозоль, содержащий как газообразные загрязнители, так и тяжелые металлы, как правило, железо и марганец.

В промышленности и в транспортной инфраструктуре распространены также операции по смазке деталей машин и форм нефтяными маслами и кремнийорганическими смазками. Увеличение содержания аэрозолей масел в воздухе рабочей зоны происходит при использовании распыления смазки и нанесения ее на горячие поверхности.

Большинство видов пыли обладает **фиброгенным действием**, в таких случаях пыль классифицируют как АПФД – аэрозоль преимущественно фиброгенного действия. Пыль может также вызывать аллергические реакции, провоцировать онкологические заболевания (канцерогеноопасные виды пыли), обладать общетоксическим действием.

Выделяют целую группу заболеваний легких, вызванных вдыханием различных видов пыли и характеризующихся развитием в них фиброзного процесса. Профессиональное заболевание - пневмокониоз — (др.-греч. *pneumon* — лёгкие и *konía* — пыль), встречается у рабочих горнорудной, угольной, машиностроительной и некоторых других отраслей промышленности. В зависимости от состава вдыхаемой пыли различают несколько видов пневмокониоза: силикоз, вызванный вдыханием пыли, содержащей большое количество свободной двуокиси кремния; силикатозы (от пыли силикатов, то есть веществ, содержащих двуокись кремния, связанную с другими элементами, например алюминием, магнием); асбестоз — от асбестовой пыли, талькоз — от тальковой пыли; антракоз (др.-греч. *anthrax* — уголь) — от каменно-угольной пыли; сидероз (др.-греч. *sideros* — железо) — от пыли железа; силикоантракоз — от смешанной пыли двуокиси кремния и каменного

угля. Не менее опасны аэрозоли тяжелых металлов, например свинца, олова, хрома, никеля. Известен целый ряд специфических профессиональных заболеваний, вызванных вдыханием аэрозолей металлов. Таким образом, все виды пыли представляют опасность для человека .

Предельно допустимые концентрации (ПДК) пыли в воздухе зависят от химического и минералогического состава пыли, наличия диоксида кремния и других фиброгенных компонентов. Нормируется содержание взвешенных веществ как в атмосферном воздухе населенных мест (ПДК атм.в. максимальная разовая –ПДК м.р. и ПДК атм.в. среднесуточная –ПДК ср.сут), так и в воздухе рабочей зоны( ПДК в.р.з. максимальная разовая –ПДК м.р. и ПДК врз среднесменная –ПДК с.с.м.). Численные показатели нормативов ПДК для некоторых аэрозолей в воздухе рабочей зоны и их биологическое действие пыли приведены ГН 2.2.5.1313-03 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны" , а для некоторых аэрозолей в табл. 12.1. В таблице приняты следующие сокращения : А- аллергенное действие , К- канцерогенное действие , Ф- фиброгенное действие.

Таблица 12.1

**ПДК пыли в воздушной среде**

№ п/п	Наименование вещества	Величина * ПДК в.р.з., мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Особенност и действия на организм
1	Пыль доменного шлака	-/6	4	Ф
2	Пыль песчаная (более 70% диоксида кремния), тальк	0,5/0,1	3	Ф,К
3	Пыль цемента, глины огнеупорной	-/8	3	Ф,К
4	Искусственные минеральные волокна (стекловолокно)	6/2	3	А,Ф
5	Пыль, содержащая асбест хризотилловый	2/0,5	3	К,Ф
6	Сажи черные промышленные с содержанием бенз(а)пирена не более 35 мг/кг (технический углерод)	-/4	3	К,Ф

7	Поливинилхлорид (полимер хлорэтена), порошок	10/-	4	-
8	Марганец в сварочных аэрозолях (до 20% Mn)	0,6/0,2	2	-
9	Аммофос (смесь моно и диаммоний фосфатов)	-/6	4	Ф
10	Пыль растительного и животного происхождения:			
	- зерновая	-/2	3	А,Ф
	- хлопчатобумажная, хлопковая, льняная, шерстяная, пуховая и др.(с примесью диоксида кремния более 10%)	-/6	4	А,Ф
	- мучная, древесная и др. (с примесью диоксида кремния менее 2%)	-/6	4	А,Ф

\*-в числителе приведена максимальная разовая ПДК, в знаменателе – среднесменная.

Следует обратить внимание на факт присутствия суперэкоотоксиканта 1 класса опасности бенз(а)пирена в выбросах технического углерода (сажи), в том числе при неполном сгорании топлива. Бензпирен является канцерогеноопасным веществом с самой строгой ПДК в атмосферном воздухе населенных мест -10-6мг/м<sup>3</sup>, что говорит о его опасности на молекулярном уровне.

## **12.2. ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОТ ВЫБРОСОВ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУШНУЮ СРЕДУ**

Для борьбы с запылённостью воздуха на производствах большое внимание следует уделять идентификации источников вредных аэрозолей. Они могут быть организованными и неорганизованными. К неорганизованным источникам пыли относятся места пересыпки, дробления, смешения сыпучих материалов при отсутствии мер по обеспечению герметичности процесса. Часто неблагоустроенная, запыленная производственная площадка является дополнительным неорганизованным источником пыли. Благоустройство территории, ликвидация пустырей, оформление газонов даст хороший экологический эффект.

Методы технологического регулирования рассматривается как активные методы, направленные на предотвращение выброса пыли, на пылеподавление. Например, для снижения запыленности воздуха в настоящее время «сухие» процессы заменяют «влажными», например, в машиностроении заменяют пескоструйную обработку поверхностей гидropескоструйной обработкой. Переход с мазута на природный газ в котельных дает хороший экологический эффект за счет более полного сгорания топлива и исключения выбросов взвешенных частиц –сажи, бенз(а)пирена в воздух.

Важно подчеркнуть, что независимо от природы пылящего процесса на всех предприятиях необходимо свести к минимуму неорганизованные выбросы. При отсутствии технической возможности предотвращения пылеобразования прибегают к организации источников, аспирации пыли с помощью систем вытяжной вентиляции с дальнейшей очисткой запыленного потока, для чего применяют различные типы пылеулавливающие и пылеочистные установки.

Системы пылеулавливания различаются по уровню очистки и степени фильтрации:

установки грубой очистки (от частиц размером более 10 мкм)

установки тонкой очистки (от частиц размером до 10 мкм).

Различают также сухие установки и с применением воды - «мокрые».

Проектирование технических схемы пылегазоочистки базируется на обоснованном количестве ступеней (стадий) процесса очистки, технологических расчетах оборудования каждой ступени (стадии) с учетом пропускной способности аппарата и эффективности. Уловленные твердые материалы, имеющие ценность, необходимо собирать в коллекторах контейнерного типа.

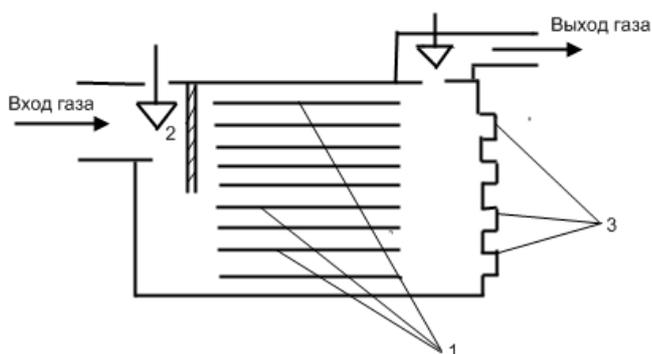


Рис. 12.1. Пылеосадительная камера с горизонтальными полками:  
1 – полки; 2 – колокольные затворы;  
3 – люки для удаления пыли.

Аппараты, использующие осаждение твердых частиц из медленно движущегося воздушного потока под действием силы тяжести относятся к наиболее простым, отличаются низкой эффективностью и применяются, как правило, на первой стадии очистки. На пути запыленного потока в камере устраивают различные перегородки, жалюзи. Схема работы пылеосадительной камеры представлена на рис. 12.1.

## Циклоны

Аппарат, улавливающий взвешенные частицы под действием центробежных сил, возникающих во вращающемся потоке запыленных газов называется циклоном. Конструктивной особенностью циклона является поступление в него газа по касательной к цилиндру; вращение газов происходит сверху вниз (в цилиндрической части), а в конической части циклона образуется внешний вращающийся вихрь.

Высокая степень очистки циклонами обеспечивается, если циклоны объединяются в группы. Циклоны небольшого диаметра объединяются не в группы, а располагаются в общей оболочке, формирующей батарею циклонов. Если в обычном циклоне вращающийся поток создается за счет входа газа по касательной к цилиндрическому корпусу циклона, то в батарейном циклоне циклонные элементы имеют направляющую потока в виде винта или розетки (Рисунок 12.2 а, б). Это значительно уменьшает габариты установки без снижения ее производительности и эффективности. Оболочка батарейного циклона может формировать круглую (Рисунок 12.2 в) или прямоугольную секцию.

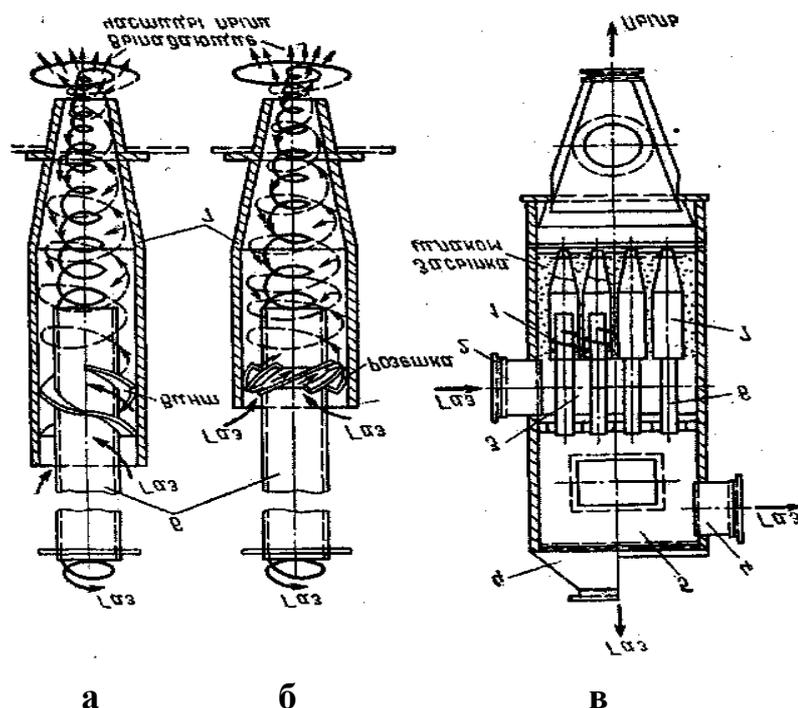


Рис. 12.2. Батарейный циклон:

а – элемент с завихрителем «винт»; б – элемент с завихрителем «розетка»; в – общий вид компоновки циклонных элементов; 1 – завихривающее устройство; 2 – входной патрубок; 3 – распределительная камера; 4 – выходной патрубок; 5 – выходная камера; 6 – выхлопные трубы; 7 – циклонные элементы

## Скрубберы

Для очистки от пыли горячих и взрывоопасных газов, а также для удаления из газового потока любой температуры пылевых частиц крупностью более 0,3 мкм широко применяется мокрое пылеулавливание.

При мокром пылеулавливании в аппарате создается облако из мелкодисперсных водяных капель, либо жидкостные пленки. Пылевые частицы осаждаются на поверхности капель или пленки жидкой фазы: крупные пылевые фракции - под действием сил инерции, мелкие - в результате броуновского движения. Последнее характерно для пылевых частиц размером до 1 мкм, обладающих малой гравитационной массой, вследствие чего пылевые частицы не прилипают к поверхности капель жидкости, а огибают их.

При мокром пылеулавливании одновременно происходит и охлаждение высокотемпературных газовых потоков. Весьма существенным достоинством скруббера является не только эффективная очистка от взвешенных частиц, но и улавливание газообразных примесей, в том числе кислых газов ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HCl}$  и др.).

Обычно скруббер представляет собой цилиндрическую или прямоугольной формы емкость. В безнасадочном скруббере предусмотрена система форсунок, через которые под давлением до 200 кПа подается вода. Скруббер с насадкой оснащен решеткой из тарелок или керамических колец для обеспечения большой поверхности контакта газового потока с жидкой фазой (рис.12.3).

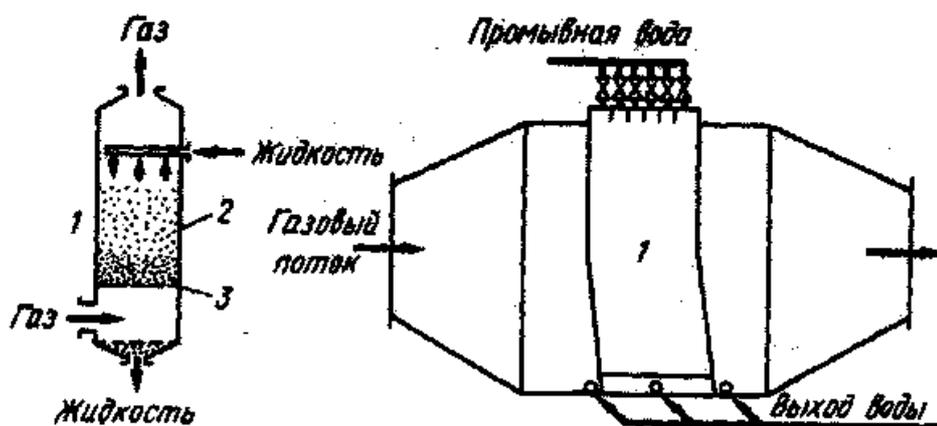


Рис. 12.3. Аппараты для абсорбции газов:

- а – противоточная насадочная колонна (1 – насадочная колонна; 2 – насадка; 3 – конструктивный элемент для распределения газа и удерживания насадки); б – насадочный абсорбер с поперечным потоком (1 – слой насадки)

## Барьерные волокнистые фильтры

Высокой эффективностью обеспыливания обладают рукавные и карманные фильтры. Фильтрующим элементом в данных случаях являются специальные ткани или нетканые полотна, обладающие химической стойкостью, механической прочностью, высокой пылеемкостью и воздухопроницаемостью, легким пылеотделением при регенерации, низким влагопоглощением. Аппарат, фильтрующий воздушные потоки с помощью рукавных фильтров, может содержать более 200 рукавов, степень очистки в рукавных фильтрах при этом достигает 99 % (рис.10.6). Аэродинамическое сопротивление фильтрующих материалов разных типов составляет от 80 до 3000 Па.

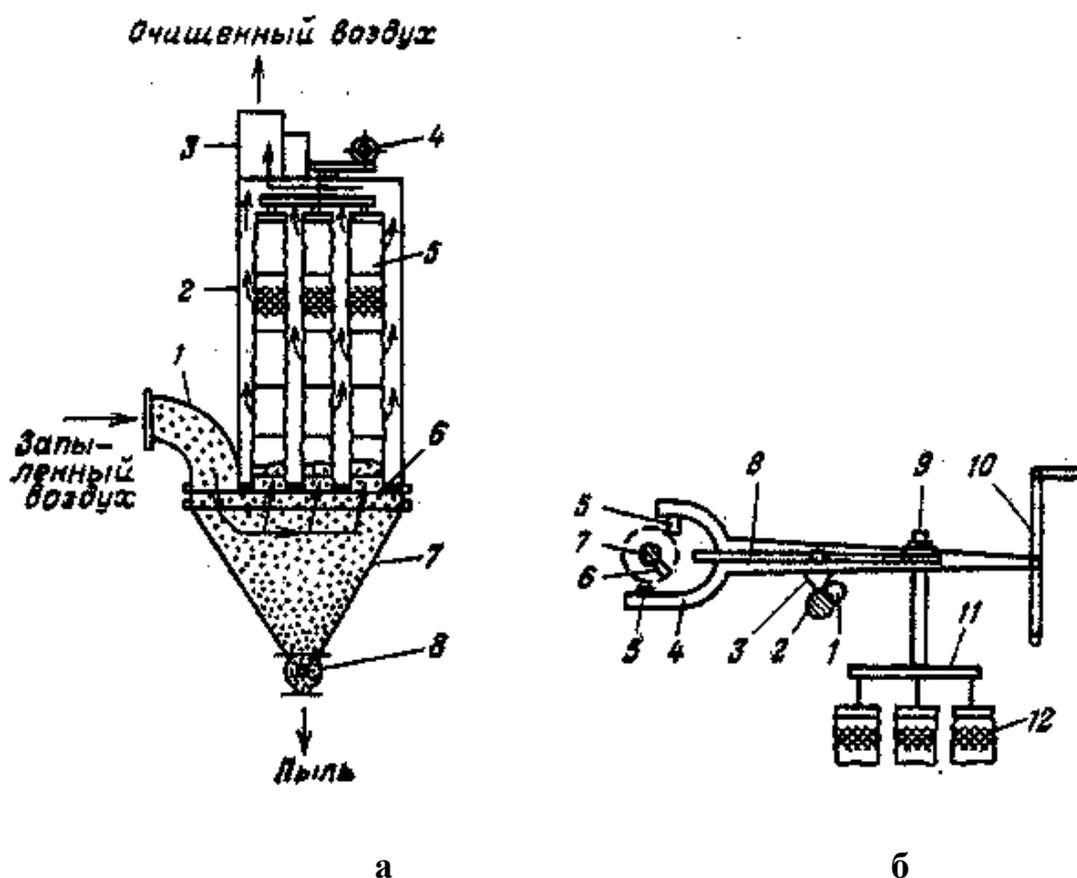


Рис.12.4. Рукавный фильтр ФВ-90:

*a* – общий вид: 1 – входной патрубок; 2 – корпус; 3 – выходной патрубок; 4 – встряхивающий механизм; 5 – рукав; 6 – перемычка; 7 – бункер; 8 - затвор; *б* – схема встряхивающего механизма; 1 – кулачок; 2 – вал привода; 3 – выступ; 4 – вилка; 5 – выступ вилки; 6 – палец; 7 – вал встряхивателя; 8 – пластина; 9 – стержень; 10 – система рычагов; 11 – рама; 12 - рукава

Для очистки воздушного потока от аэрозолей масел, лаков, красок применяют кассетные фильтры с несколькими слоями фильтрующего материала. Как правило – это нетканное волокнистое полотно типа синтепона. По мере загрязнения отработанный фильтрующий материал заменяется на новый.

Нефтеперерабатывающие, коксохимические, асфальтобетонные заводы, угольные ТЭЦ выбрасывают значительное количество канцерогеноопасного 3,4-бенз(а)пирена. Обычно он концентрируется на частицах сажи. Академиком И. В. Петряновым (1907-1996) созданы эффективные фильтры из специальной ткани, например, фильтры ФПП-15 предназначены для улавливания 3-4-бензпирена. Эффективность очистки достигает 99.99%.

Фильтрующие материалы ФП представляют собой равномерные слои электростатически заряженных ультратонких полимерных волокон - от десятых долей мкм до нескольких мкм, нанесенных на подложку из марли или нетканого материала. Из перхлорвинила и фторполимеров получают фильтрующие материалы стойкие к сильным кислотам и щелочам, из полиакрилонитрила стойкие ко многим органическим растворителям, из полиарилата и полиарилида стойкие до температур 400°C, из политрифторстирола и полисульфона стойкие к паростерилизации. Они нашли широкое применение почти во всех отраслях народного хозяйства— в атомной энергетике, в космической деятельности, на вредных производствах.

### **Электрофильтры**

Электрофильтры используются, в основном, для очистки воздушного потока от тонкой пыли, при этом они обеспечивают степень улавливания пыли до 99,5 %. В электрофильтре создается электрическое поле, напряжение подается на коронирующие электроды и на осадительные электроды. Общий вид электрофильтров разных типов представлен на рисунке 12.5. Унифицированный горизонтальный электрофильтр УГ (а) состоит из бункера 1, встряхивателя электродов 2, полосы встряхивания 3, газораспределительной решетки 4, изоляторных коробок 5, осадительного 6 и коронирующего 8 электродов, привода механизма встряхивания коронирующих электродов 7. Перечисленные узлы смонтированы в корпусе.

Электрофильтр дымовой вертикальный пластинчатый ДВП (б) состоит из корпуса 2, входного 1 и выходного 8 патрубков, осадительного 3 и коронирующего 4 электродов, подвески 5, изоляторной коробки с опорнопроходным изолятором 6, направляющих лопастей 9 и пылевого бункера 10.

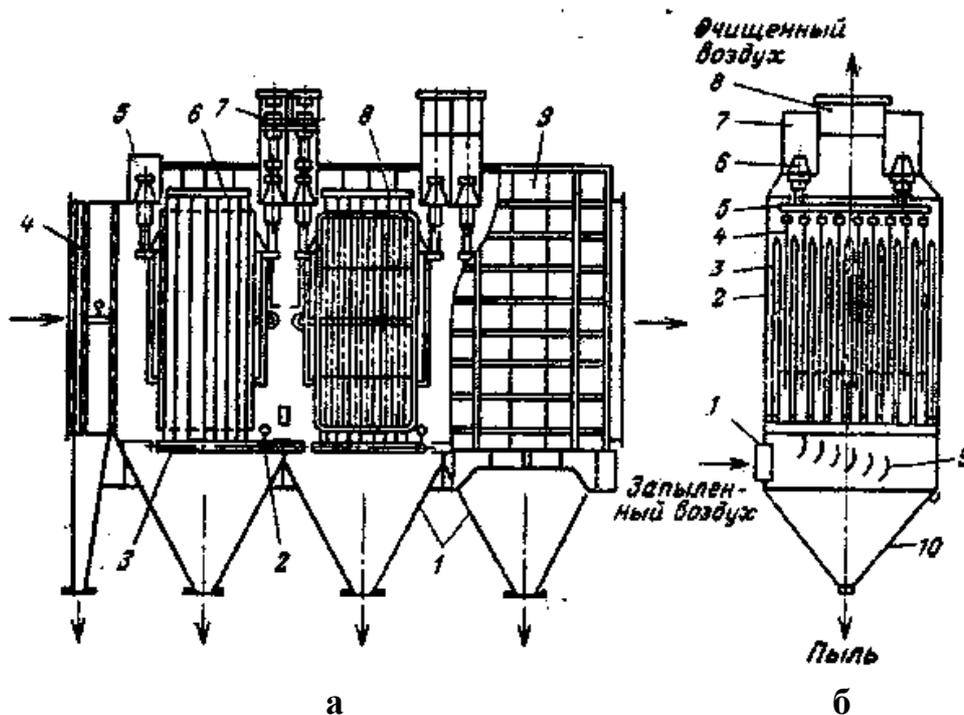


Рис. 12.5. Конструкции электрофильтров: а – УГ; б – ДВП

Различают однозонные и двухзонные электрофильтры. В однозонном ионизация газа и осаждение пыли происходит одновременно; в двухзонном каждый из этих процессов осуществляется отдельно

### Снижение пылеобразования при обработке поверхностей.

На предприятиях различных отраслей промышленности часто возникают задачи обработки поверхности для снятия слоя продуктов коррозии, подготовки под антикоррозионное либо декоративное покрытие. На стадии выбора технологии обработки поверхности имеется возможность управлять эмиссией пыли.

Пескоструйная обработка - холодная абразивная обработка поверхности камня, стекла, металлических изделий песком или иным абразивным порошком, распыляемым потоком воздуха. Процесс сопровождается большим выделением пыли.

При гидроабразивной обработке используется струя воды, что позволяет снизить выбросы пыли. Вода под давлением подается в специальную инжекторную насадку, смонтированную перед пескоструйным соплом, и смешивается с сухим абразивным материалом

В качестве альтернативы для обработки поверхности приобретает популярность мокрый метод ультразвуковой очистки (рис.12.6), основанный

на процессе кавитации – возникновении в жидкости массы пузырьков, схлопывание которых порождает мощные импульсы сжатия – микроударные волны, разрушающие поверхностный слой материала.

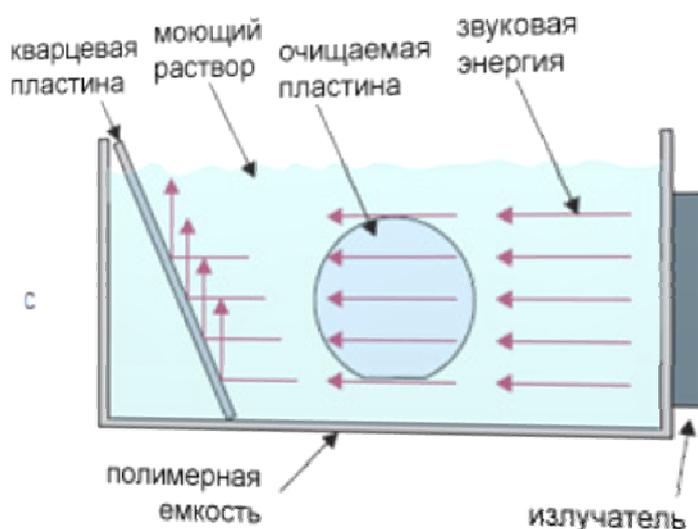


Рис. 12.6. Ванна ультразвуковой очистки

Таким образом, организационно-технические мероприятия по уменьшению пылеобразования сводятся к следующему:

- ✓ максимально возможная герметизация пылящего технологического и транспортного оборудования и устройство специальных укрытий у всех мест пылеобразования;
- ✓ максимальная герметизация процессов транспортировки, пересыпки, дробления, смешения сыпучих материалов и веществ;
- ✓ замена твердого и жидкого топлива на газ;
- ✓ увлажнение измельченных материалов до поступления в производство и на каждой стадии переработки в пределах, допускаемых технологическим процессом;
- ✓ эффективная очистка воздуха аспирационными системами перед выбросом в атмосферу; блокировка аспирационных систем с технологическим оборудованием и автоматизация устройств по увлажнению материала и гидрообеспыливанию;
- ✓ регулярная беспыльная уборка помещений, оборудования, территории;
- ✓ обустройство твердого покрытия и газонов на территории.

### Задание

1. Предложить методы технологического регулирования выбросов взвешенных веществ в производстве с учетом ресурсосбережения, варианты приведены в табл.10.2.

2. В вашем производстве с помощью электроасpirатора отобрана проба воздуха на содержание пыли. Время отбора  $\tau$ , объемная скорость аспирации  $V$ , масса пыли на фильтре  $\Delta m$  указана в таблице. Предложить формулу для расчета и выполнить расчет концентрации пыли. Сравнить с ПДК соответствующей пыли и сформулировать вывод о качестве воздушной среды.

*Таблица 12.2*

**Исходные данные для расчетов**

№ варианта	Производственный процесс	$\tau$ , мин	$V$ , л/мин	$\Delta m$ , мг
1	Приготовление сухих строительных смесей на основе цемента	1	15	0,09
2	Производство керамзита из глины	1	15	0,12
3	Сжигание мазута в котельной	2	10	0,14
4	Засыпка муки в бункер макаронной линии (периодически)	2	10	0,4
5	Высокоскоростное смешение порошкообразных компонентов ПВХ-композиции	2	15	0,3
6	Сварка металлических конструкций электродами МР-3	2	15	0,06
7	Производство минеральных удобрений (расфасовка порошка аммофоса )	1	20	0,05
8	Резка заготовок древесины на пильном станке	1	20	0,1
9	Добыча песка в открытом карьере	2	10	0,08
10	Производство минераловатных плит	2	10	0,18

## Контрольные вопросы

1. Опишите свойства аэрозолей.
2. Какие профессиональные заболевания могут спровоцировать различные виды пыли?
3. Какие виды гигиенических нормативов установлены для взвешенных веществ в воздухе? Какие из них самые строгие?
4. Что общего в работе пылесадительной камеры и циклона?
5. Опишите принцип работы скруббера.
6. Опишите схему работы электрофилтра.
7. Приведите примеры барьерных методов очистки запыленного воздуха.
8. Приведите примеры мокрых методов и аппаратов обеспыливания.
9. Предложите способы освобождения от тонкой пыли.
10. Какие методы обработки поверхностей являются наиболее экологичными?

## Глава 13. ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЫБРОСОВ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В АТМОСФЕРУ

### 13.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЯХ

К летучим органическим соединениям (ЛОС) относятся любые органические соединения, имеющие начальную температуру кипения менее или равную 250 °С, измеренную при нормальном давлении 101,3 кПа. Данное определение приведено в ГОСТ Р 52491- 2005.

Температуру кипения некоторых ЛОС трудно или невозможно определить из-за того, что они разлагаются до начала кипения при атмосферном давлении. Давление насыщенного пара также является критерием летучести органических соединений, который может быть использован для классификации органических веществ. Обычно ЛОС при температуре 25 °С имеют давление насыщенного пара более 102 кПа.

К ЛОС относят органические соединения, следующих классов:

- углеводороды (предельные, непредельные, ароматические и их производные);
- спирты, альдегиды, кетоны, простые и сложные эфиры;
- галогензамещенные углеводороды;
- азотсодержащие растворители, (амины, нитрилы, нитросоединения, амиды и гетероциклические соединения).

ЛОС широко применяются в качестве растворителей лаков, эмалей, смол, клеев, каучуков, термопластичных синтетических полимеров. Растворители применяются также для экстракции и растворения жиров, воска, битума, масла, олифы, нитро- и ацетилцеллюлозы; для обезжиривания металлических поверхностей, промывки различного вида деталей и аппаратуры.

Наибольшее применение органические растворители находят в лакокрасочной, химической, радиоэлектронной, металлообрабатывающей, машиностроительной, автомобильной, вагоностроительной, мебельной промышленности, в приборостроении, в строительстве, при производстве полимеров, резины, при изготовлении обуви, в типографиях, при производстве киноплёнки, для чистки одежды в комбинатах бытового обслуживания и т. п. Поступление, распределение и выделение растворителей из организма определяются прежде всего их физико-химическими свойствами, в зависимости от которых органические растворители можно разделить на три группы.

Большое количество разнообразных ЛОС содержит нефть. Легкие нефтепродукты – бензин, керосин – представляют собой смесь десятков летучих углеводородов. Содержание бензола в парах бензина создает риск канцерогенной опасности.

- К растворителям типа спирта относятся одноатомные спирты (этиловый, метиловый, пропиловый, изопропиловый и др.), этиленгликоль, ацетон, нитропарафины (нитрометан, нитроэтан и др.), амиды кислот (диметилформамид) и др. Эти соединения характеризуются высокой растворимостью в воде (смешиваются во всех соотношениях), малыми значениями коэффициента распределения масло/вода (менее 1).
- Растворители типа эфира представлены этиловым эфиром, алкилацетатами (метилацетат, этилацетат, бутилацетат), кетонами (циклический кетон – циклогексанон), альдегидами (фурфурол). Для веществ этой группы характерна хорошая растворимость в воде (но не во всех соотношениях), более высокие значения коэффициента распределения масло/вода (более 1), менее высокий коэффициент растворимости в воде (порядка десятков, реже единиц или сотен).
- К следующей группе органических растворителей относятся ароматические углеводороды (бензол и его производные, сольвент-нафта), хлорзамещенные углеводороды (хлористый метил, хлористый метилен, хлороформ, четыреххлористый углерод, дихлорэтан, трихлорэтилен, тетрахлорэтилен и др.), бензины-растворители и экстрагенты (уайтспирит, бензин БР-1, БР-2, Б-70), гидроароматические углеводороды (тетралин, декалин).

К легколетучим растворителям относятся этиловый эфир, эфиры уксусной кислоты, ацетон, бензин, бензол, толуол, дихлорэтан, хлороформ, четыреххлористый углерод, трихлорэтан, метиловый спирт.; к среднетлетучим – бутиловый спирт, ксилол, хлорбензол, сольвент-нафта и др.; малолетучими являются тетралин, декалин, нитропарафины, этиленгликоль.

### **13.2.ОПАСНЫЕ СВОЙСТВА ЛОС**

К чрезвычайно опасным ЛОС (1 кл.) относят хлорбутан и винилхлорид (хлорэтилен, хлорэтен). К ЛОС 2-го класса опасности принадлежат бензол и его производные: крезол (гидрокси метилбензол), стирол (винилбензол), хлорбензол, а также хлорпарафины: трихлорметан (хлороформ), тетрахлорметан, тетрахлорэтилен. Высокую опасность представляет также

эпихлоргидрин (хлорметилоксиран) – вещество, применяемое при производстве эпоксидных смол. Большинство растворителей относятся к 3 и 4 классам опасности.

В атмосферном воздухе большинства городов с крупными нефтеперерабатывающими и нефтехимическими производствами (Кемерово, Омск, Салават, Самара, Тольятти, Сызрань, Усолье-Сибирское и др.) концентрация бензола находится в пределах 20 — 60 мкг/м<sup>3</sup>. Более высокие концентрации регистрируются в воздушном бассейне городов с интенсивным движением автотранспорта — Москве и Санкт-Петербурге. Высок уровень загрязнения атмосферного воздуха бензолом и в других городах с нефтехимическими производствами, однако там систематический контроль за содержанием этого продукта отсутствует. В России около 2 млн. человек подвергается воздействию повышенных концентраций бензола.

В производственных условиях пары органических растворителей проникают в организм главным образом через дыхательные пути, поэтому большое практическое значение имеет степень летучести растворителя. Как известно, высокая летучесть используемого вещества создает опасность быстрого загрязнения им воздуха рабочей зоны. Кроме того, летучесть увеличивается с возрастанием температуры окружающей среды, что создает повышенную концентрацию ЛОС в воздушной среде из-за интенсивного испарения.

У лиц, постоянно контактирующих с органическими растворителями в воздухе рабочей зоны может развиваться профессиональная бронхиальная астма. Острые интоксикации органическими растворителями обычно возникают при аварийных условиях на производстве, когда концентрации паров растворителей в воздухе рабочей зоны значительно превышают установленные ПДК. Другим путем проникновения органических жидкостей в организм, имеющим меньшее практическое значение, может оказаться неповрежденная кожа при загрязнении открытых частей тела, в особенности растворителями «типа бензола или хлороформа», т. е. веществами, растворяющимися в жирах. При острой интоксикации хлорзамещенными углеводородами (дихлорэтан, четыреххлористый углерод, хлористый метилен), помимо симптомов наркотического действия, характерно развитие токсического гепатита.

Крупнейшими источниками риска возникновения рака кроме бензола являются п-дихлорбензол, хлороформ (трихлорметан) формальдегид, , ацетальдегид.

Представителем веществ 3 класса опасности является ксилол - смесь трех изомеров диметилбензола, получаемых из каменноугольной смолы и нефти. В технике он имеет значение как растворитель и является важным исходным продуктом для получения пластмасс, лаков, красок, клеящих веществ. В настоящее время проводятся исследования по установлению его канцерогенности. Ксилолы поступают в питьевую воду из водоисточников, загрязненных сточными водами преимущественно предприятий перерабатывающей промышленности. В поверхностных водах содержание ксилолов достигает 2-8 мкг/л, в водопроводной воде - 1 мкг/л. Они длительное время сохраняются в грунтовых водах. Ксилолы обладают раздражающим и эмбриотропным действием, нарушают процессы репродукции и становятся опасными при проникновении через кожу. 50-60% вдыхаемого ксилола адсорбируется в теле человека, причем он легко проникает в жировую ткань и очень медленно высвобождается.

Наиболее распространенными ЛОС являются предельные углеводороды (парафинов). Светлые нефтепродукты состоят в основном из углеводородов C<sub>5</sub>-C<sub>9</sub>. В гомологическом ряду парафинов с увеличением числа атомов углерода температура кипения возрастает, а значит, снижается их летучесть (табл. 13.1).

Таблица 13.1

#### Температуры кипения предельных углеводородов

Название вещества	Метан	Этан	Пропан	Бутан	Пентан	Гексан	Гептан	Октан	Нонан
Формула	C <sub>1</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>
T кип., °C	-162	-89	-42	-0,5 -12*	36,1 28*	69	98	126	151

\* данные для изомеров

Постоянное присутствие ЛОС в воздушной среде в концентрациях, превышающих ПДК увеличивает риски получения заболеваний среди населения. В Перечне профессиональных заболеваний, утвержденном Приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 27 апреля 2012г. N417н, приведены десятки профессиональных заболеваний как острых, так и хронических, которые провоцируются наличием в воздухе рабочей зоны различных ЛОС. Например, острое отравление четыреххлористым углеродом (CCl<sub>4</sub>, тетрахлорметан) приводит к следующим проявлениям: острый конъюнктивит, острый ринит, острый фарингит, острый

ларингит, острый гепаторенальный синдром, расстройство вегетативной (автономной) нервной системы, токсическая полинейропатия, токсическая энцефалопатия, токсическая кома. Постоянное вдыхание паров ЛОС может привести к развитию одного из самых тяжелых профессиональных заболеваний - бронхиальной астме.

### 13.3. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ ЛОС

Для снижения содержания ЛОС в воздушной среде прибегают как к пассивным, так и к активным методам защиты окружающей среды и человека.

#### **Пассивные методы**

К пассивным методам относится, например, отведение паров растворителей с помощью системы принудительной вытяжной вентиляции. Это обеспечивает снижение концентрации ЛОС в воздухе рабочей зоны до гигиенических нормативов ПДК. Пары ЛОС при этом могут выбрасываться в атмосферный воздух и рассеиваться.

При крупнотоннажном производстве требуется снижение эмиссии с последующим каталитическим дожигом в специальных печах. У метода есть недостатки. Для сжигания необходимо создать высокую температуру в печи (более 500°C), при этом используется значительное количество природного газа. На выходе из печи неизбежно образуются кислые газы - оксид углерода и оксиды азота. Альтернативой сжиганию является сорбция отведенных ЛОС водой в специальном абсорбере с последующей очисткой загрязненной воды с помощью физико-химических методов (коагуляция, флокуляция).

#### **Активные методы**

К активным методам защиты от ЛОС следует отнести исключение растворителей из процессов и материалов. В традиционных лако-красочных материалах растворители представляют собой вспомогательные вещества и полностью испаряются, попадая в воздушную среду. Экономический и экологический ущерб при этом очевиден. В последнее десятилетие увеличивается сектор красок на водной основе (суспензий, эмульсий). Развиваются также альтернативные методы нанесения антикоррозионных покрытий.

Хороший эколого-экономический эффект дает использование всевозможных технических средств предотвращения выбросов и герметизации операций с различными ЛОС.

### **Пример 1 . Метод порошкового окрашивания .**

В настоящее время технология нанесения порошковых полимерных покрытий активно вытесняет с рынка традиционные способы создания лакокрасочных защитно-декоративных покрытий. В мировой промышленности технология нанесения порошковых полимерных покрытий применяется для окрашивания около 20% всех выпускаемых изделий, требующих покраски.

Порошковые краски — это твердые дисперсные композиции, в состав которых входят специальные пленкообразующие смолы, отвердители, пигменты, наполнители и целевые добавки. Основным компонентом в большей части порошковых красок является смола. Обычно используются эпоксидные, полиэфирные или акрилатные смолы

Порошковое окрашивание проводится в электростатическом поле (рис. 13.1).



Рис. 13.1 Общий вид установки порошкового окрашивания

Технология порошкового окрашивания в электростатическом поле включает в себя следующие этапы :

- предварительной обработки поверхности
- нанесение порошковой краски
- монолитизация краски

В профессиональных установках предусмотрена также система сбора и повторного использования избытка порошка – рекуперация (рис. 13.2).

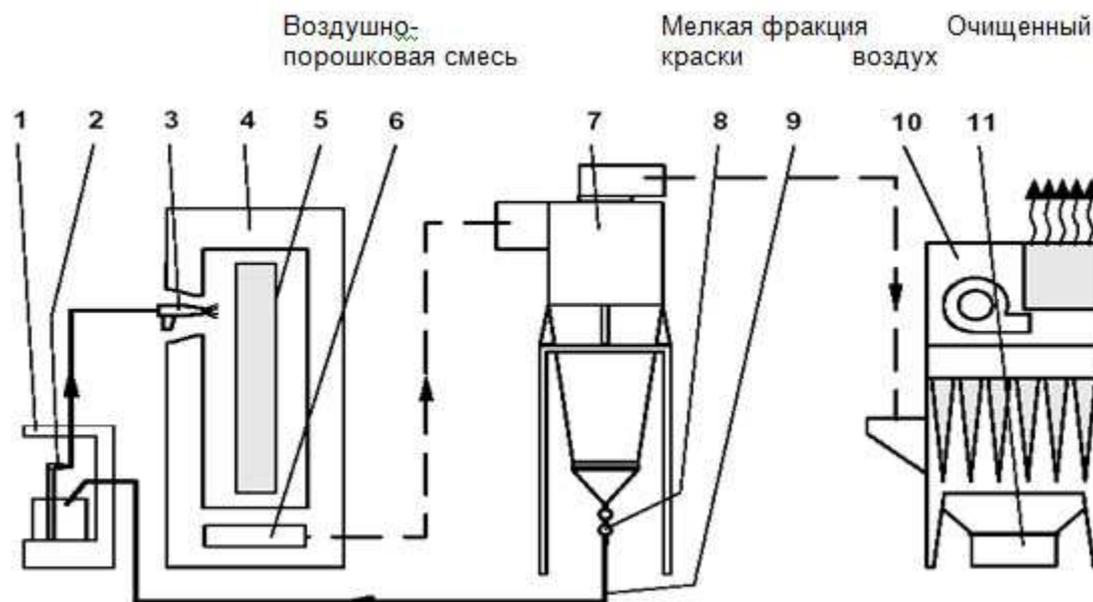


Рис. 13.2 Принцип работы окрасочной камеры с системой рекуперации циклонного типа [www.prkom.ru]

1- порошок центр(питатель), 2- порошок инжектор,3-порошок пистолет (напылитель), 4-окрасочная камера,5- окрашиваемое изделие, 6- перистатический насос, 7 – циклон,8 - шланг перистатического насоса,9 - блок абсолютных фильтров,10-сборник остатков краски.

### Пример 2. Средства предотвращения испарения нефтепродуктов

Среди активных методов можно использовать все методы, препятствующие эмиссии ЛОС в окружающую среду. Они применяются не только в промышленности ЛКМ, но и в нефтяной, нефтеперерабатывающей, нефтехимической промышленности, а также при хранении и перевалке ЛОС, в первую очередь- углеводородов. Принципы - герметизация оборудования, сбор и конденсация паров.

Для хранения нефти и нефтепродуктов применяются резервуары вертикальные стальные – РВС . Источником выброса паров УВ является дыхательный клапан. Очевидно, что давление насыщенных паров, а значит, выбросы летучих соединений в атмосферу увеличиваются при увеличении температуры окружающей среды и при заполнении резервуара. Способы снижения эмиссии ЛОС приведены на рис. 13.3.



Рис.13.3 Способы сокращения испарения ЛОС при хранении в резервуарах

К инженерно-техническим способам предотвращения выбросов ЛОС в атмосферу можно отнести применение средств предотвращения выбросов - газоуравнительных систем на предприятиях, оснащение резервуаров хранения ЛОС плавающими крышами или понтонами, закрывающими зеркало испарения, а также применение дисков-отражателей для конденсации паров. Хороший эффект дает также окрашивание резервуаров хранения ЛОС светоотражающей краской и снижение температуры жидкости при хранении, особенно в теплый период года.

Диск-отражатель - это препятствие в форме диска, устанавливаемое под монтажными патрубками дыхательной арматуры (рис.13.4)

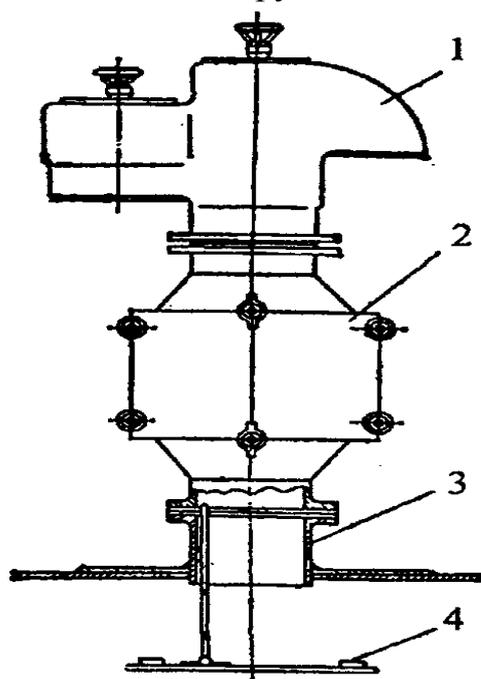


Рис. 13.4 Дыхательный клапан с диском-отражателем  
 1—дыхательный клапан; 2 —  
 огневой предохранитель; 3—  
 монтажный патрубок; 4—диск-  
 отражатель.

Достаточно большую популярность в промышленности приобрели алюминиевые понтоны, которыми оснащают РВС для исключения испарения УВ (рис.13.5).Понтон плавает непосредственно на поверхности жидкости, полностью закрывая зеркало испарения,предотвращая выбросы летучих УВ.

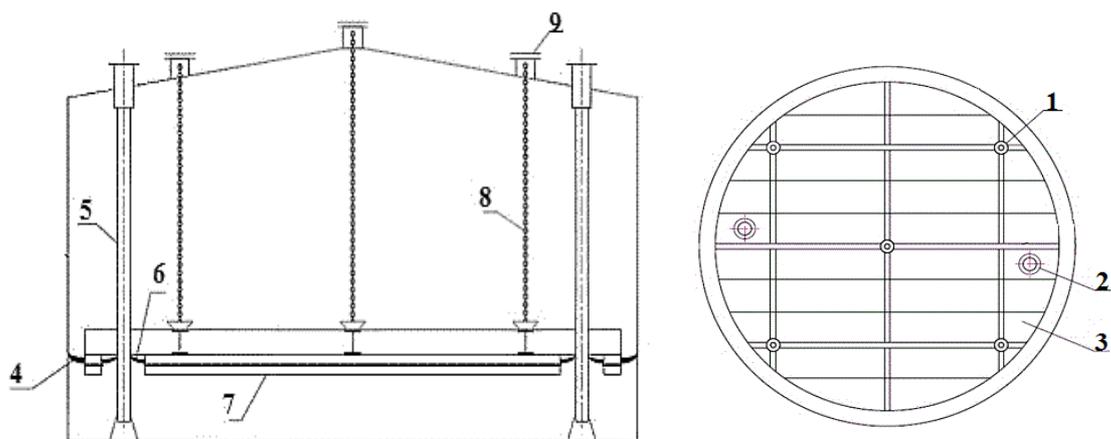


Рис. 13.5 Резервуар с понтоном

- 1- узел крепления цепи, 2- предохранительный клапан, 3- настил, 4- уплотняющий затвор, 5- направляющая, 6- уплотнение, 7- понтон, 8- цепь, 9- световой люк

На крупных НПЗ и нефтебазах для снижения эмиссии легких фракций углеводородов в атмосферу целесообразно применять газоуравнительные системы (ГУС) с мягкими резервуарами- газгольдерами.ГУС представляет собой систему трубопроводов для летучих фракций углеводородов (ЛФУ) , соединенных в единое целое. При повышении давления насыщенных паров в резервуаре, например, при наливе избыток ЛФУ отводится в приемники – газгольдеры (рис. 13.6).

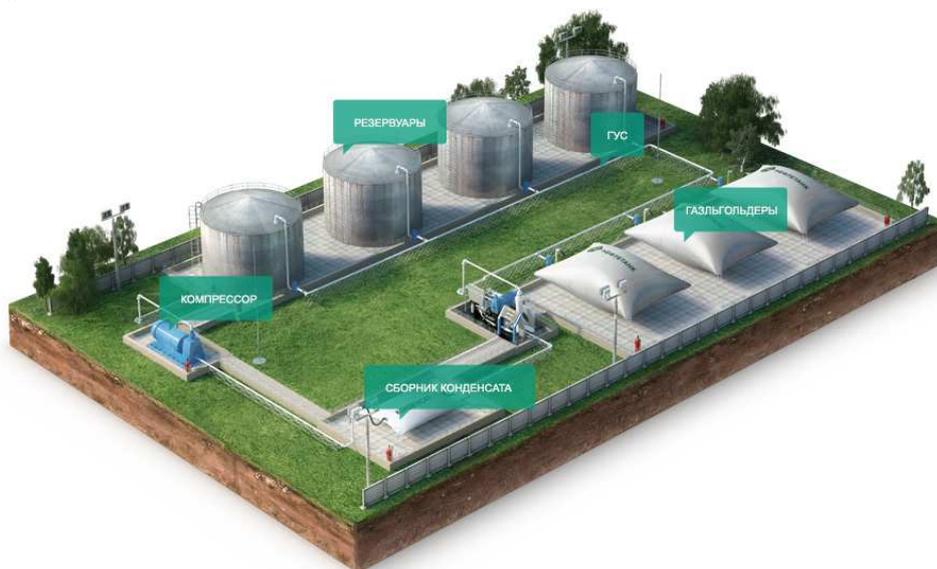


Рис. 13.6 Система рекуперации паров ЛФУ

Технологическая схема единой ГУС, включающая резервуарный парк хранения с несколькими РВС, железнодорожную сливо-наливную эстакаду, автоматическую станцию налива в автоцистерны и нефтеналивную причал с автоматической станцией налива в автоцистерны и нефтеналивную причал представлена на рис. 13.7. В ГУС предусмотрена также конденсация паров легких фракций углеводородов со сбором сжиженного продукта в отдельную емкость.

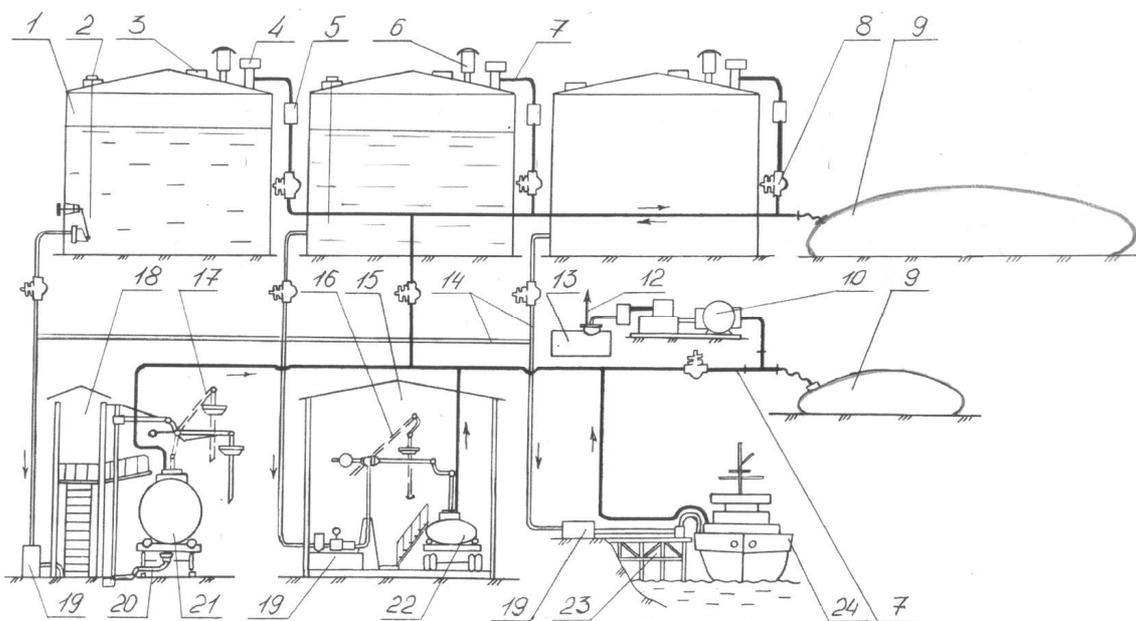


Рис. 13.7 Газоуравнительная система с мягкими резервуарами-газгольдерами

[ГК «Газовик». Система рекуперации паров легких фракций углеводородов на основе полимерных эластичных газгольдеров-компенсаторов ПЭГ [Электронный ресурс] <http://gazovik-pgo.ru/cat/articles/rekuperacija>.]

- 1 - резервуар; 2 - компьютерная система управления и учета нефти или нефтепродукта; 3 - замерный люк; 4 - клапан дыхательный; 5 - огнепреградитель; 6 - клапан предохранительный; 7 - трубопровод газовой обвязки; 8 - запорная арматура; 9 - мягкий резервуар-газгольдер; 10 - установка ожижения паров нефти и нефтепродуктов (компрессор); 11 - теплообменники, сливные устройства; 12 - возврат сконденсированных паров в резервуар (под слой продукта); 13 - емкость накопления сжиженного продукта (конденсата); 14 - трубопроводы продукта; 15 - автоналив; 16 - стояк для верхнего герметичного налива автоцистерн; 17 - стояк для герметичного налива ж/д цистерн; 18 - железнодорожная сливо-наливная эстакада; 19 - насосный агрегат; 20 - устройство нижнего слива; 21 - ж/д цистерна; 22 - автоцистерна; 23 - нефтеналивной причал; 24 - танкер

### 13.4. ПРИМЕР РАСЧЕТА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПРИ ВНЕДРЕНИИ ГАЗОУРАВНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Для оценки экологического эффекта от снижения выбросов ЛФУ проводится 2 варианта расчета ожидаемых выбросов - до модернизации и после.

**1-й вариант расчета** выбросов - до модернизации, средства снижения выбросов (ССВ) отсутствуют, налив негерметичный .

Расчет выполнен с использованием методические указания, разработанных в НИИ Атмосфера - «Методических указаний по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров» и «Методики расчета выбросов вредных веществ в окружающую среду от неорганизованных источников нефтегазового оборудования РД 39.142-00»( г. Краснодар, 2000 г).

*Исходные данные для расчета:*

Тип источника выделения: наливная эстакада для заполнения железнодорожных цистерн как сумма отдельных однотипных источников-горловин цистерн . На территории предприятия еженедельно заполняется один железнодорожный состав, состоящий из 60 вагонов. Эстакада имеет 10 стояков, таким образом ,одновременно заполняются 10 цистерн. В году 52 рабочие недели, следовательно, число цистерн (РГС), заполненных за год  $N_p$  , составит 3120 шт.

Объем резервуара  $V_p = 75 \text{ м}^3$

Название нефтепродукта: бензин

Климатическая зона: 2

Способ налива: верхний налив под слой продукта (люк открыт, наливной шланг опущен до дна цистерны)

Масса жидкости залитой в резервуар  $B = 9200 \text{ т/год}$

$B_{оз} = 3500 \text{ т}, B_{вл} = 5700 \text{ т}$

Максимальный объем вытесняемой паровоздушной смеси  $V_{ч}^{max} = 180 \text{ м}^3/\text{час}$ .

Значения констант для расчета принимаются согласно приложениям «Методических указаний по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров»:

Концентрация паров нефтепродукта в резервуаре  $C_1 = 972,0 \text{ г/м}^3$ ;

Средние удельные выбросы из резервуара в осенне-зимний период  $Y_2 = 780,0 \text{ г/т}$ ;

Средние удельные выбросы из резервуара в весенне-летний период  $Y_3 = 1100,0$  г/т;

Опытный коэффициент  $K_p^{\max} = 1$ ;

Выбросы паров нефтепродуктов при хранении бензина автомобильного в одном резервуаре  $G_{xp} = 0,22$  т/год;

Опытный коэффициент  $K_{nn} = 1,1$ .

Расчетные формулы:

$$M = C_1 \cdot K_p^{\max} \cdot V_v^{\max} / 3600 \text{ г/с,}$$

$$G_{БД} = (Y_2 \cdot B_{O_3} + Y_3 \cdot B_{ВЛ}) \cdot K_p^{\max} \cdot 10^{-6} \cdot N_p \text{ т/год.}$$

Максимальные разовые выбросы ЗВ в атмосферный воздух от одного резервуара (М), не оборудованного ССВ, рассчитываются по формуле и составят

$$M = 972,0 \cdot 1 \cdot 180 / 3600 = 48,60 \text{ г/с.}$$

Так как на наливной эстакаде одновременно возможно заполнение 10-ти РГС, максимальные разовые выбросы составят

$$M = 48,6 \cdot 10 = 486,0 \text{ г/с.}$$

При расчете годовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от РГС учитывается только режим «большого дыхания».

$$G_{БД} = (780,0 \times 3500 + 1100,0 \times 5700) \times 1 \times 10^{-6} \cdot 3120 = 2808,0 \text{ т/год.}$$

Выбросы индивидуальных веществ рассчитаны, исходя из процентного содержания их в нефтепродукте, результаты расчета представлены в таблице 13.2.

Таблица 13.2

**Выбросы индивидуальных веществ от РГС при наливке бензина, не оборудованных ССВ**

Название вещества	Процентное содержание веществ, % масс.	М, г/с	$G_{БД}$ , т/год
Смесь углеводородов предельных С1-С5	67,67	328,87	1900,17
Смесь углеводородов предельных С6-С10	25,01	121,54	702,28
Пентилены (Амилены - смесь изомеров)	2,50	12,15	70,20
Бензол	2,30	11,17	64,58

Метилбензол (Толуол)	2,17	10,54	60,93
Диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, н-, п-)	0,29	1,40	8,14
Этилбензол	0,06	0,29	1,68
<b>Итого:</b>		486,0	2808,0

**2-й вариант расчета** выбросов - после модернизации, эстакада оборудована ГУС, герметичный налив.

При наливе нефтепродуктов в железнодорожные цистерны, оборудованные газоуравнительной системой, выбросы ЗВ в атмосферу происходят только через неплотности оборудования и практически исключаются. При использовании современных подвижных и неподвижных уплотнений, запорно-регулирующей арматуры выбросы ЗВ составляют около 1% от выбросов при наливе нефтепродуктов в цистерны, не оснащенные ССВ (1-й вариант расчета), то есть 28,08 т/год. Выбросы от РГС, оборудованных ГУС, представлены в таблице 13.3.

*Таблица 13.3*

**Выбросы ЗВ в атмосферный воздух при наливе железнодорожных цистерн, оборудованных ГУС**

Название вещества	Процентное содержание веществ, % масс.	М, г/с	G, т/год
Смесь углеводородов предельных С1-С5	67,67	3,28	19,01
Смесь углеводородов предельных С6-С10	25,01	1,21	7,02
Пентилены (Амилены - смесь изомеров)	2,50	0,12	0,71
Бензол	2,30	0,11	0,64
Метилбензол (Толуол)	2,17	0,10	0,61
Диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, н-, п-)	0,29	0,01	0,08
Этилбензол	0,06	0,002	0,016
<b>Итого:</b>		4,86	28,08

Экологический эффект –Экол- при внедрении мероприятия по обеспечению герметичного налива бензина в железнодорожные цистерны рассчитывается как разница в валовых выбросах составляет:

$$\text{Экол} = G_{\text{бд}} - G = 2808 \text{ т/год} - 28 \text{ т/год} = 2780 \text{ т/год}$$

Экономический эффект (Экон) от предотвращения потерь бензина на железнодорожной эстакаде налива бензина, исходя из средней стоимости бензина -32 тыс. руб/т составляет:

$$\text{Экон} = 2780 \text{ т/год} * 32 \text{ 000руб/т} = 88960 \text{ тыс руб/год} = 88,96 \text{ млн руб/год}$$

Экономический эффект от предотвращения загрязнения воздушной среды рассчитывается по отдельной методике.

### Задача

На предприятии имеется участок окраски крупногабаритных металлических изделий, состоящий из окрасочной камеры и помещения сушки. В камере проводится обезжиривание поверхности растворителем и нанесение эмали с помощью краскопульта. Эмали содержат ЛОС. Окрасочная камера оснащена системой принудительной приточно-вытяжной вентиляции с очисткой воздушных потоков (рис.13.8), имеются потолочный и напольный фильтры из волокнистого нетканого материала. Степень очистки загрязненного воздуха от частиц краски- 97%.Очистка от ЛОС не предусмотрена. В помещении сушки также имеется приточно-вытяжная система. Окраска и сушка проводится в течение 4 часов в день, расход эмали составляет 200 кг в месяц, а расход растворителя- 160 кг в месяц. На изделии остается 80% сухой части ЛКМ, остальное в виде взвешенных частиц уносится воздушным потоком на фильтр.

1.Определить перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу при окраске и сушке изделия. Состав ЛКМ и растворителей, а также варианты задания представлены в таблице 13.4.

2. Выполнить расчет секундных и валовых выбросов с учетом состава используемых веществ, очистки воздушного потока.

3. Предложить способы предотвращения выбросов ЛОС и очистки выбросов от ЛОС.

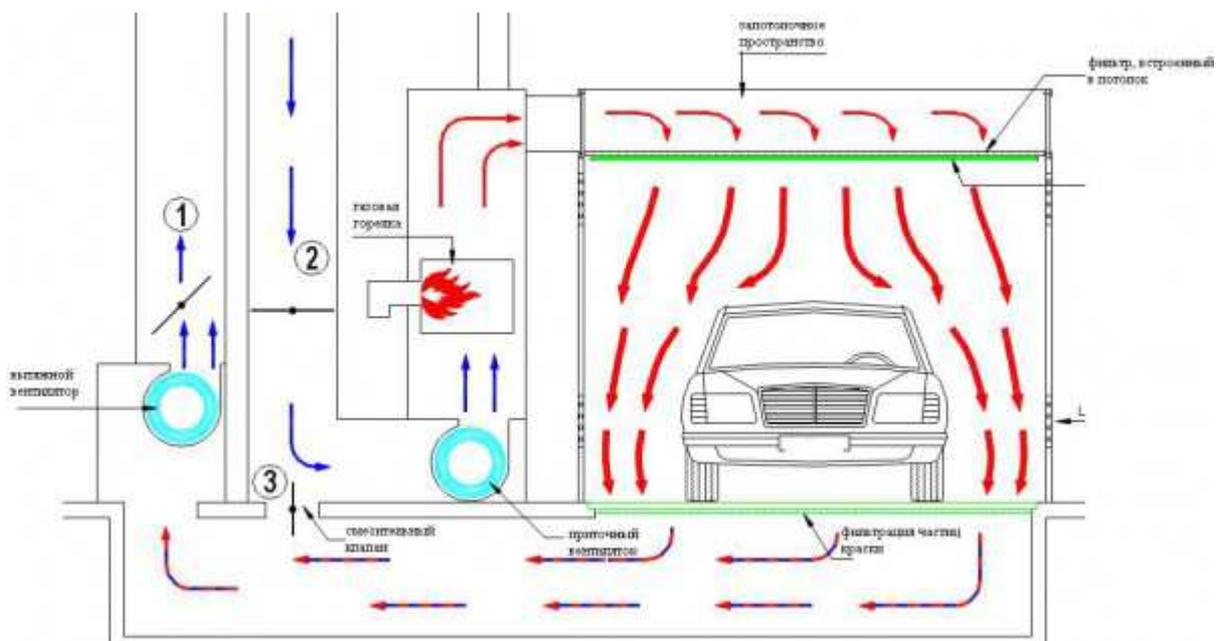


Рис. 13.8 Схема приточно-вытяжной вентиляции в окрасочной камере  
<http://krasymavto.ru/oborudovanie/kamery/vytyazhka-dlya-pokrasochnoj.html>

Таблица 13. 4

**Состав ЛКМ и растворителей и варианты задания**

№ варианта	Марка материала	Компоненты (ЛОС), входящие в состав лакокрасочных материалов, %									Доля летучей части, %	Доля сухой части, %
		ацетон	нефрас	н-бутиловый спирт	бутилацетат	ксилол	уайт спирит	толуол	этанол	2-этокси-этанол*		
Эмали, лаки												
1	МЛ-197	-	40	42	8	-	2	-	-	8	49	51
2	НЦ-25	7,0	-	15,00	10,0	-	-	45,0	15,0	8,00	66	34
3	НЦ-1125	7,0	-	10,00	10,0	-	-	50,0	15,0	8,00	60	40
4	ПФ-133	-	-	-	-	50,00	50,00	-	-	-	50	50
5	ХВ-124	26,0	-	12,0	-	-	-	62	-	-	27	73
6	БТ-99	-	-	-	-	96,0	4,0	-	-	-	56	44

7	БТ-577	-	-	-	-	58,0	42,0	-	-	-	63	37
Растворители												
1,5	646	7,0	-	15,0	10,0	-	-	50,0	10,0	8,0	100	
2	648	-	-	20,0	50,0	-	-	20,0	10,0	-	100	-
3	P-4	26,	-	-	12,0	-	-	62,0	-	-	100	-
4	P-5	30, 0	-	-	30,0	40,0	-	-	-	-	100	-
6,7	РС-2	-	-	-	-	30,0	70,0	-	-	-	100	-

- моноэтиловый эфир этиленгликоля, этилцеллозольв

### Контрольные вопросы

1. Какие вещества относят к ЛОС, в каких отраслях они применяются?
2. Какие ЛОС представляют наибольшую опасность для окружающей среды и человека?
3. Перечислите ЛОС, относящиеся к веществам 1 и 2 класса опасности.
4. Назовите канцерогеноопасные ЛОС.
5. Как изменяется Ткип. предельных углеводородов при увеличении молекулярной массы? Какие парафины при нормальных условиях находятся в газообразном состоянии, а какие в жидком?
6. Назовите активные методы, позволяющие минимизировать либо исключить выбросы ЛОС.
7. Опишите технологическую схему порошкового окрашивания. Имеется ли возможность возвращения избытка порошка в цикл?
8. Перечислите способы снижения выбросов летучих фракций углеводородов при хранении нефти и нефтепродуктов в РВС.
9. Что является источником выбросов при наливке нефти и нефтепродуктов в железнодорожные цистерны?
10. Опишите принцип работы газоуравнительной системы. С какой целью в ГУС применяется холодильник?
11. Какие исходные данные необходимы для расчета секундных и валовых выбросов ЛОС из цистерн (РГС)
12. Каким образом можно определить эколого-экономический эффект от применения средств снижения выбросов ЛОС?

## **Глава 14. ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАМКНУТЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЦИКЛОВ КАК ТЕХНОЛОГИЯ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ**

Все виды негативных воздействий на окружающую среду связаны с разомкнутостью производственных циклов. В природе же действуют исключительно замкнутые циклы передачи вещества в неживой природе- круговорот воды, в живой природе- круговорот биогенных элементов, который осуществляется посредством живых организмов. Весь кислород атмосферы, вода были использованы многократно. Природа организовала циклы углерода, кислорода, азота, серы, фосфора.

Трофическая цепь предполагает производство, использование биомассы для извлечения энергии и роста клеток, а также переработку отмершей органики. Фото- и хемосинтезирующие живые растения являются пищей для животных, а мертвое органическое вещество разлагается с участием бактерий – деструктантов. Продукты разложения используются при новом синтезе органической биомассы. Таким образом, в биосфере, во всех природных экосистемах выстроен идеальный производственный цикл, соответствующий «чистой технологии» и позволяющий использовать вещество много раз. Принцип замкнутых циклов и многократного использования химических элементов является основополагающим для поддержания жизни на Земле.

Значительный негативный экологический след «грязных» процессов связан с их разомкнутостью. Технологии замкнутого цикла должны применяться при организации новых производств и модернизации старых. Ряд процессов второй половины XX века также предусматривал организацию циклов. Организация замкнутых производственных циклов направлена на ресурсосбережение и экономию воды, веществ и материалов за счет их повторного, а часто и многократного использования.

На крупных объектах промышленности и энергетики в целях экономии свежей воды применяются замкнутые системы для технической и технологической воды. В системы, как правило встроены установки для очистки воды, либо холодильные установки, например аммиачно-холодильные станции и теплообменные аппараты.

Широко используются также инженерно-технические решения по рекуперации тепла (горячего воздуха, горячей воды и др.) Например, с учетом целей энергосбережения совершенствуются системы приточно-вытяжной вентиляции, которые оснащаются аппаратами очистки и рекуперации

воздушного потока для сбережения тепла в зимний период. Рекуперация тепла происходит в специальном теплообменнике (рис.14.1).

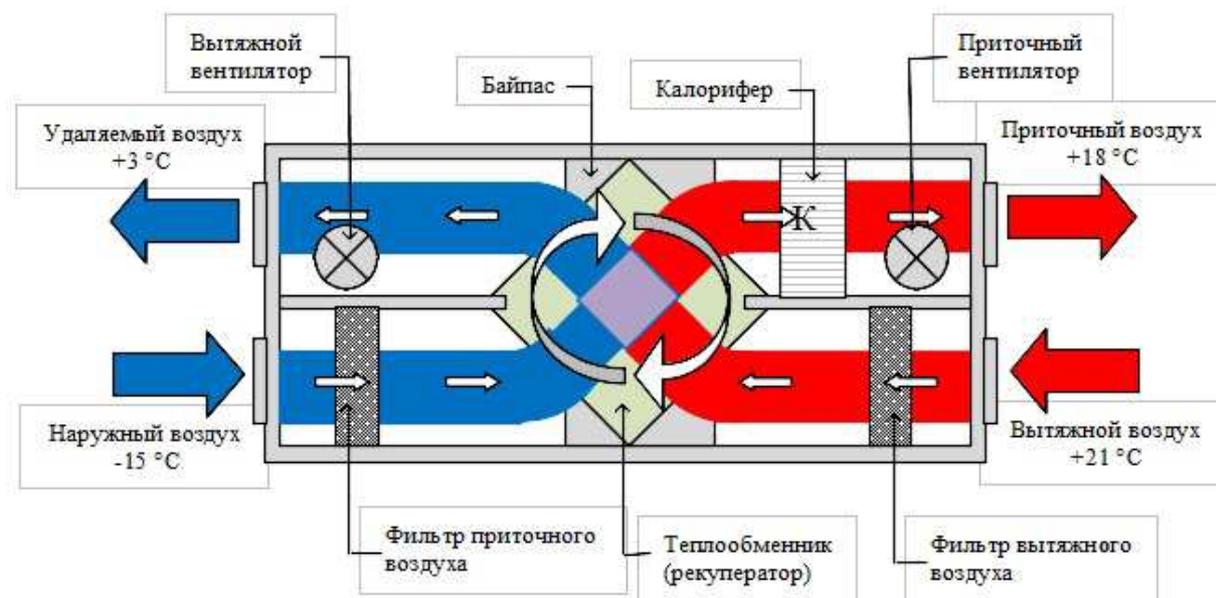


Рис.14.1. Схема приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла

## 14.1. ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАМКНУТЫХ ЦИКЛОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛИМЕРНОГО ПРОФИЛЯ МЕТОДОМ ЭКСТРУЗИИ

В качестве примера рассмотрим процесс производства профилей из термопластичных материалов методом экструзии.

### Теоретические основы процесса

К термопластичным полимерам относятся несшитые полимеры, которые можно многократно переработать через расплав или раствор. К ним относятся такие крупнотоннажные термопласты как полиэтилен (ПЭ), полипропилен (ПП), полистирол (ПС), поливинилхлорид (ПВХ). Термореактивные полимеры представляют собой сшитые макромолекулы, химические мостики не позволяют таким материалам переходить в расплав при повышении температуры, либо растворяться. К термореактивным полимерам относятся сшитые фенол-формальдегидные смолы, сшитые эпоксидные связующие, резина, пенополиуретаны.

Экструзия представляет собой непрерывный технологический процесс, в результате которого готовые изделия получают посредством продавливания расплавленного материала сквозь формирующий инструмент (фильеру, экструзионную головку, отверстие). Холодная экструзия применяется в пищевой промышленности для производства макаронных изделий, горячая – в

производстве профильно-погонажных изделий из синтетических полимерных материалов и композиций на их основе (труб, строительных профилей, пленки, изоляции для электрокабелей). В последнем случае температура формования профиля должна обеспечить полное расплавление материала для кристаллических полимеров, либо переход ее в вязко-текучее состояние - для аморфных (180-250°C).

Экструзия полимеров - физико-химический процесс, протекающий под воздействием механических усилий и высокой температуры. Перерабатываемое сырье нагревается за счет обогрева материального цилиндра, а также за счет тепла, которое выделяется при внутреннем трении. Переменными параметрами процесса экструзии является состав перерабатываемого материала, а также давление, температура, интенсивность и продолжительность воздействия на сырье.

Формование изделий осуществляется на экструзионных линиях, которые состоят из экструдера, калибрующего устройства, протягивающего устройства, ванны охлаждения профиля, режущего устройства (дисковой пилы) (рис.14.2).

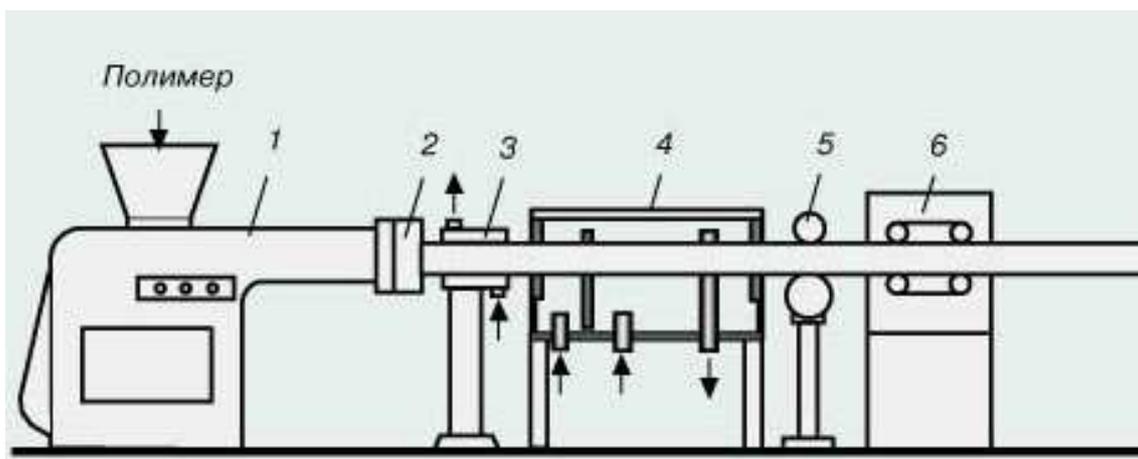


Рис. 14.2 Основные элементы экструзионной линии

1- экструдер, 2- профилирующая головка, 3- калибратор, 4- охлаждающая ванна, 5 тянущее устройство, 6 – намоточное или режущее устройство

Основные типы оборудования для переработки полимерных материалов посредством метода экструзии - одношнековые и двухшнековые экструдеры. Существует также выдувной тип экструдера, который работает в составе одноименных установок. Экструдер представляет из себя агрегат, предназначенный для формования пластичных материалов посредством продавливания сквозь формующий инструмент (рис.14.3). Экструдер состоит из материального цилиндра, в котором размещен шнек (червяк), редуктора,

асинхронного двигателя, пульта управления, бункера для загрузки сырья. Цилиндр оснащен электрообогревом. Если экструдер работает длительное время, возможен перегрев бункера под воронкой бункера. При этом гранулы слипаются и перестают подаваться в шнек. Для снижения температуры цилиндра в нем делают полости для охлаждающей воды. Как правило, единственной охлаждаемой зоной экструдеров, является зона загрузки.

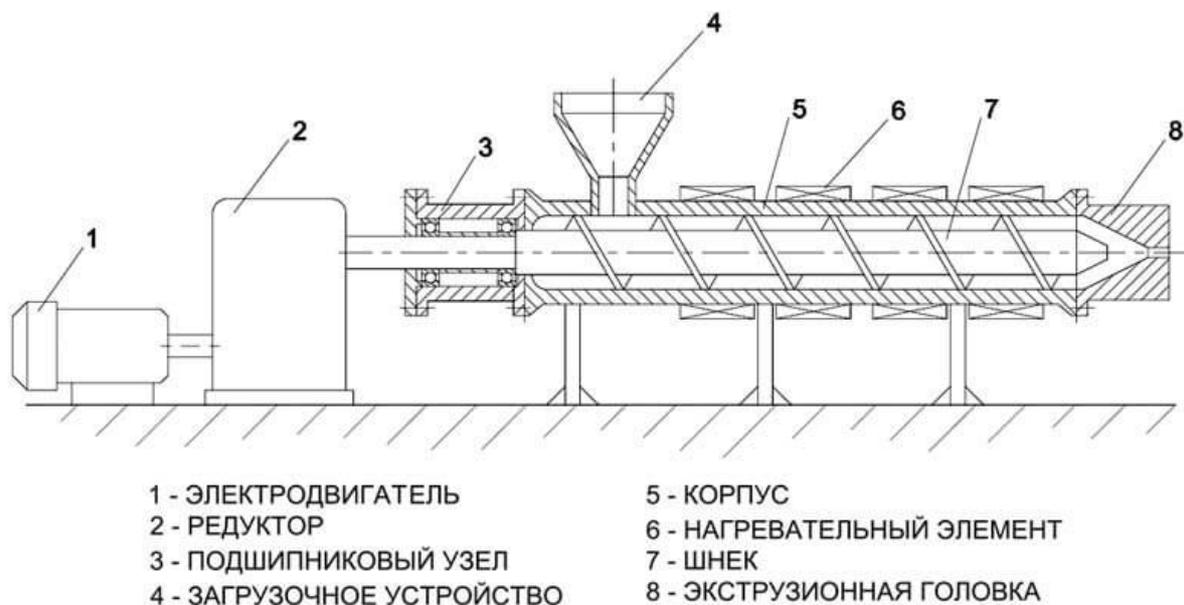


Рис. 14.3 Экструдер для формования профиля из термопластичных полимеров

Расплавленный полимерный термопластичный материал продавливается через формующую головку заданной конфигурации, затем профиль охлаждается в ванне с водой, фиксируется форма и размеры профильного изделия. К основным параметрам технологического процесса экструзии относятся: температура по зонам материального цилиндра, уровень давления расплава, температура зон головки, а также режимы охлаждения экструдированного профиля. Главной характеристикой формующего инструмента, который включает в себя головку и калибрующий узел, является коэффициент сопротивления течению расплава полимера.

Процесс экструзии чрезвычайно выгоден экономически, поскольку он является непрерывным. При производстве профиля из порошкообразных ПВХ-композиций требуются дополнительные операции по дозированию малых компонентов и их смешению с порошком ПВХ. Применение пылящих компонентов является экологически значимым аспектом.

Для снижения ресурсопотребления необходимо организовать замкнутые производственные циклы (рис. 14.4; 14.5).

Для экономии сырья можно организовать следующий цикл: бракованные профили, подаются в дробилку ИПР - измельчитель пластмасс роторный, рис. 14.6, дробленка собирается в мешки (емкости) и используется в качестве добавки к первичному сырью. Стружка от операции резки также может быть собрана и переработана повторно. По окончании срока службы изделий целесообразно организовать их сбор, сортировку, при необходимости промывку с последующим дроблением и превращением во вторичный материал.



Рис. 14.4 .Организация замкнутого цикла сырья



Рис. 14.5 Дробилка ИПР с направляющим клином для массивных деталей в разрезе [11](#)

Для экономии водопотребления необходимо применить блок-оборотную систему технологического водообеспечения. Вода на линии используется для охлаждения бункера подачи сырья, формующей головки, а также профиля (методом душирования). Возможно организовать 3 разных контура воды с охлаждением, либо один контур. Теплая вода с  $T = 30-35\text{ }^{\circ}\text{C}$  отводится, направляется в теплообменник-холодильник, где охлаждается до  $T = 8-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  и опять подается для отведения тепла. Замена воды в контуре осуществляется при продувке системы не чаще 1 в год при условии контроля рН, минерализации и окисляемости.



Рис. 14.6. Организация оборотных циклов технологической воды

Таким образом, организация замкнутых циклов в производстве профилей из термопластичных полимерных композиций методом экструзии позволит исключить воздействие производственных отходов на окружающую среду и экономить воду, которая используется для охлаждения профиля.

### Задание

На основе описания процесса экструзии и оборудования разработать принципиальную схему технологического процесса производства профиля из термопластов с обозначением замкнутых циклов.

### Контрольные вопросы

1. Каким образом в природных экосистемах налажены замкнутые циклы?
2. Назовите признаки технологии замкнутого цикла.
3. В чем отличие термопластичных полимеров от термореактивных?
4. Какие полимеры можно повторно переработать через расплав или раствор?
5. Опишите процесс переработки термопластов методом экструзии.
6. Из каких элементов состоит экструзионная линия?
7. Опишите схему работы экструдера.
8. Какие замкнутые циклы можно создать в целях снижения потребления сырья и экономии воды?
9. Предложите варианты обращения с бывшими в употреблении изделиями их жесткого поливинилхлорида.

## 14.2. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Наибольший ущерб окружающей среде наносят металлургические и химические производства, относящиеся к предприятиям 1 и 2 категории В России в 2014 году была принята «Стратегия развития химической промышленности до 2030 года», согласно которой выпуск продукции химического комплекса также должен вырасти с 2,3 трлн. рублей в 2012 году до 8,6 трлн. руб к концу реализации программы. Доля химического комплекса в российском ВВП должна вырасти за этот же период с 1,6% до 3,8%, а доля импортной продукции — упасть с 10,4% до 5,7%. Ставка была сделана на производство минеральных удобрений, химический волокон и нитей, лакокрасочных материалов и пластмасс. Развитие отраслей непосредственно связано с проектированием и строительством новых производственных предприятий и модернизацией старых производств, что требует решения задач, связанных с выбором технологических процессов. В качестве критериев оценки процессов перед принятием окончательного решения необходимо рассмотреть альтернативные варианты технологий с точки зрения их безвредности и безопасности. Оценку надо проводить, начиная с анализа используемого в производстве сырья, вспомогательных материалов, энергоресурсов.

## Глава 15. ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ОПАСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При выборе исходных веществ в крупнотоннажных производствах необходимо максимально сократить применение **веществ 1 и 2 класса опасности, канцерогенов, мутагенов, стойких органических загрязнителей, озонопасных веществ.** В свое время у человечества хватило воли, чтобы остановить технологическое безумие по разработке и производству химического оружия. Однако в мирных целях в производственных процессах часто используются чрезвычайно опасные вещества, которые по токсичности сравнимы с химическим оружием. Для поэтапного освобождения производства и рынка от опасных видов сырья и продукции необходим поиск альтернативных безопасных и безвредных технологий.

20 век вошел в историю как век химии, а 21-й должен стать веком биологии, биохимии, «зеленой химии», поскольку настало время ликвидировать противоречия между производственными и природными процессами. Законодательно данные нормы не закреплены, однако в настоящее время проводятся перспективные научные исследования в области «зеленой» химии, синтеза веществ с заданными свойствами при строгом отборе исходных веществ, исключении ядовитых соединений, минимизации затрат энергии .

В книге П.Т.Анастаса и Дж.С.Уорнера ««Зеленая» химия: теория и практика» в 1998 г. были сформулированы **двенадцать принципов «зеленой» химии.**

1. Лучше предотвратить выброс загрязнений, чем потом от них избавляться.

2. Синтез следует планировать так, чтобы максимальное количество использованных материалов вошло в конечный продукт.

3. Следует планировать методы синтеза так, чтобы реагентами и конечными продуктами служили вещества малотоксичные или нетоксичные для человека и природной среды.

4. Среди целевых химических продуктов следует выбирать такие, которые наряду с требуемыми свойствами обладают максимально низкой токсичностью.

5. Необходимо по возможности избегать использования в синтезе вспомогательных веществ (растворителей, экстрагентов и др.) или выбирать безвредные.

6. При планировании синтеза нужно учитывать экономические и экологические последствия производства энергии, необходимой для проведения

химического процесса, и стремиться к их минимизации, следует стремиться проводить синтез при температуре окружающей среды и нормальном давлении.

7. Следует использовать возобновляемое сырье там, где это технически и экономически обосновано.

8. Необходимо сокращать число стадий процесса (для этого избегать при синтезе стадий блокирования групп, введения-снятия защиты, временной модификации физико-химических процессов).

9. Применять селективные катализаторы.

10. Химические продукты желательно применять такие, чтобы по окончании использования они не сохранялись в окружающей среде, а разлагались до безопасных веществ.

11. Аналитические методики следует развивать так, чтобы в режиме реального времени обеспечивать мониторинг образования продуктов реакции, среди которых могут оказаться опасные.

12. Вещества, используемые в химических процессах, следует выбирать так, чтобы свести к минимуму возможные аварии, включая разливы, взрывы и пожары.

Данные принципы не утратили актуальность и сегодня. Система регулирования обращения с вредными веществами в промышленности требует развития и совершенствования. Принятая в настоящее время в РФ процедура нормирования выбросов и сбросов загрязняющих веществ от источников промышленных предприятий не мотивирует природопользователей к снижению вредных эмиссий. Все крупные предприятия «грязных» отраслей промышленности РФ имеют официальные разрешения на выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, установленные на основе расчетных нормативов ПДВ. При этом валовые выбросы могут измеряться в десятках и даже сотнях тысяч тонн загрязняющих веществ в год. Наличие чрезвычайно-опасных веществ, канцерогенов в выбросах, сбросах, отходах также не является препятствием для выдачи разрешительных документов. В итоге в зонах влияния таких объектов создаются опасные концентрации вредных веществ, что приводит к снижению качества жизни и увеличению заболеваемости населения, деструкции природных экосистем.

Усилия руководителей и специалистов по регулированию использования и производства вредных веществ должны быть направлены на поэтапное исключение веществ и материалов, создающих высокие экологические риски.

## 15.1. ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Комплексный подход к анализу экологических аспектов позволяет предложить принципы экологизации производства, разбив их на 4 группы:

- 1- Ограничения по химическим веществам и их эмиссии в окружающую среду;
- 2- Экологические требования к производственным процессам и оборудованию;
- 3- Требования к продукции и отходам;
- 4- Требования к качеству окружающей среды, производственной среды и снижению техногенных рисков.

### **1. Ограничения по химическим веществам и их эмиссии в окружающую среду:**

1) использовать преимущественно нетоксичные для человека и окружающей среды виды сырья и вспомогательных материалов в технологических процессах, заменять токсичные вещества на альтернативные - менее токсичные;

2) избегать применения в качестве сырья и материалов веществ I и II классов опасности, в том числе агрессивных минеральных кислот, щелочей, чрезвычайно- и высокоопасных органических соединений, канцерогенов, мутагенов, стойких органических загрязнителей, тяжелых металлов, озоноразрушающих веществ;

3) при использовании токсичных, взрыво- и пожароопасных веществ минимизировать риски аварий с экологическими последствиями;

4) избегать в производственных процессах вспомогательных веществ, не входящих в конечную продукцию (например, растворителей на основе летучих органических соединений), в синтезе применять реакции без растворителей: твердофазные химические реакции.

5) предотвращать или уменьшать выбросы в атмосферу парниковых газов, озоноразрушающих веществ, кислых газов;

6) искать новые экологичные пути синтеза химических соединений с заранее заданной структурой и свойствами;

7) расширять применение возобновляемых видов сырья .

8) применять новые пути синтеза с использованием селективных катализаторов, возобновляемых исходных реагентов (то есть полученные не из нефти).

## **2. Экологические требования к производственным процессам и оборудованию:**

- 1) при возможности упрощать аппаратное оформление процессов, минимизировать материалоемкость производственного оборудования;
- 2) исключить или минимизировать эмиссии загрязняющих веществ в компоненты окружающей среды;
- 3) в химических процессах увеличить степень конверсии сырья;
- 4) в перерабатывающих отраслях максимально увеличить глубину переработки сырья;
- 5) отдавать предпочтение процессам, осуществляемым при нормальных условиях (температура, давление) в целях энергосбережения;
- 6) отдавать предпочтение процессам одностадийным и непрерывным как самым производительным;
- 7) при промышленной эксплуатации в перерабатывающих отраслях обеспечить минимизацию количества запусков и остановок производства, обеспечить непрерывность процесса во избежание пикового потребления ресурсов и залповых выбросов ЗВ;
- 8) обрабатывать воздух, используемый для продувки реакторов, применяя термическое и каталитическое окисление, использовать повторно, факельное сжигание применять только для непостоянных потоков;
- 9) для оптимизации химических процессов и энергосбережения использовать селективные катализаторы, не содержащие токсичные металлы;
- 10) для минимизации энергопотребления снижать потери за счет оптимизации схем энергоснабжения, рекуперации тепла и применения теплоизоляционных материалов;
- 11) автоматизировать производственные процессы с созданием комфортных условий труда для обслуживающего персонала;
- 12) замена физически и морально устаревшего оборудования и транспортных средств на новые, с минимальным уровнем физических и химических воздействий на окружающую среду;
- 13) герметизация оборудования для исключения выбросов взвешенных веществ в воздух, утечек загрязняющих веществ, защиты грунта и грунтовых вод от загрязнения;
- 14) избегать энергоемких процессов и производств;
- 15) предотвращать технологические эмиссии вредных веществ в окружающую среду;

16) вместо порошкообразного сырья использовать гранулированное, предотвращать пылеобразование.;

17) снижать выбросы в атмосферу при хранении и перевалке пылящих материалов и летучих веществ за счет герметизации оборудования, организации источников выбросов и оснащения их газопылеулавливающими установками, внедрения газоуравнительных систем и средств предотвращения выбросов;

18) обновлять парк транспортных средств, использование электрического, пневмотранспорта на внутризаводских перевозках, перевод транспортных средств на более экологичное топливо;

19) оптимизировать товарно-транспортные потоки с целью экономии топлива и снижения выбросов выхлопных газов в атмосферу ;

20) оснащать источники выбросов и сбросов вредных химических и биологических компонентов современными очистными сооружениями и установками;

21) внедрять бессточные системы производственного водообеспечения, замкнутый циклы водоснабжения;

22) по возможности переходить на безводные технологии;

23) идентифицировать и ликвидировать неконтролируемые, залповые источники выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду.

### **3. Требования к продукции и отходам**

1) использовать возобновляемые виды сырья ( биоресурсы, отходы их переработки);

2) продукция по окончании жизненного цикла должна разлагаться на безопасные продукты в окружающей среде или легко перерабатываться в продукт;

3) выпускаемая продукция должна быть нетоксична (малотоксична) по отношению к человеку и окружающей среде;

4) улучшать показатели качества используемых видов топлива, переходить на альтернативные источники;

5) обеспечивать возможность идентификации материалов, входящих в состав изделий , для определения технологии их переработки по окончании жизненного цикла;

6) проектировать изделия с учетом их последующей утилизации;

7) использовать многоразовую тару или упаковку из перерабатываемых или биоразлагающихся видов материалов;

8) внедрять передовые технологии утилизации отходов производства и потребления для повторного вовлечения сырьевых ресурсов в хозяйственный оборот (recykling).

#### **4. Требования к качеству окружающей, производственной среды и снижению техногенных рисков**

1) уменьшать количество опасных производственных объектов за счет замены опасных процессов и веществ на безопасные;

2) развивать систему предотвращения аварийных ситуаций на опасных производственных объектах;

3) учитывать возможные сценарии развития аварийных ситуаций на опасных производственных объектах и обеспечивать подготовку персонала для их локализации и ликвидации последствий;

4) разрабатывать безопасные технологии по ликвидации накопленного экологического ущерба прошлых лет на техногенно-загрязненных территориях и акваториях;

5) совершенствовать системы водоподготовки, водоочистки и обеспечивать эффективную охрану источников водоснабжения ;

6) благоустраивать и озеленять промышленные площадки и прилегающую территорию;

7) сокращать размеры санитарно-защитных зон предприятий за счет внедрения экологичных технологий;

8) создавать благоприятную производственную среду, снижать уровень воздействия вредных факторов на персонал предприятия, в том числе за счет автоматизации процессов;

9) использовать современные средства индивидуальной и коллективной защиты от вредных факторов производственной среды;

10) проводить периодические медицинские осмотры персонала, с целью снижения риска возникновения профессиональных заболеваний.

11) данные принципы носят межотраслевой характер и могут быть использованы при создании новых технологий и выборе процессов на стадии проектирования предприятий.

Соблюдение данных принципов при проектировании новых производств и модернизации действующих объектов позволит снизить негативное воздействие на все компоненты окружающей среды, минимизировать риски профессиональных заболеваний и аварий на производственных объектах техносферы.

## Контрольные вопросы

1. Приведите 12 принципов «зеленой химии».
2. На какие группы можно разбить принципы экологизации производства?
3. Назовите основные ограничения по веществам , которые позволят в перспективе обеспечить уменьшение химической нагрузки на окружающую среду.
4. Приведите экологические ограничения необходимо предъявлять к продукции и отходам?
5. Сформулируйте основные требования к параметрам перспективных технологических процессов в перерабатывающих отраслях.
6. Приведите требования к качеству окружающей и производственной среды при проектировании производств.
7. Какие меры по снижению техногенных рисков необходимо учитывать при разработке новых производственных процессов и оборудования?
8. Каким образом можно снизить вероятность аварий с экологическим ущербом при проектировании?

## 15.2. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ШУМОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

На территории населенных пунктов, в том числе на производственных площадках действует большое количество разнообразных источников физических воздействий техногенного происхождения - электромагнитных излучений различных диапазонов частот, а также виброакустических волн. Значительный вред биоценозам экосистем и человеку наносит шум.

## Глава 16. ТЕХНОГЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ШУМА И ВИБРАЦИИ

Источником шума являются практически все виды транспорта. На предприятиях применяется большое количество виброшумоактивного оборудования – прессы, дробилки, смесители, металлообрабатывающие и деревообрабатывающие станки, технологические печи, насосы, компрессоры, специальная дорожная и строительная техника. Сброс избыточного давления газа или пара в системе трубопроводов также сопровождается значительным шумовым эффектом.

Повышенные уровни звукового давления наблюдаются в зонах, примыкающих к железным дорогам, к автотрассам и аэропортам. Самым значительным источником является шума в крупных городах являются автомагистрали. При этом, общий уровень звукового давления складывается из шума от работы двигателя, аэродинамического сопротивления, а также соприкосновения колес с дорогой. Инженерные решения по снижению шума невозможны без точного установления причин шумовых эффектов. Различают шумы механического, аэро- и гидродинамического и электромагнитного происхождения.

Шум механического происхождения возникает вследствие вибрации поверхностей машин и оборудования, ударов в сочленениях деталей машин или конструкций в целом.

Шум аэродинамического происхождения возникает при стационарных или нестационарных процессах в газах (выброс газа из отверстия; пульсация давления газа в трубах или при движении в воздухе тел с большими скоростями, горение жидкого и распыленного топлива в форсунках и др.). Причина шума гидродинамического происхождения - гидравлические удары, турбулентность потока, кавитация.

Шум электромагнитного происхождения возникает вследствие колебаний элементов электромеханических устройств под влиянием переменных магнитных сил, например - колебания сердечника трансформатора, ротора и статора электрических машин.

Величина звукового давления определяется мощностью источника звука (амплитудой колебания волны), расстоянием до контрольной точки и наличием барьеров на пути распространения звука. Экологические нормативы, ограничивающие шум на природных территориях и акваториях не установлены. Однако установлен целый ряд гигиенических нормативов, регламентирующих уровень звукового давления. Предельно допустимый уровень шума на рабочих

местах - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья. ПДУ определяют по Санитарным нормам СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки". Важно отметить, что соблюдение ПДУ звукового давления не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Пребывание персонала в зоне работы шумоактивного оборудования создает высокие риски получения профессиональных заболеваний, в первую очередь - тугоухости. Постоянное превышение ПДУ может также спровоцировать всевозможные заболевания нервной и сердечно-сосудистой системы.

По характеру спектра шума выделяют:

- широкополосный шум с непрерывным спектром шириной более 1 октавы;
- тональный шум, в спектре которого имеются выраженные тоны-превышение уровня звука в одной полосе над соседними не менее чем на 10 дБ.

По временным характеристикам шума выделяют:

- постоянный шум, уровень звука которого изменяется во времени не более чем на 5 дБА;
- непостоянный шум, уровень которого изменяется во времени более чем на 5 дБА ; он бывает колеблющимся во времени - прерывистым и импульсным состоящим из отдельных звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с.

Нормируется эквивалентный и максимальный уровни звука, для широкополосного шума установлены допустимые уровни звука по полосам частот.

## **16.1. ЗАЩИТА ОТ ШУМОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

Еще в СССР в рамках Система стандартов безопасности труда был разработан ГОСТ 12.1.029-80 Средства и методы защиты от шума. Классификация. Этот стандарт не утратил актуальности и сегодня, в нем средства и методы коллективной защиты от шума и средства индивидуальной защиты (СИЗ).

Средства коллективной защиты по отношению к источнику возбуждения шума подразделяются на:  
1- средства, снижающие шум в источнике его возникновения- активные, они

направлены на минимизацию возбуждения шума и снижение звукоизлучающей способности источника; 2- средства, снижающие шум на пути его распространения от источника до защищаемого объекта – пассивные .

Пассивные средства и методы коллективной защиты от шума в зависимости от способа реализации подразделяются на:

- акустические средства звуко- и виброизоляции, звукопоглощения,
- средства демпфирования - подавления волновых колебаний в корпусе источника за счет снижения трения деталей,
- глушители шума.

Глушители - устройства для снижения шума от выхлопных газов автомобилей или воздуха/пара в вентиляционных системах, они встраиваются непосредственно в воздуховод. Основным элементом глушителя - звукопоглощающий волокнистый материал (рис.16.1).



Рис. 16.1. Устройство глушителя шума

При проектировании объектов для защиты от шума применяют различные архитектурно-планировочные и организационно-технические решения. К пассивным средствам относится защита расстоянием.

В качестве средств звукоизоляции можно применить звукоизолирующие ограждения зданий и помещений; звукоизолирующие кожухи оборудования. В шумном производстве широко применяются звукоизолирующие кабины, акустические экраны и выгородки. К средствам звукопоглощения в зависимости от конструкции относят звукопоглощающие облицовки и объемные (штучные) поглотители звука. Применение виброизоляции, как

правило тоже дает хороший эффект по снижению уровня звукового давления, в этих целях рекомендуется применять виброизолирующие опоры, упругие прокладки, конструкционные разрывы. При отсутствии возможности снижения шума в источнике применяют оснащение шумных машин средствами дистанционного управления и автоматического контроля, совершенствуют технологию ремонта и обслуживания производственного оборудования и транспортных средств.

Средства индивидуальной защиты от шума подразделяются на: противошумные наушники, противошумные вкладыши (беруши) из эластичного ППУ или волокнистых материалов, противошумные шлемы и каски (рис.16.2).



Рис.16.2. Использование противошумных наушников в зоне работы шумоактивного оборудования

Современные интеллектуальные наушники с встроенными анализаторами шума позволяют человеку слышать речь и координировать свои действия с коллегами. Выпускаются также коммуникационные наушники со встроенной рацией. Однако, по результатам исследований наушники реально снижают уровень звука на 11-18дБ. **СИЗ органа слуха - последнее и самое ненадёжное средство защиты**, и его использование допустимо только тогда, когда организационно-технические мероприятия не позволили снизить уровень шума до ПДУ. Использование СИЗ органа слуха не исключает необходимости периодически проводить профилактические медицинские обследования персонала, работающего в зоне работы вибро-шумоактивного оборудования.

**Активные методы защиты от шума** предполагают применение малозумных технологических процессов и оборудования, что часто бывает связано с изменением технологии производства и способа обработки

материала. Например, вместо метода холодной штамповки для получения изделий из листов стали, где уровень импульсного шума достигает 100 дБ в последнее время все чаще применяют метод лазерной резки (рис.16.3)



Рис. 16.3. Установка лазерной резки

Архитектурно-планировочные методы защиты от шума включают в себя:-  
рациональное размещение технологического оборудования, машин и механизмов, рабочих мест;

- рациональное акустическое планирование зон и режима движения транспортных потоков;

- создание шумозащищенных зон в различных местах нахождения человека.

**Любое препятствие на пути распространения звуковой волны может снизить уровень звукового давления** . Например, оконная конструкция из двойного стеклопакета толщиной 8 мм позволяет снизить уровень звука внутри помещения на 28 дБ.

Шумозащитные (акустические) экраны способны снизить уровень шума на 30-37 дБ за счет звукоотражения и звукопоглощения, их располагают в основном вдоль автотрасс и железных дорог. Такие экраны выполняют функцию акустических барьеров, создающих акустическую тень – зону с пониженным уровнем звука.

Помимо того, что шумозащитные экраны выполняют свою основную задачу – защита населения и природных зон от шумовой нагрузки, они еще и являются частью пейзажа, поэтому, стоит обращать внимание на их эстетическую сторону. Заборы из шумоотражающих экранов необходимо делать такими, чтобы они гармонично вписывались в общую архитектурную композицию и

ландшафт. Например, акустические экраны из полиметилметакрилата (ПММА) представляют собой прозрачную панель стойкую к атмосферному и механическому воздействию (рис. 16.4)

<http://arhmontag.ru/panel/shumozashhitnyj-jekran/> Сайт фирмы «Архмонтаж». Популярны также акустические экраны содержащие шумопоглощающие материалы (рис.16.5)



Рис.16.4 Акустический экран из ПММА



Рис.16.5. Сайт фирмы «РосМеталлоконструкции»

Хорошими звукопоглощающими свойствами обладают волокнистые материалы типа минеральной ваты, можно применять также вспененные полимерные материалы, например, пенополистирол.

### Контрольные вопросы

1. Назовите источники шума различного происхождения
2. Как подразделяется шум по характеру спектра и по временным параметрам?
3. Чем определяется величина звукового давления?
4. К каким заболеваниям приводит пребывание в условиях повышенного уровня звукового давления?
5. Приведите примеры средств снижения шума в источнике.
6. Каким образом можно снизить аэродинамический шум в воздуховоде?
7. Какие звукоизолирующие и звукопоглощающие материалы используются для пассивной защиты от шума?
8. Назовите архитектурно-планировочные методы защиты от шума.
9. Приведите примеры активных методов защиты от шума.

## 16.2. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Объектами защиты являются практически все водные объекты – реки, озера, моря, подземные водоемы и водотоки, болотные угодья, ледники, снежники.

Однако все крупные реки, внутренние и окраинные моря России испытывают интенсивную антропогенную нагрузку. Только на Каспийско-Азовский регион приходится примерно 8% годового речного стока России, проживает здесь порядка 80% населения России. Доля загрязненных стоков в общем объеме водоотведения в водные объекты остается на уровне почти 34%.

Дополнительными источниками загрязнения водных объектов являются аварийные ситуации при транспортировке нефти и нефтепродуктов, а также берегообрушение.

Река Волга фактически состоит из целого ряда водохранилищ - Ивановского, Угличского, Рыбинского, Горьковского, Чебоксарского, Куйбышевского, Камского, Воткинского, Саратовского, Волгоградского, которые соединены водотоком. Сочетание высокого уровня биогенных элементов в сточных водах и в водном объекте, низкой скорости течения, повышенной температуры воды в летнее время приводит к эвтрофикации акваторий водохранилищ



Рис.16.6. Космоснимок р. Волга в районе г. Саратов, фото космонавта А.Герста

На представленном снимке (рис.16.6) виден результат эвтрофикации Волги.

## Глава 17. СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ИСТОЩЕНИЯ

Производственная деятельность требует значительного количества воды, которая используется для технических и технологических целей, хозяйственно-питьевых нужд, для орошения, пожаротушения. В технологических процессах вода используется в качестве хладагента, теплоносителя, растворителя, абсорбента, моющего вещества, вода может быть частью продукции. Для воды водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования установлены гигиенические нормативы (ГН)- предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ более чем для 1350 ингредиентов. Самые строгие ПДК установлены для водоемов рыбохозяйственного назначения, и связано это с тем, что для жизнедеятельности и воспроизводства гидробионтов требуются соответствующие условия. Многократное превышение ПДК делает водоем непригодным для использования в рыбо-хозяйственных целях, для питьевого водоснабжения и отдыха.

Сброс в водоемы горячей воды может привести к гибели гидробионтов, не адаптированных к высоким температурам, поэтому необходимо также ограничение максимально-допустимой температуры сточных вод.

В соответствии с требованиями Водного Кодекса РФ охрана водных объектов организуется по следующим направлениям – охрана от загрязнения, засорения, истощения и деградации (эвтрофикации). Запрещается сброс в водные объекты отходов производства и потребления, загрязнение их нефтепродуктами, ядохимикатами и другими вредными веществами.

Основой всего комплекса мероприятий по охране водоёмов от загрязнения сточными водами предприятий являются:

- применение маловодных и безводных технологических процессов;
- создание и развитие замкнутых (оборотных) систем промышленного водоснабжения;
- применение эффективных способов очистки потоков сточной воды для использования в замкнутых контурах водообеспечения;

Для этого на предприятии необходимо:

- максимально внедрить воздушное охлаждение вместо водяного;
- многократно использовать воду в технологических процессах с целью предотвращения или минимизации объема сброса загрязнённых сточных вод;

– проводить рекуперацию теплоты технологических водных растворов путём теплообмена между их горячими и холодными потоками получением горячей воды;

- использовать водный конденсат для производственных нужд;

– внедрять обработку воды для предотвращения образования минеральных отложений, биообрастания, коррозии

- обеспечить оптимальный экономичный режим работы сетей и оборудования за счет снижения количества подпиточных и продувочных вод.

Для минимизации водопотребления и снижения нагрузки на городские очистные сооружения крупные предприятия обязаны организовывать замкнутые циклы водообеспечения (рис. 17.1). В водооборотный цикл при необходимости встраивают аппараты по подогреву, охлаждению, или очистке воды, вводят специальные добавки – биоциды, ингибиторы коррозии, умягчающие воду агенты.

ПРИНЦИПАЛЬНАЯ СХЕМА ЛОКАЛЬНОГО БЛОКА ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

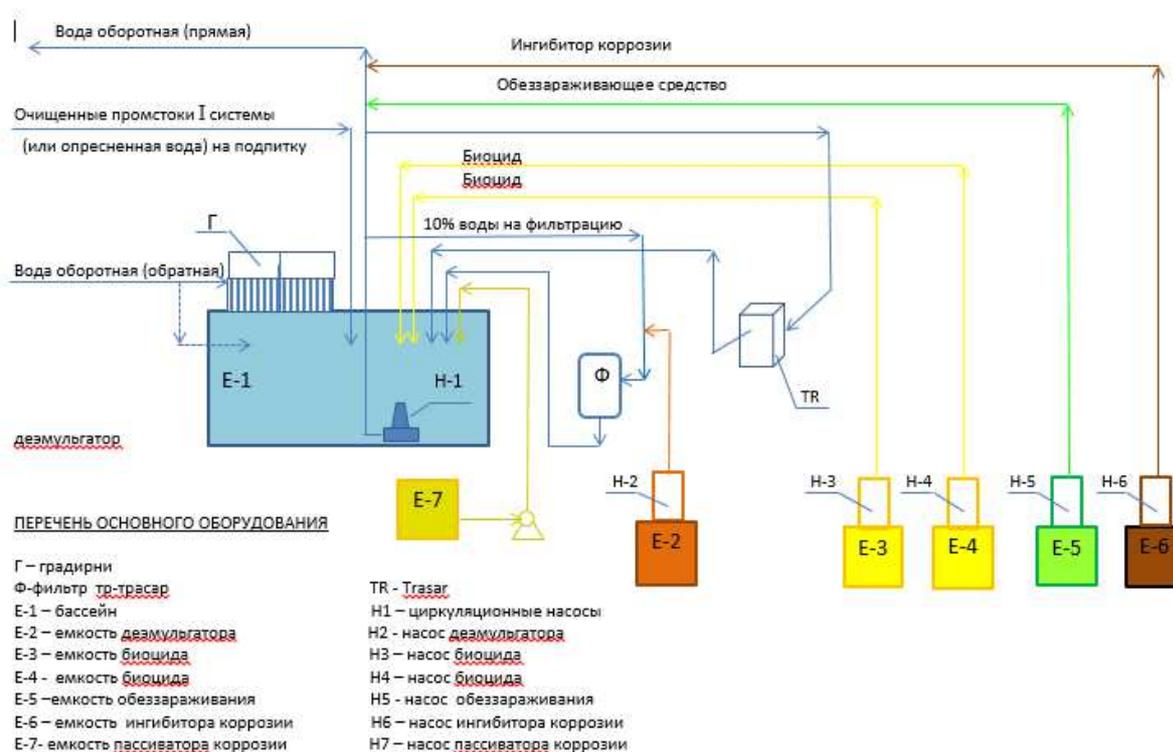


Рис. 17.1. Принципиальная схема блока оборотного водоснабжения.

Сточная вода предприятия формируется из 3-х видов стоков: бытового, производственного и ливневого. Бытовой сток с селитебных зон, предприятий и организаций, как правило, отводится в городские сети и подается на централизованные городские очистные сооружения. На

предприятиях часто возникают задачи разработки технологических схем очистки производственных и ливневых стоков. На основании экологических требований к показателям сточных вод перед сбросом в водоем или технических требований к качеству воды в замкнутом контуре принимаются решения по методам локальной и централизованной очистки воды.

## 17.1. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

**Механической очисткой** из сточных вод удаляются нерастворимые компоненты загрязняющие воду (твердые и поверхностные жировые загрязнения).

Механическая очистка применяется для отделения твердых и взвешенных частиц. Используются:

- процеживание;
- отстаивание (нефтеулавливание – как разновидность отстаивания);
- центрифугирование (инерционное разделение);
- фильтрация.

Процеживание – первичная стадия очистки сточных вод – вода пропускается через специальные металлические решетки (сита) с шагом 5 – 25 мм, установленные наклонно. Периодически они очищаются от осадка с помощью специальных поворотных приспособлений. Очищенная вода отводится из верхней части отстойника, а взвешенные частицы благодаря гравитации собираются в нижней части. Разновидностью отстойника являются песколовки. Нефтеуловители представляют собой горизонтальные отстойники, в которых нефть и вода разделяются из-за разности их плотностей. Выход очищенной воды происходит снизу, а нефтяная пленка собирается сверху и удаляется на утилизацию. Центрифугирование – осуществляется в гидроциклонах, принцип действия которых аналогичен циклонам для очистки газов и основан на сепарации (отделении) частиц твердой фазы во вращающемся потоке жидкости.

Фильтрация – пропускание воды через слой пористого материала. Фильтры очищают воду от тонкодисперсных твердых примесей даже при небольших концентрациях. Фильтроматериалы разнообразны: кварцевый песок, гравий, гранулированный уголь .

Механическая очистка сточных вод является подготовкой к биологической очистке, позволяет удалять до 70% - 95% примесей. Это самый дешёвый метод

очистки сточной воды от небольших количеств органических загрязнителей, в том числе нефтепродуктов.

Усовершенствованный метод механической очистки — **баромембранный** — используется вместе с традиционными методами и позволяет производить более тщательную очистку. Сточные воды под давлением подаются на специальную полупроницаемую полимерную мембрану (рис.17.2). Установки ультрафильтрации предназначены для очистки воды от взвешенных и коллоидных примесей, микроорганизмов, органических веществ в системах питьевого и технического водоснабжения

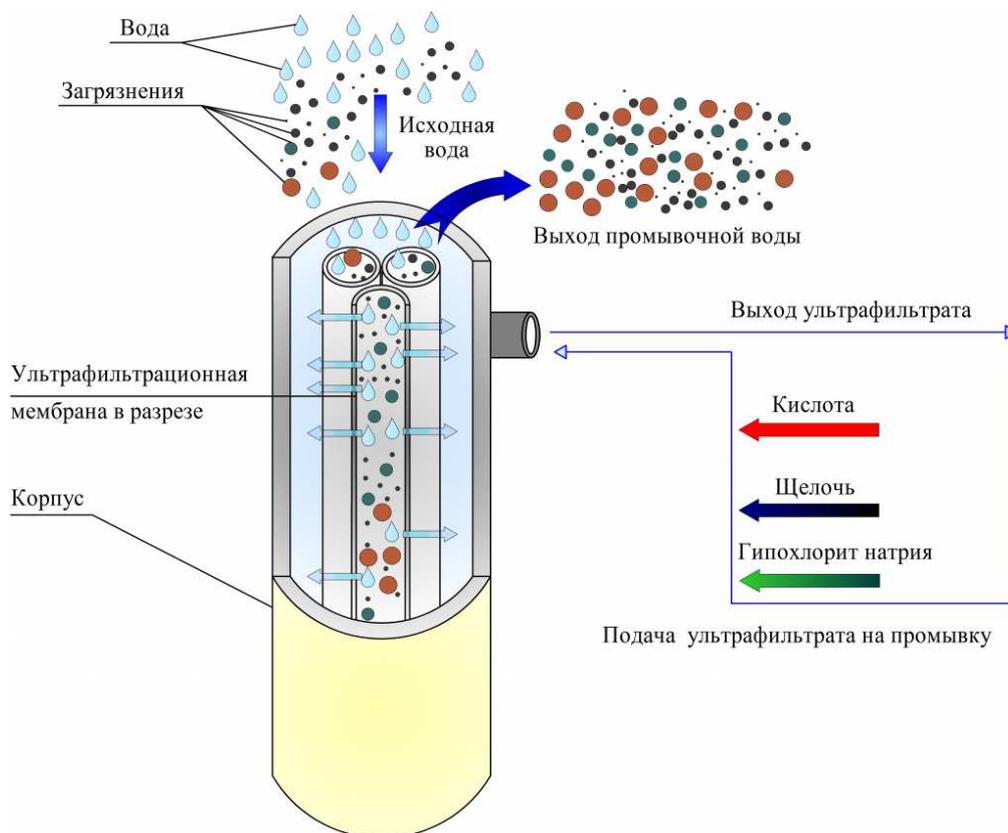


Рис.17.2 Технологическая схема ультрафильтрации

**Химическая обработка сточных вод** применяется для обезвреживания токсичных компонентов, нейтрализации, и обеззараживания. Нейтрализация – это обработка воды щелочами или кислотами, известью, серой, аммиаком и т.п. с целью обеспечения заданной величины водородного показателя pH. Условно нейтральными считаются воды, имеющие  $pH = 6,5 - 8,5$ . Самый простой способ нейтрализации сточных вод – смешение кислых и щелочных стоков.

Окисление – применяется как при водоподготовке, так и при обработке сточных вод для обеззараживания. В качестве окислителей традиционно применяют хлор и хлорсодержащие дезинфектанты. Однако из-за диоксиновой опасности наиболее перспективными являются другие окислители –

перекисного типа. Применяется также озон, однако по причине его высокой реакционной способности при озонировании необходимы особые меры безопасности.

При наличии в сточных водах растворенных форм токсичных металлов применяется метод реагентной очистки. Например, при обработке сточных вод электрохимических участков растворимые соединения хрома (6+) с помощью реагентов переводятся в нерастворимые соединения хрома (3+), а затем осадок высаживается и отфильтровывается. Метод требует довольно сложного аппаратного оснащения, в результате образуется значительное количество технологического отхода – гальванического пастообразного шлама.

**Физико-химическая очистка сточных вод** самый эффективных способ очистки воды, используются процессы коагуляции, сорбции, экстракции, электролиза, ультрафильтрации, ионообменной очистки и обратного осмоса. Метод также эффективен при очистке сточных вод от некоторых типов ионов, кислот, щелочей. Физико-химические методы очистки стоков позволяет очистить сточные воды от мелких и грубодисперсных частиц, а также растворённых соединений. Очистка стоков эффективна для предприятий, связанных с химической отраслью и на производствах, имеющих стоки с примесями неорганических соединений. Способ отличается высокой производительностью и эффектом очистки воды, но имеет большую стоимость при строительстве очистных сооружений и расходами по комплектации реагентами.

Физико-химическая очистка производственных сточных вод и стоков с минеральными соединениями носит название **коагуляция**; высокомолекулярными агентами – **флокуляция**. В качестве коагулянтов применяют соли железа и алюминия, которые превращаются в нерастворимые гидроксиды, образующиеся при этом хлопья удаляются из верхней части емкости. Флокулянты – это органические полимеры и активированная кремниевая кислота.

К недостатку данного метода очистки стоков можно отнести отсутствие универсального флокулянта для очистки стоков от различных загрязнителей.

В химической промышленности применяют **метод экстракции** – процесс разделения и извлечения примесей из смеси двух нерастворимых жидкостей (экстрагента и сточной воды). Недостатком является применение вспомогательных веществ.

**Биологическая очистка стоков** основана на использовании микроорганизмов, перерабатывающих распределенные в воде загрязнители

(преимущественно органические примеси). Применяются биофильтры с тонкой бактериальной плёнкой, биологические пруды с населяющими их микроорганизмами, аэротенки с активным илом из бактерий и микроорганизмов.

Биологическую очистку разделяют на аэробную и анаэробную, в зависимости от применяемых микроорганизмов. Аэротенки имеют высокую степень очистки и более эффективны, чем биофильтры для очистки сточных вод. В аэротенках производится аэрация воды и ее глубокая биологическая очистка.

При воздействии анаэробных бактерий в метантенках происходит процесс брожения и преобразование органики в метан и углекислый газ.

Для решения задач очистки сточных вод перед сбросом в водные объекты обычно применяют комбинированные методы. Выбор схемы очистки зависит от состава, свойств и объемов исходной воды, назначения водоема и нормативов ПДК.

## **17.2. МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ**

При организации новых производств и модернизации существующих предприятий необходимо предусматривать следующие меры по снижению негативных воздействий на водные экосистемы:

- водные объекты использовать на основе договора на водопользование или лицензии;
- строительство и модернизация очистных сооружений бытовых сточных вод населенных пунктов, включая сооружения по очистке ливневых/снеговых стоков с территории;
- ликвидация сброса сточных вод и исключение водопотребления на производственные нужды за счет перехода на ресурсосберегающие безводные технологии;
- ликвидация сброса сточных вод и сокращение забора свежей воды на производственные нужды за счет внедрения замкнутых циклов водоснабжения с внутренними очистными сооружениями;
- минимизация концентрации загрязнителей в водных объектах за счет устройства очистных сооружений производственных стоков перед сбросом;
- уменьшение забора свежей воды за счет сбора, очистки и использования ливневых/снеговых стоков с территории предприятий;

- снижение потерь воды за счет исключения утечек, уменьшения испарения и уноса воды из системы водообеспечения;
- модернизация технологических процессов (исключение применения водных растворов токсичных веществ, рекуперация токсичных растворов и их многократное использование);
- исключение сброса горячей воды в водоемы, использование избытка тепла для производственных и бытовых нужд;
- минимизация использования фосфорсодержащих ПАВ в синтетических моющих средствах для снижения сброса биогенного фосфора и эвтрофикации водоемов;
- исключение применения хлорирования для дезинфекции воды, использование УФ-обеззараживания, озона, ультрафильтрации и других современных методов, что позволит снизить вероятность образования диоксинов в воде.

Перечисленные мероприятия позволяют исключить или снизить сброс загрязняющих веществ, снизить тепловое загрязнение водоемов и уменьшить водопотребление.

### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите водные объекты, которые в наибольшей степени нуждаются в охране.
2. Назовите направления работы по защите водных объектов
3. В чем проявляется антропогенное и техногенное влияние на крупные водотоки?
4. Перечислите источники загрязнения водных объектов.
5. В чем причины эвтрофикации водоемов?
6. Охарактеризуйте методы механической очистки сточных вод.
7. В чем особенности баромембранной технологии ультрафильтрации?
8. В каких случаях применяется химическая обработка воды, какие реагенты при этом используются чаще всего?
9. Охарактеризуйте основные способы физико-химической очистки сточных вод.
10. Назовите основные этапы биологической очистки сточных вод. В каких случаях этот способ применять нецелесообразно?
11. Какие мероприятия по защите водных объектов необходимо реализовать на территории промышленно-транспортного центра?

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цели ООН в области устойчивого развития Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 г.» [Электронный ресурс], Минприроды РФ, 2016 г.- Режим доступа: <http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/f68/2015.pdf>.
2. Гордон А.В. Китай: Растущие проблемы. Обзор спец.выпуска журнала Амер. Акад. «Дедал» (Daedalus/-Cambridge Mass., 2014.-Vol.143.№2): Спец. Информация/ РАН. ИНИОН. Центр науч.-информ. исслед. глобал. и регионал. пробл. Отд. Азии и Африки; Авт.Гордон А.В.-М.-,2015.-40 с.
3. Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях, 22 мая 2001 г., United Nations, Treaty Series, vol. 2256 [Электронный ресурс]. — Режим доступа. [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/pdf/pollutants.pdf](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/pollutants.pdf)
4. Амирова З.К., Сперанская О.А. Новые стойкие органические супертоксианты и их влияние на здоровье человека.- Издательство Москва, 2016 г, 169 с.-Режим доступа: <http://www.ecoaccord.org/pop/rr.pdf>
5. Федеральная целевая программа «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2015-2020 годы) Режим доступа: <http://www.mnr.gov.ru/>
6. ГОСТ Р ИСО 14001.Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению.
7. Экологическая политика ОАО «Газпром» .-Режим доступа: <http://pererabotka.gazprom.ru/d/textpage/14/20/ehkologicheskaya-politika-gazprom-2015.pdf/> Официальный сайт ОАО «Газпром»
8. Экологическая политика ПАО «КАМАЗ» . Режим доступа: - <http://www.kamaz.ru/about/policy/eco-policy/> Официальный сайт ПАО «КАМАЗ»
9. Политика Toshiba в области экологического развития Режим доступа: [http://www.toshiba-memory.com/cms/ru/meta/environmental\\_management/environmental\\_policy.html](http://www.toshiba-memory.com/cms/ru/meta/environmental_management/environmental_policy.html) / Сайт корпорации Toshiba
- 10.Бесков В.С., Сарафанов В.С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии: Учебник для вузов. - М.: Химия. 1999. 472 с.: ил. ISBN 5-7245-1133-9. [с. 38-39]
- 11.Никитина Е.Н. Экологизация как необходимое условие инновационного развития.- Современная наука и образование: инновационный аспект: Сборник научных трудов по материалам Междунар. научно-практич.

- конф.31 июля 2013 г. В 3 частях. Ч.1Мин-во обр. и науки-М.: «АР-Консалт», 2013 г.-стр.130-132
- 12.СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03"Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»
- 13.Ветошкин А.Г. Технология защиты окружающей среды: теоретические основы: учеб. пособие для бакалавров/ А.Г.Ветошкин, К.Р.Таранцева; под ред. А.Г. Ветошкина. – М.: ИНФРА – М, 2015.-362с
- 14.Росляков П.В. Методы защиты окружающей среды: учебник для вузов.- М.: ИД МЭИ, 2007. -336с.
- 15.Наилучшие доступные технологии: опыт и перспективы / Е.Б. Королева, О.Н. Жигилей, А.М. Кряжев, О.И. Сергиенко, Т.В. Сокорнова. — СПб. ООО «Ай-Пи»,2011. — 123 с. : ил.-Режим доступа: [www.ecoprofi.info](http://www.ecoprofi.info)
- 16.А.Бреман, К.Кюгель Аддитивное производство – прорыв в арматуростроении? (перевод статьи). -Арматуростроение №3 (96), 2015, с.68-73 [http://www.valve-industry.ru/pdf\\_site/96/96\\_68-75\\_Bregman\\_Kunkel.pdf](http://www.valve-industry.ru/pdf_site/96/96_68-75_Bregman_Kunkel.pdf) 12.мая 2017
- 17.P.T. Anastas, J.C.Warner, Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford University Press, New York, 1998, p.30
- 18.Никитина Е.Н. Экологические требования по обеспечению химической безопасности при разработке промышленных технологий - Экология и промышленность России, 2017.том 21,№5, с. 57-63.
- 19.Стратегический подход к международному регулированию химических веществ (СПМРХВ) The Strategic Approach to International Chemicals Management (SAICM)UNEP/GC.27/9/Add. Среднесрочная стратегия на период 2014-2017 годов [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: <http://www.saicm.org/>

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	4
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	6
<b>Раздел 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</b> .....	8
<b>Глава 1. НОВЫЕ ЦЕЛИ В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ</b> ...	8
1.1. Концепция устойчивого развития.....	8
1.2. Оптимизация производства и потребления ресурсов.....	10
1.3. Цели в области устойчивого развития.....	13
1.4. Модели экономического развития.....	16
1.5. Показатели устойчивого развития территории.....	17
<b>Глава 2. ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТА ТЕХНОСФЕРЫ</b> .....	19
2.1. Жизненный цикл объекта техносферы.....	19
2.2. Экологические требования на различных стадиях жизненного цикла объекта техносферы .....	20
<b>Глава 3. НАКОПЛЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ УЩЕРБ КАК РЕЗУЛЬТАТ ИГНОРИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ</b> ....	26
3.1. Зоны с особым экологическим статусом.....	26
3.2. Объекты накопленного экологического ущерба.....	28
3.3. Подземные техногенные линзы и хранилища опасных отходов	31
<b>Глава 4. ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ СТОКГОЛЬМСКОЙ КОНВЕНЦИИ ПО СТОЙКИМ ОРГАНИЧЕСКИМ ЗАГРЯЗНИТЕЛЯМ</b> .....	35
4.1. Характеристика стойких органических загрязнителей.....	35
4.2. Непреднамеренные выбросы СОЗ.....	38
4.3. Выполнение обязательств по реализации Стокгольмской конвенции по СОЗ.....	39
<b>Глава 5. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ</b> .....	41
5.1. Виды экологических показателей.....	41
5.2. Удельные экологические показатели.....	45
5.3. Показатели энергопотребления.....	46
5.4. Экологические показатели оборудования.....	49
5.5. Показатели эффективности экологического управления.....	51
<b>Глава 6. СОЗДАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРЕДПРИЯТИИ</b> .....	55
6.1. Стандарты систем экологического менеджмента серии ISO 14000.....	55
6.2. Экологические аспекты производственного процесса .....	59
6.3. Разработка экологической политики организации.....	64
6.4. Примеры экологической политики крупных корпораций.....	66

<b>Раздел 2. ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ.....</b>	<b>72</b>
<b>Глава 7. МЕТОДЫ АКТИВНОЙ И ПАССИВНОЙ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....</b>	<b>72</b>
7.1. Пассивные методы защиты окружающей среды и человека ....	72
7.2. Активные методы защиты окружающей среды и человека от вредных воздействий.....	75
7.3. Природоподобные производственные технологии.....	78
7.4. Экологизация процессов в химической промышленности.....	81
<b>Глава 8. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ ОТХОДОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ.....</b>	<b>84</b>
8.1. Общие сведения об отходах.....	84
8.2. Обеспечение экологической безопасности при захоронении отходов.....	86
8.3. Опасные свойства отходов.....	87
8.4. Отходообразующие виды деятельности.....	89
8.5. Классификация отходов .....	91
8.6. Радиоактивные отходы.....	94
8.7. Особенности обращения с медицинскими и биологическими отходами.....	95
8.8. Правила экологически безопасного накопления отходов на предприятии.....	97
8.9. Переработка отходов.....	98
<b>Раздел 3. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ.....</b>	<b>105</b>
<b>Глава 9. ПОНЯТИЕ О НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ.....</b>	<b>105</b>
9.1. Справочники НДТ.....	106
9.2. Области применения НДТ.....	109
<b>Глава 10. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ АСПЕКТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВ.....</b>	<b>112</b>
10.1. Теоретические основы процесса производства ППУ.....	112
10.2. Анализ технологической схемы производства ППУ RIM- методом.....	113
10.3. Анализ экологических аспектов процесса производства ППУ	115
10.4. Рекомендации по экологизации процесса и продукции.....	117
<b>Глава 11. САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫЕ ЗОНЫ И САНИТАРНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ.....</b>	<b>119</b>
11.1. Понятие о санитарно-защитных зонах.....	119
11.2. Санитарная классификация предприятий.....	121
11.3. Алгоритм обоснования размера СЗЗ.....	122
<b>Глава 12. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И</b>	<b>128</b>

ЧЕЛОВЕКА ОТ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ.....	
12.1. Специфические свойства аэрозолей.....	128
12.2. Инженерная защита от выбросов взвешенных веществ в воздушную среду.....	131
<b>Глава 13. ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЫБРОСОВ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В АТМОСФЕРУ.....</b>	<b>141</b>
13.1. Общие сведения о летучих органических загрязнителях.....	141
13.2. Опасные свойства ЛОС.....	142
13.3. Методы защиты от ЛОС.....	145
13.3. Пример расчета эколого-экономического эффекта при внедрении газоуравнительной системы.....	151
<b>Глава 14. ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАМКНУТЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЦИКЛОВ КАК ТЕХНОЛОГИЯ РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ.....</b>	<b>157</b>
14.1. Организация замкнутых циклов при производстве полимерного профиля методом экструзии.....	158
14.2. Общие принципы экологизации промышленных технологий	163
<b>Глава 15. ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ОПАСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....</b>	<b>164</b>
15.1. Принципы экологизации производства.....	164
15.2. Методы и средства защиты от шумовых воздействий.....	170
<b>Глава 16. ТЕХНОГЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ШУМА И ВИБРАЦИИ.....</b>	<b>171</b>
16.1. Защита от шумовых воздействий.....	172
16.2. Методы защиты водных объектов.....	177
<b>Глава 17. СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ИСТОЩЕНИЯ.....</b>	<b>178</b>
17.1. Современные методы очистки сточных вод.....	180
17.2. Мероприятия по снижению негативных воздействий на водные экосистемы.....	183
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....</b>	<b>185</b>

*Учебное пособие*

*НИКИТИНА Елена Николаевна*

**ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

Редакторы:

*Е. С. Захарова  
И. А. Назарова*

Используемое программное обеспечение:  
Microsoft Office 2003-2010  
Adobe Reader 7.0 и выше

Подписано к использованию 29.11.17г.  
Объем издания 4,90 Мб  
Тираж 25 CD-R. Рег. № 11/17sf

---

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Самарский государственный технический университет»  
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Главный корпус