

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ**

# **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Ташкент 2009

Представленное учебное пособие содержит материалы о технологических процессах различных производств автотранспортного комплекса, необходимых для оценки состояния различных производственных систем. Также содержатся сведения об отрицательном влиянии автотранспорта на состояние ОС, об основных терминах и понятиях курса об экологической экспертизе экологическом паспорте предприятия.

Авторы:

Г.А. Касимова  
к.т.н. доцент каф. «АТД и Э»  
Г.Д. Якубова  
ассистент каф. «АТД и Э»

Рецензенты:

Х.Х. Ярмухамедов  
к.т.н. доцент каф. «АТД и Э»  
  
Т.Д. Сидикова  
к.т.н. доцент каф.  
«Химмотология»

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение. Основные понятия и термины предмета « Оценка экологического состояния промышленного предприятия »</b>	<b>4</b>
<b>Воздействие промышленности и транспорта на окружающую природную среду (общие положения)</b>	<b>6</b>
<b>Воздействие на окружающую среду процессов добычи минеральных и энергетических ресурсов.</b>	<b>11</b>
<b>Переработка сырья — производство конструкционных, эксплуатационных и дорожно-строительных материалов</b>	<b>17</b>
<b>Изготовление (строительство) транспортных средств и инженерных сооружений</b>	<b>32</b>
<b>Использование (эксплуатация) транспортных средств и участка дороги</b>	<b>29</b>
<b>Восстановление работоспособности ( техническое обслуживание,ремонт ) объектов транспорта</b>	<b>45</b>
<b>Методы и результаты оценки воздействия промышленности и транспорта на окружающую среду</b>	<b>51</b>
<b>Организация работы по обеспечению экологической безопасности</b>	<b>58</b>
<b>Государственная экологическая экспертиза (гээ)</b>	<b>62</b>
<b>Экономический ущерб от промышленного загрязнения окружающей среды</b>	<b>65</b>

# 1. ВВЕДЕНИЕ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНЫ ПРЕДМЕТА « ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ »

## План:

- 1 Введение.
- 2 Понятие техногенеза и техносферы .
- 3 Предметы и основные термины курса.

Человечество как биологический вид и социальная общность неразрывно связано с процессами, происходящими в окружающей среде, и во все возрастающих масштабах черпает из нее ресурсы, загрязняет отходами, продуктами жизнедеятельности. Все происходит в тончайшем слое «жизненного пространства» — биосфере. Эта «оболочка жизни» находится в постоянном движении веществ, совершающих круговорот органических веществ в цепочке: почва — растения — животные — человек — почва (сток), а также неорганических веществ в рамках других цепочек естественного круговорота, ибо природа создала механизмы постоянного круговорота основных химических элементов между неживыми и живыми компонентами окружающей среды в биосфере.

В соответствии с законом сохранения массы (вещества) при любом физическом или химическом изменении вещество не возникает и не исчезает, но лишь изменяет свое физическое или химическое состояние. За длительное время установились, причем в очень узких диапазонах, значения параметров окружающей среды, при которых существует жизнь. Мы привыкли говорить о потреблении или расходовании ресурсов. Но мы не потребляем вещество, а только временно пользуемся какими-то видами ресурсов Земли, перемещая их, превращая в продукты или полезные товары. Все, что выброшено, остается с нами.

В настоящее время (2000) население Земли достигло шестимиллиардной величины. Вторая после Китая страна в мире — Индия — стала иметь миллиард жителей. Человеческая деятельность (строительство жилья, дорог, земледелие, добыча природных минеральных ресурсов, промышленное производство), имеющая целью достижение определенного благосостояния (комфорта), изменяет природные ландшафты, создает новую искусственную среду обитания человека, чуждую ему как биологическому существу. Несколько поколений, многие сотни миллионов людей живут в трансформированной природной среде (в мегаполисах, городских агломерациях, на освоенных территориях), пытаются приспособиться, адаптироваться к ней. Однако сформированный в процессе эволюции человеческий организм весьма чувствителен к изменению параметров окружающей среды, многие механизмы влияния которых на живые организмы остаются непознанными. Раньше, когда численность населения на планете была небольшой и уровень антропогенной нагрузки незначителен, это влияние компенсировалось адаптационными способностями живых организмов.

На рубеже XXI в. ситуация изменилась. Экспериментально подтверждены необратимые изменения значений параметров окружающей среды от ранее существовавших, что все чаще приводит к экологическим кризисам и катастрофам на локальном уровне (фотохимический смог, кислотные осадки, загрязнение водоемов биогенами) и в глобальном масштабе (образование парникового эффекта, разрушение озонового слоя в стратосфере).

Актуальными являются следующие вопросы:

1. Оценка влияния промышленности и транспортных коммуникаций на устойчивое социально-экономическое развитие регионов, обеспеченности транспорта топливно-энергетическими, минеральными и другими природными ресурсами.
2. Приборное обеспечение и осуществление производственного экологического

контроля линейных транспортных сооружений с учетом движения транспортных потоков, а также промышленных предприятий, транспорта, транспортных средств, строительной техники, материалов.

3. Создание средств и методов предотвращения загрязнения окружающей среды и истощения природных ресурсов при реализации жизненных циклов объектов транспорта, инженерных сооружений с использованием малоотходных и ресурсосберегающих технологий, включая биотехнологии.

4. Оценка ресурсо- и средовоспроизводящей способности ландшафтов при воздействии промышленности и транспортных систем, конструирование искусственных экосистем на придорожных территориях.

5. Экологическое нормирование промышленно-транспортной нагрузки на экосистемы; формирование экологических требований к объектам транспортной техники, технологиям, материалам.

6. Разработка механизмов управления природоохранной деятельностью и рациональным использованием природных ресурсов в промышленности и на транспорте.

7. Прогнозирование чрезвычайных экологических ситуаций и локальных экологических катастроф, связанных с промышленно-транспортной деятельностью, и обоснование мер по их предотвращению.

азование парникового эффекта, разрушение озонового слоя в стратосфере).

Окружающая среда (ОС) — совокупность природных тел (атмосферы, гидросферы, литосферы, биосферы) и культурных (техногенных) объектов, предметов социальной и производственной деятельности человека.

Транспортный комплекс представляет собой технико-экономическую структуру, предназначенную для перевозки грузов и людей, и включает:

— систему проектирования, строительства, реконструкции, ремонта, содержания дорог, мостов, тоннелей и других сооружений;

— автомобильную, авиационную, судостроительную промышленность, строительное дорожное и транспортное машиностроение;

— сферу эксплуатации и ремонта этих машин, поддержания работоспособности автомобильного транспорта, дорожного хозяйства, службы управления движением;

— промышленность строительных материалов, шин, топлив и масел, электротехнических устройств, запчастей, эксплуатационных жидкостей.

Объекты транспорта — автомобили, мотоциклы, самолеты, суда, локомотивы и другие транспортные средства, оснащенные энергоустановками и обеспечивающие выполнение транспортной работы, а также инженерные сооружения (дороги, мосты, путепроводы).

Жизненный цикл (ЖЦ) объекта транспорта — хронологически выраженная последовательность этапов *создания* (добычи и переработки сырья, производства конструкционных, эксплуатационных, дорожно-строительных материалов, транспортировки, хранения) *производства* (изготовления объекта), *использования*, *восстановления работоспособности и утилизации* техники или сооружения.

*Этап создания* включает добычу и переработку сырья, производство конструкционных, строительных материалов, из которых состоит объект транспорта, расходуемых эксплуатационных материалов, необходимых для его функционирования.

*Этап производства* включает изготовление узлов, деталей, сборку объектов транспорта, строительство инженерных сооружений (участка дороги, моста, путепровода).

*Этап использования* (эксплуатации) включает выполнение транспортной работы в период нормативного срока службы транспортного средства или использование участка дороги, моста,

*Этап восстановления работоспособности* предусматривает проведение технического обслуживания (содержания) и ремонта объекта транспорта с восстановлением деталей, узлов, агрегатов, выработавших ресурс или замену их.

*Этап утилизации* объекта транспорта предусматривает разборку (ликвидацию),

переработку непригодных к восстановлению деталей и узлов, повторное использование конструкционных, строительных и эксплуатационных материалов на предыдущих этапах жизненного цикла объектов транспорта или в других сферах деятельности, захоронение отходов.

**Вопросы:**

1. Объясните понятия «техносфера», «техногенез», «антропогенные источники», «геологическая среда»?
2. Какой круг проблем затрагивает предмет «Оценка экологического состояния предприятия»?
3. Что такое транспортный комплекс?
4. Как вы понимаете «жизненный цикл объекта транспорта»?

**2. ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ (ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ)**

**План:**

1. Влияние автомобилизации на ОС.
2. Виды воздействия объектов транспорта на ОС.
3. Виды воздействия дороги и транспортного комплекса на ОС.

Промышленность и транспорт оказывают на окружающую среду, отдельные экосистемы как положительное, так и отрицательное влияние. С одной стороны, нарушаются принципы функционирования экосистем, они могут деградировать и потерять устойчивость, но с другой — транспорт обеспечивает движение материальных потоков (строительство автомобильных дорог, аэродромов, пристаней, создание транспортной техники, организация и управление движением транспортных средств, хранение товаров), обеспечивает комфортабельные условия жизнедеятельности людей.

Транспортное средство является источником повышенной опасности для здоровья и жизни людей из-за возможного вовлечения в дорожно-транспортные происшествия (ДТП), загрязнения ОС вредными выбросами, транспортного дискомфорта, потребления природных ресурсов, но вместе с тем несет положительные социально-экономические и морально-психологические эффекты (табл. 1.) [2].

**Таблица 1. Влияние автомобилизации на окружающую среду**

<b>Позитивные аспекты</b>	<b>Негативные аспекты</b>
Развитие торговли, политических, культурных связей, расширение контактов	Нарушение газового и энергетического равновесия в атмосфере
Стимулирование научно-технического прогресса, предоставление рабочих мест	Истощение ресурсов атмосферы, полезных ископаемых, пресной воды
Включение транспорта в производственные процессы и сокращение инновационных циклов при производстве товаров	Уничтожение живых организмов в дорожно-транспортных происшествиях
Ощущение свободы и независимости индивида	Отравление биологических ресурсов, в том числе растений, животных, человека
Расширение возможностей для проживания в благоприятных условиях	Усиление стрессовых нагрузок участников движения
Расширение жизненного пространства для отдельного индивида	Уменьшение жизненного пространства за счет отчуждения площадей территорий

Повышение доступности социально-бытовых услуг для потребителей	Сокращение биологической продуктивности ландшафта
Удовлетворение потребности на широкий ассортимент товаров, свежие продукты	Нарушение гармонии городских застроек и сельских ландшафтов
Ощущение радости от быстрой езды, комфорта и удобства в неблагоприятных погодных условиях	Рост налогов и затрат, связанных с автотранспортом. Изменение структуры семейного бюджета

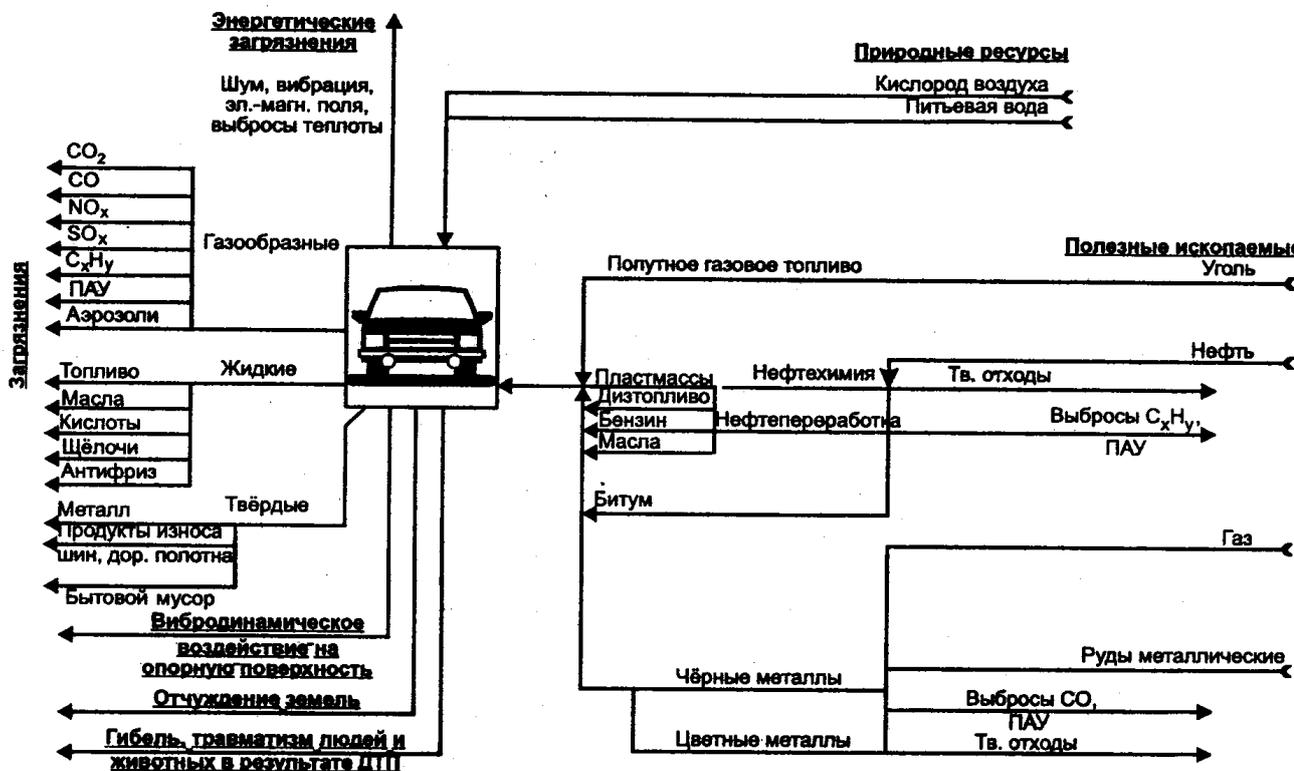


Рис. 1. Виды воздействия транспортных объектов на окружающую среду

На рис.1. схематично указаны основные виды негативного воздействия транспортного средства на окружающую среду в процессе реализации его жизненного цикла, начиная от производства черных и цветных металлов, топлив, масел и заканчивая его разрушением. Положительные и негативные аспекты функционирования транспортных средств формализуются в виде вектора требований к их конструкции, направленность которого меняется во времени под действием различных факторов, что приводит к усложнению технологий изготовления и использования, увеличению финансовых затрат. Можно выделить несколько рубежных точек, которые служили причиной для изменения приоритетов требований [7].

В 50-е годы XX столетия требования диктовались североамериканскими производителями автотранспортных средств (АТС) и были ориентированы на повышение комфорта. Это было время автомобилей больших габаритных размеров с мощными быстроходными карбюраторными двигателями, широким использованием автоматических трансмиссий и электрических сервоприводов.

В 60-е годы основное внимание уделялось безопасности пассажиров в связи с принятием соответствующего закона в США. Сделаны шаги в направлении повышения пассивной безопасности конструкции при фронтальном столкновении.

В конце 60-х — начале 70-х годов введение ограничений на выбросы токсических веществ с отработавшими газами АТС в США, Японии и затем Западной Европе привело к тому, что основным приоритетом стало уменьшение выбросов  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_x\text{H}_y$ ,  $\text{NO}_x$ , сажи с отработавшими газами.

Следующий рубежный пункт (середина 70-х—начало 80-х годов) связан с мировыми нефтяными кризисами. Основной приоритет состоял в повышении топливной экономичности.

Следующая смена приоритетов (с середины 80-х годов и до начала 90-х годов) продиктована ужесточением конкурентной борьбы между производителями АТС. На первом плане — улучшение тягово-скоростных свойств за счет использования высокофорсированных ДВС.

Дальнейшее ужесточение конкурентной борьбы привело в 90-х годах к смещению приоритетов в сторону повышения комфортабельности и пассивной безопасности конструкции за счет внедрения в массовое производство электронного управления силовым агрегатом и трансмиссией, кондиционеров, новых методов расчета и проектирования.

В конце 90-х годов основное требование — повышение безопасности за счет использования новых поколений антиблокировочных систем, совмещенных со средствами предотвращения столкновений, бортовых навигационных систем, других интеллектуальных технологий на базе развития автомобильной микроэлектроники и информатики. Появилась техническая возможность снизить безопасное расстояние между движущимися АТС в 3-4 раза, информировать водителей о возможных препятствиях на маршруте, оптимизировать режимы движения применительно к складывающимся ситуациям на дороге.

На рубеже веков и на среднесрочную перспективу основным является требование минимизации потребления ископаемых углеводородных топлив при обеспечении высокой транспортной эффективности, требуемого (нормативного) уровня безопасности выполнения транспортных услуг, транспортного комфорта, безвредности воздействия на окружающую среду.

Автомобильная дорога как инженерное сооружение при своем проложении на местности нарушает природные ландшафты, изменяет режим стока поверхностных и грунтовых вод, оказывает другие негативные воздействия (табл. 2).

Таблица 2. Воздействие дороги на окружающую среду

<b>Вид негативного воздействия</b>	<b>Мероприятия</b>
Изъятие местных природных ресурсов	Отчуждение земельной площади (постоянное и временное). Добыча каменных материалов, песка, грунта. Снятие почвы, дернового слоя
Изменение рельефа местности	Устройство насыпей выше (ниже) возвышений местного рельефа, с уположенными и рекультивированными откосами, выемок, боковых резервов. Отвалы неиспользованного грунта. Разработка сосредоточенных резервов, сочетающихся после рекультивации с естественным рельефом, глубоких карьеров
Гидротехнические работы	Осушение (дренаж) земель, болот. Регулирование стока (водоотвод). Устройство напорных водопропускных сооружений. Изменение русла водотоков. Устройство насыпей на болотах
Технологические загрязнения	Выделение минеральной пыли. Шум, вибрация строительных машин, от взрывных работ. Сток грунтовой суспензии, сточных вод. Засорение поверхности в местах временных сооружений, стоянки машин, проведения взрывных работ. Прокладка коммуникаций в придорожной полосе. Обработка пестицидами, противогололедными веществами

Транспортные загрязнения	Отработавшие газы транспортных средств. Транспортный шум, вибрации. Бытовое загрязнение придорожных земель проезжающими. Рекреационные нагрузки
--------------------------	---

При пересечении речных долин на подходах к искусственным сооружениям нарушается средняя скорость преобладающих ветров, что приводит к изменению микроклимата и взаимосвязанных с ним экосистем. Дорога может нарушить традиционные сезонные пути миграции животных и насекомых, архитектурные и археологические памятники. Использование противогололедных материалов, дорожная пыль и эрозия почв при вскрышных работах подавляет придорожную растительность, загрязняет водоемы и водотоки. Использование при сооружении конструктивных дорожных слоев отходов местных строительных материалов и отходов промышленного производства (пиритовые огарки, ртутьсодержащие отходы, каменноугольные дегти, смолы, радиоактивные породы, шламы цветной металлургии и энергетики) приводят к загрязнению придорожной полосы токсичными веществами.

Инженерные сооружения (мостовые переходы, трубы, развязки, тоннели различного заложения, подпорные стенки, защитные сооружения) имеют свою специфику влияния на окружающую среду. При строительстве мостовых переходов происходит переформирование береговой линии, изменение сечения водотока и контуров водоемов, нарушается гидрологический режим, проявляются размывы. Могут быть уничтожены нерестилища рыб и зимовальные ямы.

Таким образом, основными *видами воздействия* транспортного комплекса на окружающую среду являются:

- отчуждение площадей территорий под дороги и объекты транспортной инфраструктуры, эрозионные процессы, осушение, рубки лесов, карьерная разработка строительных материалов;
- изъятие природных минеральных, водных, энергетических ресурсов;
- технологическое и транспортное загрязнение вредными веществами, шумом, вибрациями, теплотой, электромагнитными и ионизирующими излучениями окружающей среды (воздуха, воды, почвы, биоты) предприятиями транспорта и дорожного хозяйства, дорогами как линейными сооружениями (транспортными потоками).

Мероприятия, позволяющие снизить воздействие транспорта на ОС:

- совершенствование нормативно-правовой базы для обеспечения экологической безопасности (устойчивого развития) промышленности и транспорта;
- создание экологически безопасных конструкций объектов транспорта, эксплуатационных, конструкционных, строительных материалов, технологий их производства;
- разработка ресурсосберегающих технологий защиты ОС от транспортных загрязнений;
- разработка алгоритмов и технических средств мониторинга ОС на транспортных объектах

### **Вопросы:**

1. Позитивные и негативные аспекты влияния автомобилизации на ОС?
2. Какие виды воздействия АТК на ОС вы знаете?
3. Как изменялся вектор требований к конструкции автомобилей во времени под действием различных факторов?
4. Какое негативное влияние оказывает дорога как инженерное сооружение на ОС?
5. Назовите основные виды воздействия транспортного комплекса на ОС и мероприятия, позволяющие снизить воздействие транспорта на окружающую среду?

### **3. Воздействие на окружающую среду процессов добычи минеральных и энергетических ресурсов.**

#### **План:**

1. Экологический баланс транспортного средства.
2. Понятие минералооборота.
3. Источники загрязнения окружающей среды при добыче полезных ископаемых.
4. Мероприятия по снижению негативного воздействия на ОС при получении ресурсов.

**Ключевые слова:** экологический баланс, минералооборот, периодические и непрерывнодействующие источники загрязнения, открытая, полукрытая и закрытая системы добычи.

Воздействие на окружающую среду транспортных объектов происходит на всех этапах их жизненных циклов, начиная от добычи сырья, его переработки (получение материалов), изготовления, использования (эксплуатации), поддержания работоспособности и заканчивая утилизацией конструкций машин, сооружений и захоронением отходов. На каждом из этих этапов происходит отчуждение земель, потребление материалов, энергозатраты, загрязнение воздуха, воды, почвы вредными и токсичными веществами, отходами, виброакустическое и электромагнитное излучение.

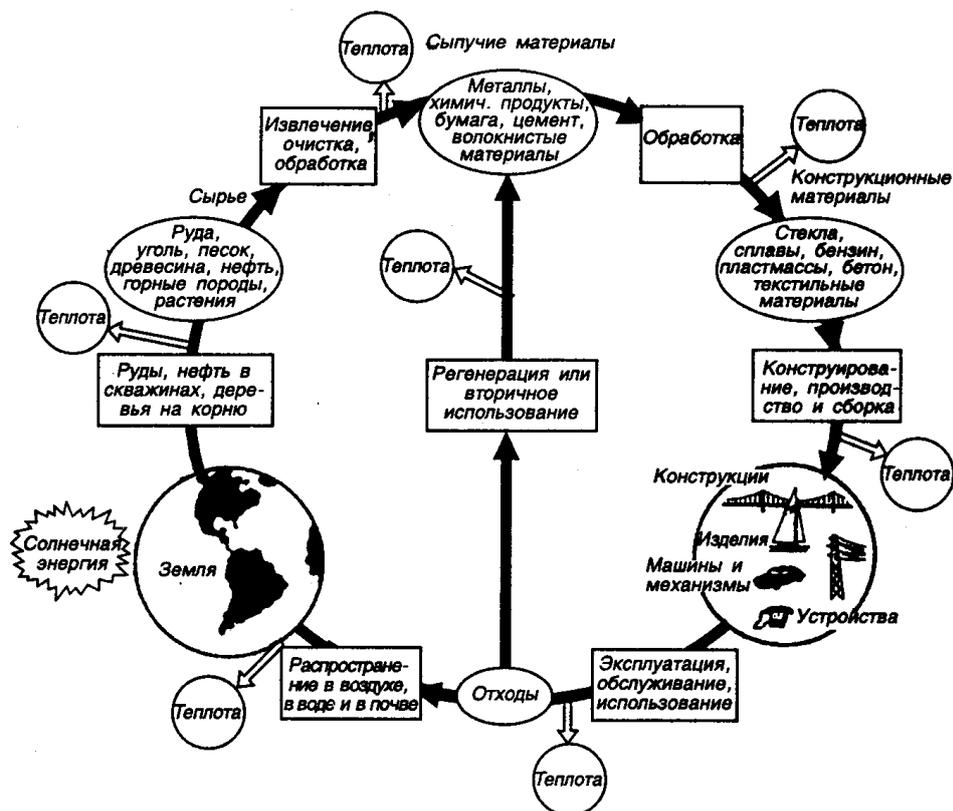
Экологический баланс транспортного средства — совокупность всех видов негативного воздействия объекта на окружающую среду при реализации жизненного цикла. Экологический баланс можно представить в виде поточных процессов обмена энергией и веществом, выраженных в виде сумм объемов потребления материалов, выбросов вредных веществ, энергозатрат на каждом этапе жизненного цикла одиночного транспортного средства или сооружения. Количественная оценка экологического баланса важна для определения значимости различных мероприятий по совершенствованию конструкций объектов транспортной техники и технологий на каждом этапе жизненного цикла; а также для обоснования значений показателей при осуществлении их нормирования.

Параметрические загрязнения не могут накапливаться в ландшафтах биосферы, т. е. не обладают аддитивностью и в экологический баланс транспортного объекта не входят. Однако они являются составляющей поточного процесса обмена энергией и поэтому являются предметом рассмотрения в данной главе.

Оценим составляющие экологического баланса через призму используемых технологий на каждом из этапов жизненного цикла транспортного средства и дороги как инженерного сооружения.

#### **Получение минеральных и энергетических ресурсов**

Схема циркуляции (минералооборота) включает извлечение сырья, обработку и удаление примесей, превращение в желаемую форму, производство продукции (изделий), эксплуатацию (использование), превращение в отходы, утилизацию отходов, повторное, использование рис2.



**Рис 2. Обобщенная схема извлечения и обработки сырья для получения материалов используемых в ЖЦ транспортных объектов [19]**

Сырье (руда, уголь, нефть, газ, песок, древесина, горные породы), используемое в жизненном цикле объектов транспорта, извлекаются с поверхности или из верхнего слоя литосферы.

Минерал — неметаллическое или металлическое твердое вещество, образующееся в земной коре в ходе природных процессов. Неметаллические минералы — соль, глина, силикаты, песок, гравий.

Соединения, содержащие железо, золото, алюминий, медь, — металлические минералы.

Руда — минеральное сырье, содержащее достаточное количество металлов, чтобы их можно было извлечь и продать с получением прибыли. Наблюдаемая тенденция — среднее содержание железа в сырой руде за последние 30 лет уменьшилось с 51 до 35%, а расход сырой руды возрос с 1,2 до 2,0 т на производство 1 т товарной руды [1]. Горная порода - образовавшееся естественным путем твердое вещество, содержащее один или более минералов.

### **Источники воздействия на окружающую среду**

Источники загрязнения атмосферы при добыче минеральных ресурсов по времени действия подразделяются на *периодические* (взрывные работы) и *непрерывно действующие* (выделение пыли во время работы механизмов и с пылящих поверхностей).

Поверхностная (открытая) добыча, обработка и использование любого негорючего минерального ресурса вызывает нарушение почвенного покрова, эрозию, загрязняет воздух и воду.

Подземная добыча связана с загрязнением воды (кислотный шахтный дренаж), авариями, образованием отвалов пустой породы, что требует рекультивации земель. Но площадь нарушаемых земель при этом способе добычи в десятки раз меньше, чем при поверхностной добыче. Относительно меньшие затраты определяют использование

системы добычи руды открытым способом.

В составе аэрозольных загрязнений атмосферы карьеров основной компонент — минеральная пыль. В рудных карьерах более 90% горной массы извлекается с использованием буровзрывных работ. Удельное пылеобразование составляет 0,043—0,254 кг пыли на 1 кг взрывчатого вещества. С увеличением расхода взрывчатых веществ в 2 раза удельное пылевыделение возрастает в 6 раз [29]. В каменных карьерах основным источником пылевыделения является процесс резки камня. При работе камнерезных машин образуется штыб, который содержит 4—46% (по массе) частиц до 100 мкм. Запыленность воздуха при работе камнерезных машин без средств борьбы с пылью составляет 1500 мг/м<sup>3</sup>. Другой источник пыли (70—90% по объему) — автотранспорт при транспортировании горной массы. Интенсивность пылевыделения карьерных автодорог зависит от состояния дорожного покрытия, скорости движения автотранспорта и климатических условий. Еще один источник пыли — образование отвалов. Запыленность воздуха при экскаваторном отвалообразовании почти в 2 раза выше, чем при бульдозерном. *Пылящие поверхности на открытых работах* (откосы и площадки уступов карьеров и отвалов, сухие пляжи хвостохранилищ) — следующий источник образования пыли. Их воздействие на окружающую среду усугубляется большими площадями, которые они занимают при разработке месторождений открытым способом.

Технологический транспорт (автомобильный, железнодорожный) является основным источником загрязнения атмосферы карьеров токсическими веществами, содержащимися в отработавших газах двигателей. Отсутствие естественной вентиляции приводит к тому, что в течение короткого промежутка времени концентрации компонентов отработавших газов многократно превышают предельно допустимые, и карьеры закрывают для проведения профилактических природоохранных мероприятий.

Основными факторами, влияющими на изменение гидрологических условий при разработке карьеров, являются обнажения массивов горных пород горными выработками, вскрытие водоносных горизонтов, предварительное осушение месторождения, карьерных водоотлив, искусственное изменение поверхностного стока, устройство гидроотвалов, шламоохранилищ, сброс карьерных и технических вод. Производство открытых горных работ приводит к снижению уровня грунтовых вод. Депрессионные воронки вокруг глубоких карьеров, пересекающих все водоносные горизонты, распространяются на десятки километров.

Для производства горных работ требуется значительная площадь территории, на которой при открытом способе разработки располагаются карьеры, отвалы, железнодорожные, автомобильные дороги, различные промышленные сооружения. Так, площадь карьера строительных материалов составляет 300—500 га, карьеров по добыче марганцевой руды и угля — 1000 — 2500 га, железной руды — 2000—3000 га. Глубина рудных карьеров достигает 250 м и более, текущий коэффициент вскрыши составляет 15 т/т добываемой руды. С углублением карьеров текущий коэффициент вскрыши возрастает в 2—2,5 раза. Для размещения вскрышных пород на поверхности требуются значительные территории. При глубине карьера: 500—1000 м площадь породного отвала превышает площадь карьера в 4—7 раз и имеет высоту 40—50 м [29].

Кроме руды в транспортном комплексе широко используются *каменные природные материалы минерального происхождения*, относящиеся к нерудным полезным ископаемым, которые получают из горных пород в результате механической обработки и применяются в естественном виде без выделения из них отдельных минералов. Карьеры для снабжения дорожно-строительными материалами располагаются вблизи мест потребления. К этим материалам относят щебень из природного камня; гравий; щебень из гравия; бутовый камень; песок; декоративный щебень; песчано-гравийные смеси; щебень и песок из попутно добываемых пород и отходов обогащения горно-обогатительных предприятий других отраслей промышленности.

Негативное воздействие на окружающую среду при добыче сырья для производства строительного-дорожных материалов связано и с естественной радиоактивностью каменных

природных материалов.

### **Мероприятия по снижению воздействия на окружающую среду при получении ресурсов**

Добыча природных минеральных и энергетических ресурсов, как правило, сопутствуют такие технологические операции, как обогащение руд, извлечение других компонентов и т. д. В результате формируются технологические системы добычи и переработки природных ресурсов. По данным Московского горного университета их можно разделить на *открытые, полузакрытые и закрытые*,

Открытая система добычи и переработки представляет собой экстенсивный тип, отличающийся низким выходом готовой продукции на единицу минеральных ресурсов, высоким уровнем загрязнения воздуха, воды, накоплением значительных объемов твердых отходов (рис. 3., а). При ее использовании не обеспечивается эффективная очистка сбрасываемых газовых, жидких отходов, и выполнение санитарных норм качества окружающей среды достигается за счет разбавления сточных вод и воздушных выбросов в природных водоемах и в атмосфере с надеждой на их самоочищение.

Полуоткрытая система построена на принципах малоотходного производства и предусматривает создание и эксплуатацию очистных сооружений, хвостохранилищ, организацию частичного водооборота в замкнутом производстве, а также выделение в попутную продукцию многих ценных компонентов, сопутствующих основному добываемому элементу (рис. 3., б).

Закрытая система предусматривает использование технологий рациональной переработки минерального сырья, которые обеспечивают (рис. 3., в):

— комплексную переработку сырья с выделением нескольких полезных компонентов, выход которых может превышать массу сырья за счет применения реагентов и вспомогательных материалов;

— рентабельное выделение минеральных веществ из газообразных и жидких отходов;

— утилизация — извлечение ценных компонентов из техногенных твердых минеральных образований;

— переработку бедного минерального сырья и замену процессов обогащения на прямую переработку сырья.

Пример замкнутой системы — добыча и переработка бокситов с получением глинозема и утилизацией красных шламов по серно- и азотнокислотной схемам. Обеспечивается извлечение из сырья урана, скандия, алюминия, получение строительных материалов, коагулянтов и пигментов (сернокислотная схема) или нитратных удобрений и железного концентрата для агломерации (азотнокислотная схема). Выход готовой продукции составляет 100—200% от массы переработанного минерального сырья, обеспечивается получение чистой воды питьевого качества, добыча минеральных веществ из воздушных выбросов.

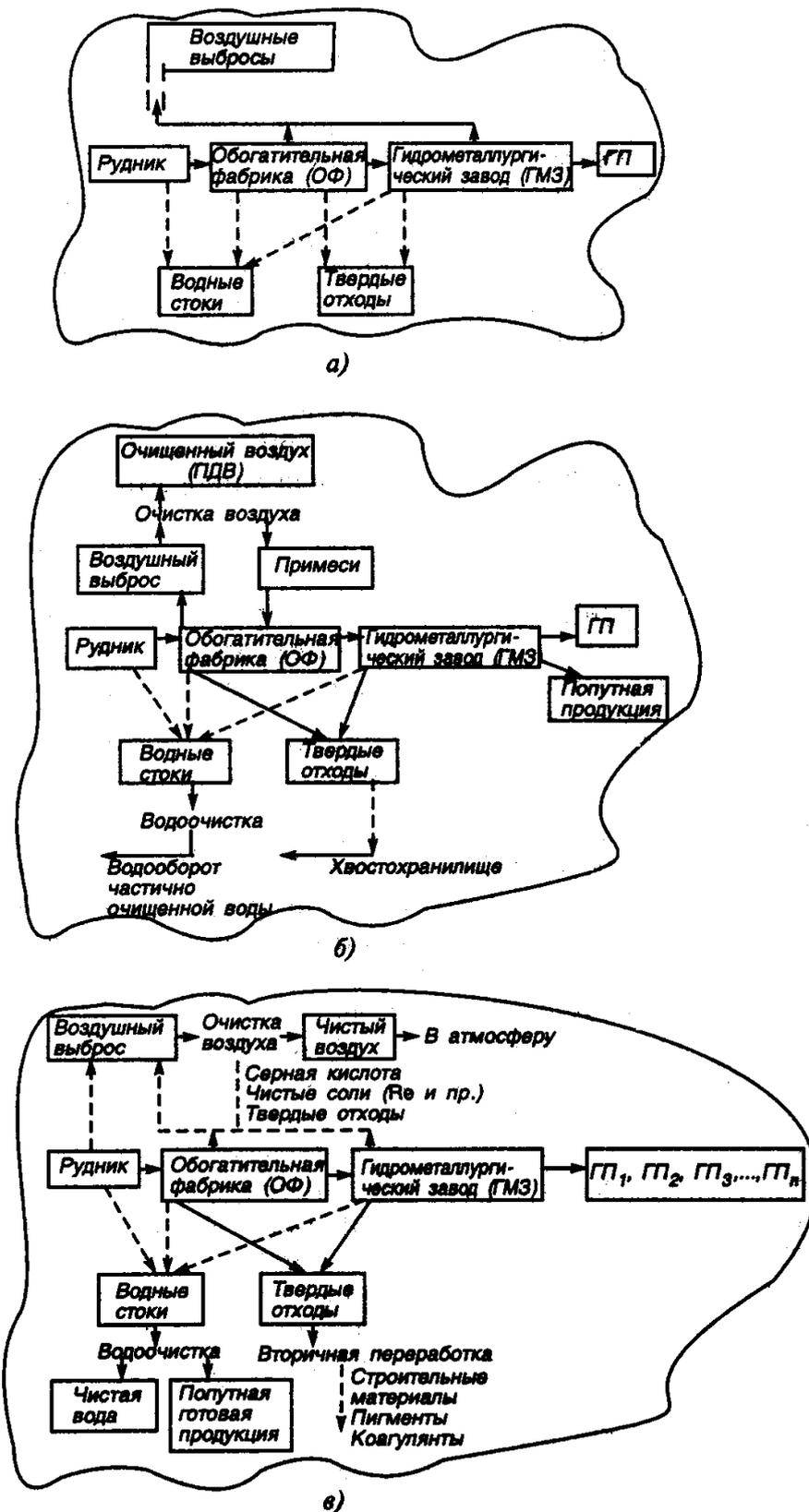


Рис. 3. Схемы добычи и переработки минерального сырья в: а — открытой; б — полуоткрытой; в — закрытой системах; ГП — готовая продукция

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое экологический баланс транспортного средства?
2. Каковы основные источники загрязнения атмосферы при добыче ресурсов?

3.Какие последствия имеют поверхностная и подземная добыча полезных ископаемых?

4.Какая добыча ресурсов оказывает наименьшее негативное влияние на ОС?

5.Приведите пример замкнутой системы добычи ресурсов.

#### **4.Переработка сырья — производство конструкционных, эксплуатационных и дорожно-строительных материалов**

##### **План:**

1.Технологические процессы переработки сырья как источники воздействия на окружающую среду

2.Мероприятия по снижению воздействия на ОС при производстве материалов.

На данном этапе жизненного цикла транспортных объектов основными источниками загрязнения окружающей среды и потребления природных ресурсов (энергоресурсов, руд, металлов, питьевой воды) являются технологические процессы производства черных и цветных металлов, резинотехнических изделий, моторных топлив и масел, дорожно-строительных материалов.

##### **Производство черных металлов.**

Источниками выбросов вредных веществ при производстве черных металлов являются [21]: машины для обжига окатышей, охладители, грохоты, доменные печи, установки грануляции шлака, коксовые батареи, башни тушения кокса, вагоноопрокидыватели, мартеновские печи, конверторы, электропечи, вагранки, сушильные барабаны (рис. 4).

Загрязнение воздуха производится аэрозолями и вредными веществами с дымовыми газами. Коксовые печи, литейное производство, сталелитейные печи являются источниками выбросов углеводородов. В процессе агломерации мелкие частицы оксида железа спекаются в крупные куски для подачи в доменную печь с добавлением доломита и известняка.

В коксовой печи происходит разложение веществ без доступа кислорода с получением кокса для доменного, литейного производства и газа средней калорийности ( $360 \text{ м}^3/\text{т}$  угля). В процессе нагрева уголь теряет 30% массы за счет газификации и образования смолы. Газы частично очищают и используют как топливо. По завершении цикла коксообразования кокс выгружается в приемное устройство и охлаждается водой ( $1,9 \text{ м}^3/1 \text{ т}$  кокса) в течение 90—120 с. Процесс сопровождается выделением водяного пара в объеме  $960 \text{ м}^3$  на 1 т кокса. В доменной печи для получения 1 т расплавленного металла необходимо загрузить 1,55 т железной руды, 0,5 т кокса, 0,5—0,15 т известняка и доломита.

Выплавка стали кислородно-конверторным способом сопровождается выбросом аэрозолей: при переливании горячего металла -98,7 кг/т стали, жидкой загрузке металла — 342 кг/т стали, выпуску плавки из конвертора — 507 кг/т стали, разливке стали — 39 кг/т, дутье: нижнем — 986,7 кг/т, верхнем — 506,7 кг/т.

Производство чугунного и стального литья включает плавку черных металлов в печах и разливку их в песчаные формы. После, охлаждения литниковую систему и стояки срезают и передают в металлолом для переплавки. Выбросы возникают при переработке этого лома, покрытого песком. После удаления отливки из формы отработанную формовочную смесь повторно используют, добавляя воду и присадки. Получение чугунного литья в вагранках осуществляется из шихты литейного и передельного чугуна, металлолома, известняка, кокса и сопровождается выбросами СО — 77 кг/т расплавленного металла, аэрозолей — 24,8 кг/т.

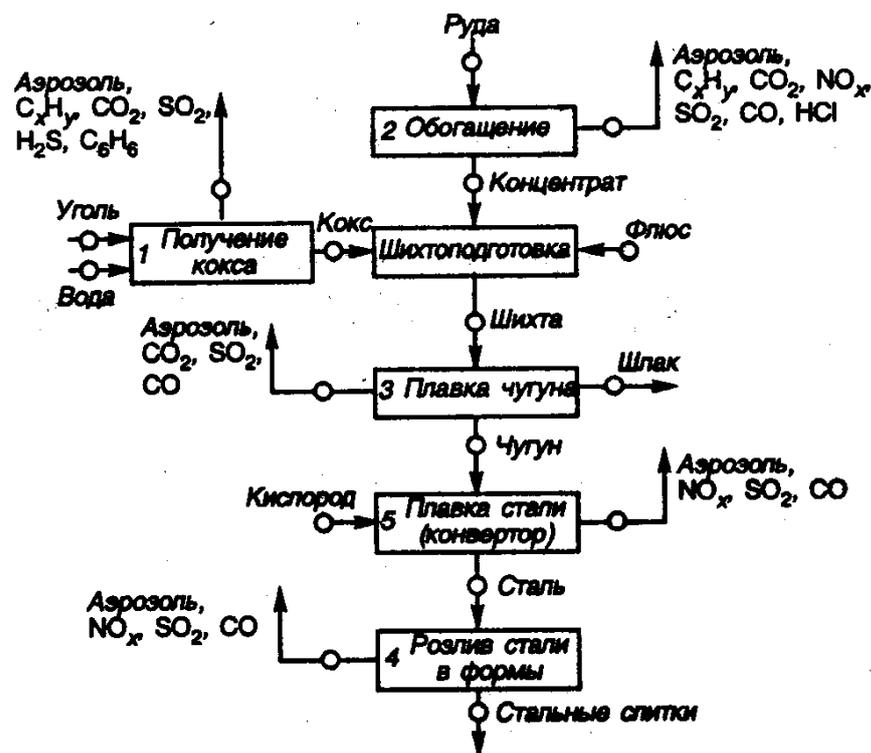


Рис. 4. Технологическая схема производства стали и выбросы вредных веществ

Удельные значения выбросов вредных веществ и энергозатраты на отдельных стадиях процесса производства стального литья приведены в табл. 3.

Таблица 3. Удельные выбросы вредных веществ и энергозатраты при производстве стального литья, г/кг продукции

Показатель	Элемент технологической цепи*				Итого
	1	2	3	4+5	
Аэрозоли	6,8	—	35,2	506,7	548,7
COг	233,2	869,6	795,9	—	1898,7
CO	—	678,8	—	1,8	680,6
NO <sub>x</sub>	—	1,9	0,03	1,6	3,53
SO <sub>2</sub>	—	21,9	—	0,3	22,2
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	8,3	0,3	—	—	8,6
H <sub>2</sub> S	0,8	—	—	—	0,8
HCl	—	0,03	—	—	0,03
Энергозатраты, кВт - ч/кг	1,8	1,8	10,4	1,1	15,1

\* См. рис. 4.

### Производство цветных металлов и сплавов.

Источники загрязнений при производстве алюминия (рис.5): печи спекания глинозема, шаровые мельницы измельчения, печи кальцинации глинозема, электролизеры. Алюминий производят методом рафинирования бокситов до глинозема (процесс Байера) и восстановлением глинозема в электролизерах с самообжигающимися анодами для отделения СЪ от металлического алюминия [21]. В процессе Байера используют концентрированный раствор NaOH для вымывания глинозема из бокситов. Материал бокситов дробят и вываривают в нагретом каустическом растворе. Раствор фильтруют для удаления осадка и остужают. Приготовленный материал фильтруют и кальцинируют для получения оксида алюминия. В процессе Холла —Хэролота алюминий восстанавливается

из оксида в электромагнитной ванне, содержащей криолит  $\text{NaAlF}_6$ , алюмонат натрия  $\text{NaAlO}_6$  и фторид алюминия  $\text{AlF}_3$ .

Электролизеры — стальные ванны с угольными стенками (катодами). Расходуемые угольные аноды являются источниками выброса углерода, реагирующего с  $\text{O}_2$ , высвобождающимся при электролизе. В электролизерах Содерберга используют цельный анод, полученный введением углеродной пасты, состоящей из смеси нефтяного и угольного пека, в оболочку анода.

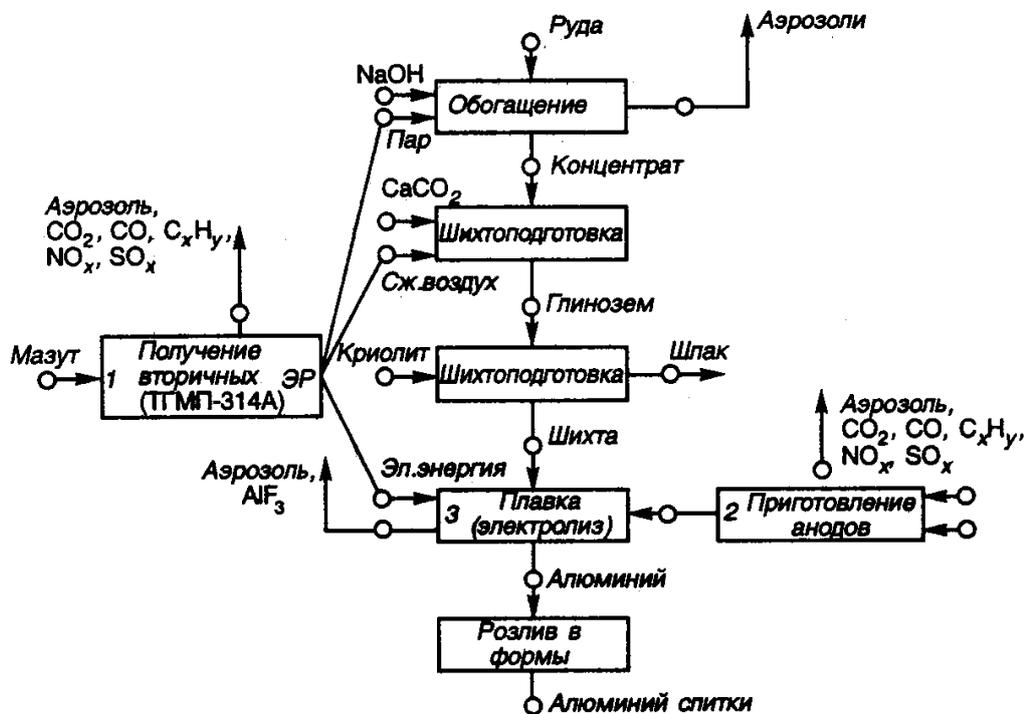


Рис. 5. Технологическая схема производства алюминия

Производство алюминия сопровождается выбросами аэрозолей: (при размельчении, транспортировке, перевалке), токсичных веществ (процессы горения мазута для получения вторичных топливно-энергетических ресурсов и спекания анодов), фтористых соединений (1 кг/т металла). Запыление происходит от кальцинаторов глинозема и печей для обжига известняка. Задымленность воздуха первичной газоочистки аэрозолями в процессе Содерберга составляет 1—2 кг/т алюминия.

Таблица 4. Удельные выбросы вредных веществ и энергозатраты при производстве алюминиевого литья, г/кг продукции

Показатель	Элемент технологической цепи		Итого
	1+2	3	
Аэрозоли	2,3	1,5	3,8
$\text{CO}_2$	1705,2	—	1705,2
$\text{CO}$	15,1	—	15,1
$\text{NO}_x$	22,8	—	22,8
$\text{SO}_2$	120,1	—	120,1
$\text{C}_x\text{H}_y$	0,17	—	0,17
$\text{AlF}_3$	0,05	1,3	1,35
Энергозатраты, кВт ч/кг			58,0

\* См. рис, 3.4.

Для производства алюминиевого сырья требуется энергия углеводородного топлива [получение пара (сжигание в котлах), электроэнергии и сжатого воздуха], при сжигании которого выделяются токсичные и вредные вещества. Учитывая, что для получения алюминия требуются большие затраты энергии (табл. 3 его производство размещают вблизи гидроэлектростанций и тогда выбросы вредных веществ в атмосферный воздух значительно снижаются.. Если вторичные энергетические ресурсы при получении цветных металлов производятся на тепловых электростанциях, работающих на мазуте с содержанием серы 2,3%, то содержание в дымовых газах вредных веществ составляет:  $\text{SO}_2$  — 4000 мг/м<sup>3</sup>,  $\text{NO}_2$  — 760 мг/м<sup>3</sup>, аэрозолей — 75 мг/м<sup>3</sup>,  $\text{CO}$  — 500 мг/м<sup>3</sup>, бенз( $\alpha$ )пирена — 10 мкг/м<sup>3</sup> [22].

Значения выбросов вредных веществ и энергозатраты при производстве алюминия приведены в табл. 4.

Технология производства меди, свинца [23] также связана с обработкой и обогащением минерального сырья, плавкой в электропечах и разливкой в формы (рис. 3.5) и сопровождается выбросами (%):  $\text{SO}_2$  — 1—12,  $\text{CO}$  — 15. Объем шлаков составляет 15—25 т/ч, расход электроэнергии — 320—400 кВт·ч/т. Выплавка свинца осуществляется в канальной индукционной печи из свинцового агломерата при содержании в уходящих газах  $\text{SO}_2$  — 1%  $\text{CO}$  — 1%.

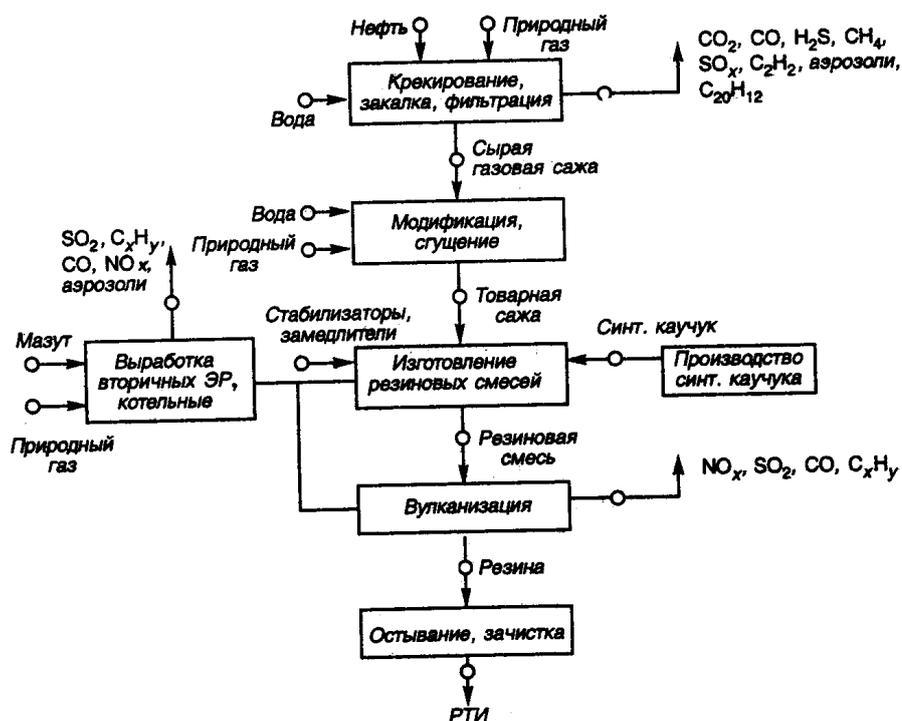


Рис. 6. Технологическая схема производства резины

### Производство резинотехнических изделий.

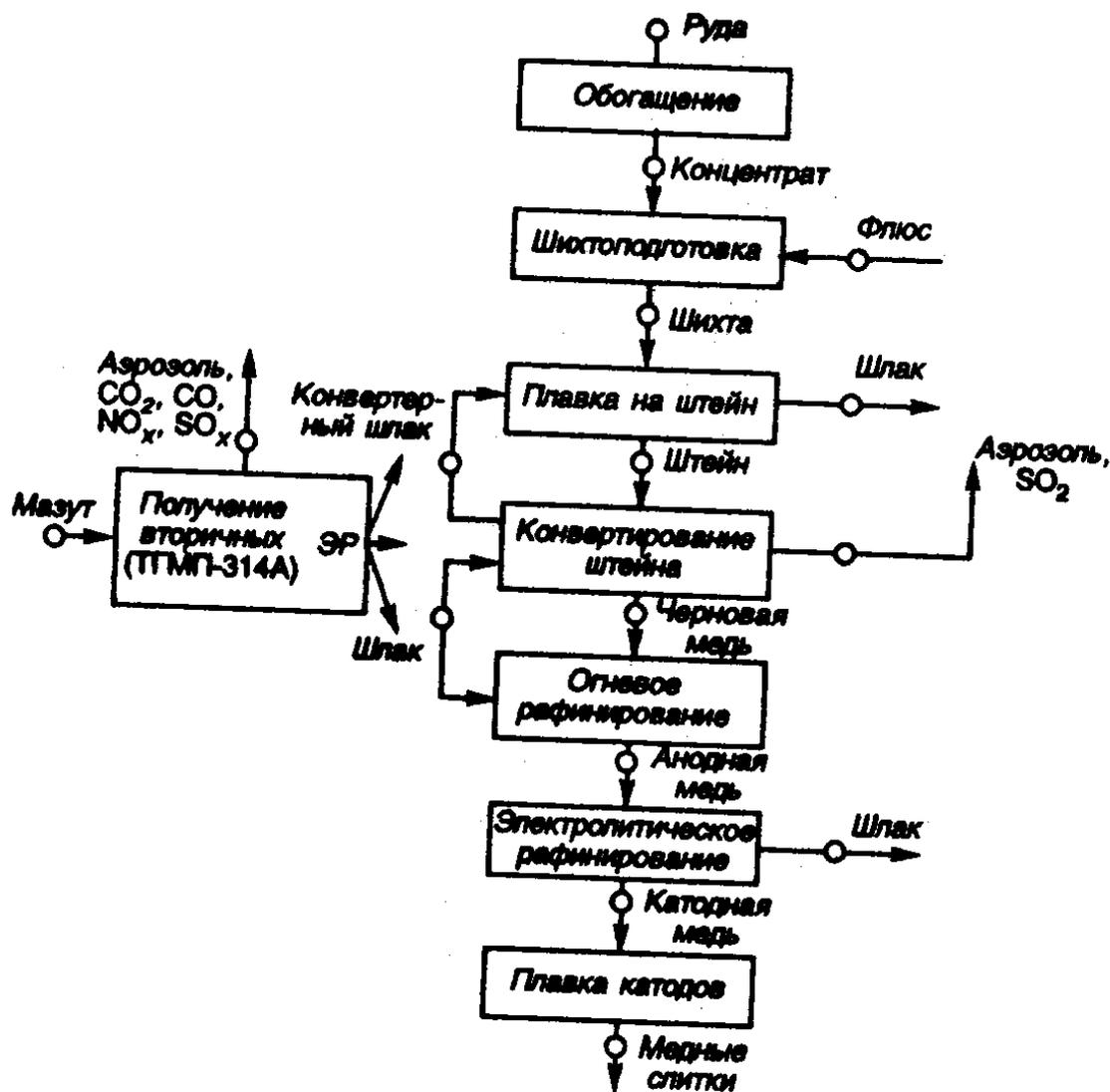
При изготовлении резинотехнических изделий (РТИ) используют 30 видов каучуков и 100 разных ингредиентов, растворителей и все технологические операции производства РТИ являются источниками выделений вредных веществ. Изготовление резиновых смесей сопровождается выбросом аэрозолей (C, S, ZnO); нагрев каучуков и резин — изопрена  $\text{CO}$ , стирола. Процесс вулканизации сопровождают выбросы  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_x\text{H}_y$ . В процессах производства РТИ потребляется тепловая энергия, получаемая преимущественно в котельных, в составе дымовых газов которых содержится (%):  $\text{SO}_2$  — 66,  $\text{CO}$  — 24,  $\text{NO}_x$  — 8, зола — 2. Исходным продуктом для получения РТИ является сажа

и синтетические каучуки. Сажа получается в процессе восстановления углерода при неполном сгорании нефти или в процессе термического разложения.

В распространенной технологической схеме производства РТИ (рис. 7) используется метод неполного сгорания, выбросы в котором составляют (г/кг сажи): CO — 805—3005; аэрозоли — 2,04—4,04; углеводороды — 74— 104; SO<sub>2</sub> — 18; H<sub>2</sub>S — 5—13. В табл. 3.3 представлены значения удельных выбросов вредных веществ при производстве РТИ.

**Таблица 5. Удельные выбросы вредных веществ и энергозатраты при производстве резинотехнических изделий, г/кг продукции**

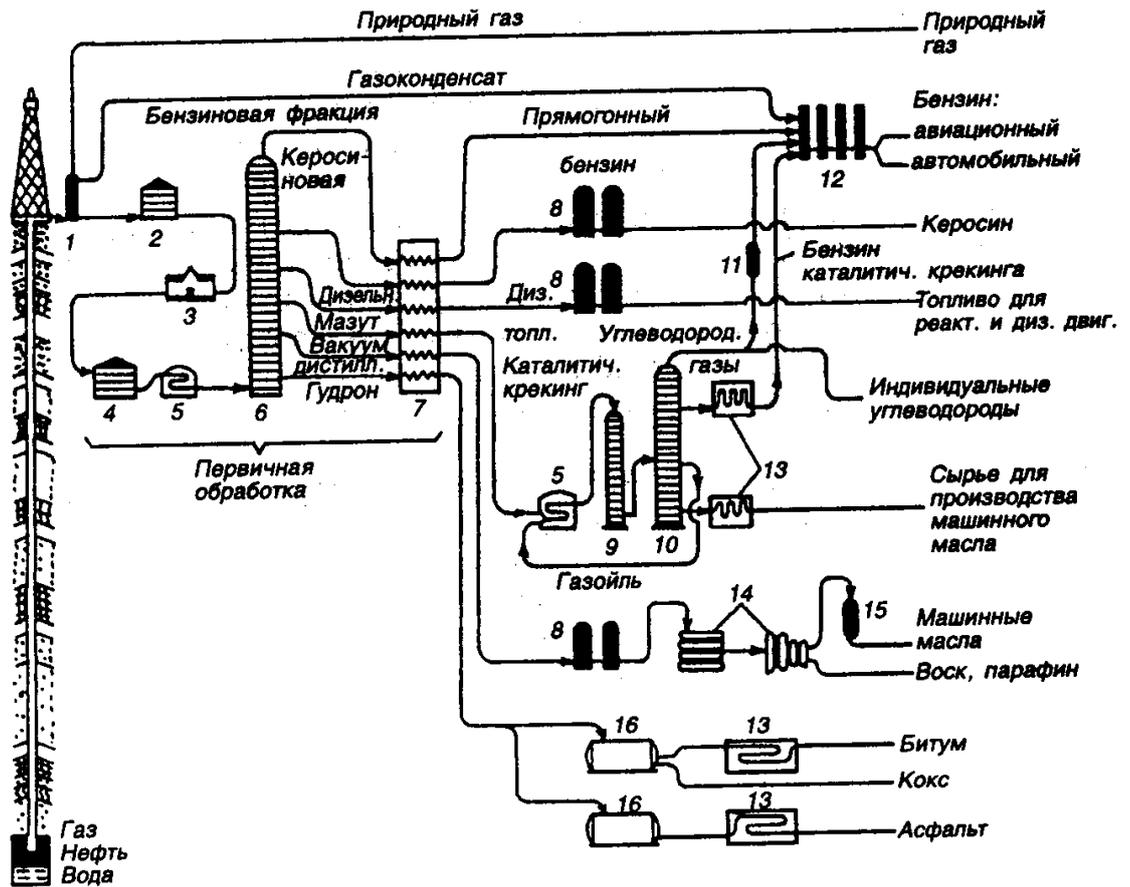
Показатель	Процессы производства		Итого
	газовой сажи и каучука	резины	
Аэрозоли	3,6	5520,0	5523,6
CO <sub>2</sub>	2500,0	6107,0	8607,0
CO	2301,0	170,2	2471,2
N0x	—	0,7	0,7
SO <sub>2</sub>	21,2	416,4	437,6
CxHy	105	47	152
H <sub>2</sub> S	10,6	—	10,6
Пары растворителей	—	6138,0	6138,0
Электрозатраты, кВт ч/кг	22,5	18,5	41



**Рис. 7. Технологическая схема производства резинотехнических изделий**  
**Производство моторных топлив и масел.**

Моторное топливо (бензин, дизтопливо), масло получается в процессе переработки нефти на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) по технологии, приведенной на рис. 8.

Источники выбросов на НПЗ: процессы извлечения серы, регенерация катализаторов крекинга в псевдоожиженном слое, горение топлива в нагревателях и котельных установках, а также потери углеводородов в системах сброса давления, газовой арматуре. В составе выбросов легкие углеводороды  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , альдегиды, цианиды, оксиды азота, коксовая пыль. Выбросы из регенератора составляют (частей на миллион)  $\text{NO}_x$ , — 94—543; аммиак — 0—15; альдегиды — 0,19;  $\text{C}_x\text{H}_y$ , — 0—46; цианиды — 0,2;  $\text{SO}_2$  — 14—841. Выделение аэрозолей — 0,012—0,3 г/м<sup>3</sup>. В табл. 3.4 приведены типичные данные по выбросам  $\text{CO}$  и  $\text{C}_x\text{H}_y$  в процессах нефтепереработки.



**Рис. 8. Технологическая схема получения моторных топлив и масел из нефти:** 1 — сепаратор; 2 — нефтехранилище (полевое); 3 — насосная; 4 — нефтехранилище (заводское) 5 — трубчатые печи; 6,7— ректификационная колонна и конденсирующая установка первичной переработки; 8 — установки химической очистки и легирования; 9,10 — реакционная камера и ректификационная колонна системы каталитического крекинга тяжелых фракций; 11 — установка по выработке высокооктановых компонентов бензина; 12 — установки для получения бензинов товарных марок; 13 — конденсирующие установки; 14 — установка по депарафинизации; 15 — система фильтров, 16 — перегонные трубы

**Таблица 6. Выбросы вредных веществ в процессах нефтепереработки, г/т нефти-сырца**

Процесс	СО	СхНу
Дистилляция нефти - сырца	9,16	9,24
Риформинг сырой нефти	4,92	5,0
Каталитический крекинг	1,82	3,13
Сжигание СО	4,39	2,79
Гидрокрекинг	1,89	8,67
Риформинг и гидрокрекинг тяжелых фракций	4,90	4,96

Получение Н <sub>2</sub>	5,91	5,84
Хранение	—	219,9
Другие источники	6,02	1060,5
Итого	39,0	1330

На среднем НПЗ насчитывается до 1500 трубчатых печей, в которых сжигается 6—8% топлива от общего количества перерабатываемой нефти газомазутными горелками парового распыления, выброс вредных веществ которых составляет (г/кг усл. топл.): SO<sub>x</sub> — 1,55—3,98; CO — 0,7—1,56; NO<sub>x</sub> — 0,002—0,007; CH<sub>4</sub> — 0,003—0,621. Уровень энергозатрат на НПЗ зависит от состава перерабатываемой нефти, глубины переработки, числа и качества технологических установок, степени комбинирования процессов, географического расположения производства. Массовая доля масел составляет 1,6% объема переработки нефти, а выход светлых нефтепродуктов порядка 38,7% в пропорции между бензином и дизельным топливом 1:1,4.

Используемые на транспорте в качестве моторного топлива сжиженный нефтяной (СНГ) и сжатый природный (СПГ) газы состоят из смеси индивидуальных углеводородов с примесями азота, серы, кислорода и т. д. Для получения газового моторного топлива заданного состава требуется очистка исходного сырья, введение одорантов, компримирование. Эти процессы связаны с утечками углеводородов, затратами энергоресурсов.

Значения удельных выбросов вредных веществ при производстве бензина, дизельного топлива, СНГ, СПГ и моторного масла приведены в табл. 7.

Таблица 7. Удельные выбросы вредных веществ при производстве моторных топлив и масел, г/кг продукции

Показатель	Виды топлива и масла				
	Дизтопливо	Бензин	Масло	СНГ	СПГ, г/м <sup>3</sup>
Аэрозоли	2,5	3,6	35,9	0,005	0,01
CO <sub>2</sub>	489,6	695,5	6955,0	4,0	6,8
CO	10,9	15,4	154,3	0,04	0,06
NO <sub>x</sub>	1,3	1,9	19,0	0,05	0,1
SO <sub>2</sub>	15,4	21,8	218,1	0,3	0,5
CxHy	6,3	8,9	89,2	1,2	0,003
Энергозатраты, кВт ч/кг	3,5	5,0	49,6	0,14	0,23

В табл. 8 приведены результаты оценки значений удельных выбросов основных загрязняющих веществ при производстве материалов, используемых в жизненных циклах объектов транспорта, полученные для типичных технологических процессов на предприятиях черной, цветной металлургии, нефтяной, газовой, нефтехимической промышленности. Максимальные значения выбросов аэрозолей, CO наблюдаются в процессах производства РТИ (5524 и 2471 г/кг) и стальных (чугунных) слитков (548,6 и 1542,8 г/кг); NO<sub>x</sub> — при производстве алюминиевых слитков и моторного масла (22,8 и 19,0 г/кг); CxHy — при производстве РТИ, пластмасс и моторного масла (152,0; 85,7; 89,2 г/кг); SO<sub>2</sub> — при производстве медных слитков и РТИ (1120,0 и 437,7 г/кг).

Таблица 8. Выбросы вредных веществ и энергозатраты при производстве материалов, используемых в ЖЦ АТС, г/кг материала

Материалы	Аэрозоли	CO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	CxHy	Энергозатраты
Сталь, чугун	548,6	1898,7	1542,8	3,46	22,15	8,61	15,15
Алюминий	3,82	1705,2	15,08	22,8	120,06	0,17	58,0
Медь	9,24	764,4	83,53	10,22	1122,0	0,08	26,0

Свинец	9,12	676,2	69,45	9,04	194,0	0,07	23,0
Пластмассы	4,85	3550,0	8,75	3,7	61,0	85,7	33,7
Резина	5523,6	8607,0	2471,2	0,69	437,68	52,01	40,99
Лаки, химикаты	2,41	467,28	11,69	1,59	0,2	17,38	7,26
Кислоты	0,01	—	—	—	1,81	—	0,182
Бензин	3,59	695,5	15,43	1,9	21,81	8,92	4,96
Дизтопливо	2,53	489,6	10,86	1,34	15,36	6,28	3,49
СНГ	0,05	4,0	0,04	0,05	0,28	1,2	0,14
СПГ, г/м <sup>3</sup>	0,01	6,82	0,06	0,09	0,48	0,003	0,23
Масло	35,9	6955,0	153,4	19,0	218,1	89,2	49,6
Антифриз	3,76	685,18	16,94	2,41	0,3	25,69	4,08

Выбросы соединений свинца происходят при производстве одноименного материала в количестве 0,38 г/кг продукта.

*Объемы водопотребления* при изготовлении материалов составляют, м<sup>3</sup>/т готовой продукции:

— металлургия: агломераты для черной металлургии — 8, сталь — 295, алюминий — 1500, медь — 5000;

— нефтехимия: бензин — 10, резина — 2400, пластмассы — 3000;

— энергетика: золоудаление ТЭС — 20—40, получение 1000 мВт энергии на АЭС — 320, сжигание угля — 1000.

#### **Производство дорожно-строительных материалов.**

Возрастающие объемы и темпы строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог определяют развитие производства дорожно-строительных материалов на камнедробильных заводах, базах по приготовлению органических вяжущих, эмульсий, заводах по переработке гудрона в битум, асфальтобетонных (АБЗ) и цементобетонных (ЦБЗ) заводах, заводах железобетонных конструкций (ЖБК). Базы по приготовлению органических вяжущих используют для хранения и приготовления битумных вяжущих и поверхностно-активных веществ (ПАВ). При приготовлении этих материалов выделяются токсичные, в том числе канцерогенные вещества. АБЗ и ЦБЗ предназначены для приготовления асфальто- и цементобетонных смесей, укладываемых в дорожные одежды.

Наибольшие загрязнения атмосферного воздуха происходят на АБЗ, где используются процессы горения углеводородных топлив (мазута, угля, природного газа). Объем выбросов вредных веществ зависит от состава, вида топлива и организации процесса сгорания. Технологии приготовления асфальто- и цементобетонных смесей, сопровождающиеся загрязнением окружающей среды, приведены в табл. 9. Атмосферу загрязняют неорганическая пыль, сажа, углеводороды, сернистый газ, оксид углерода, оксиды азота, фенол, смолистые вещества. Сжигание мазута в топках сушильных барабанов сопровождается выделением бенз( $\alpha$ )пирена. Среднесуточная его концентрация в зоне АБЗ составляет 0,004—4,2 мг/м<sup>3</sup> (ПДК=0,001 мг/м<sup>3</sup>). Основное вещество в составе выбросов АБЗ — SiO<sub>2</sub> (40—45% от общего количества пыли), объем которого зависит от типа перерабатываемой горной породы. (В кварцитах 57—92%, в песчаниках 30—75%, в гнейсах 27—74%, в гранитах 25—65%, в известняках 30—37%.)

Таблица 9. Технологии приготовления смесей и воздействие на окружающую среду

Вид воздействия	Технологические процессы и операции
Выделение пыли	<i>Подготовительные операции</i> Разгрузка исходного сырья, его хранение, дробление, высушивание, перемешивание
Выветривание инертных материалов из складов хранения	Сверхнормативные запасы песка, щебня, технической соли
Загрязнение грунта и воды	<i>Огневые (окислительные) процессы</i> Протечки топлива, масла, битума и несвоевременное их устранение
Загрязнение воздуха токсичными веществами	Работа сушильного барабана, мазутных горелок Несоблюдение регламентов обслуживания циклонов, скрубберов, пылесадительных камер, других очистных устройств
Выделение пыли	Наличие открытых битумохранилищ, площадей открытого грунта
Загрязнение почвы твердыми отходами	Образование твердых отходов и нерегулярный их вывоз на утилизацию и переработку.

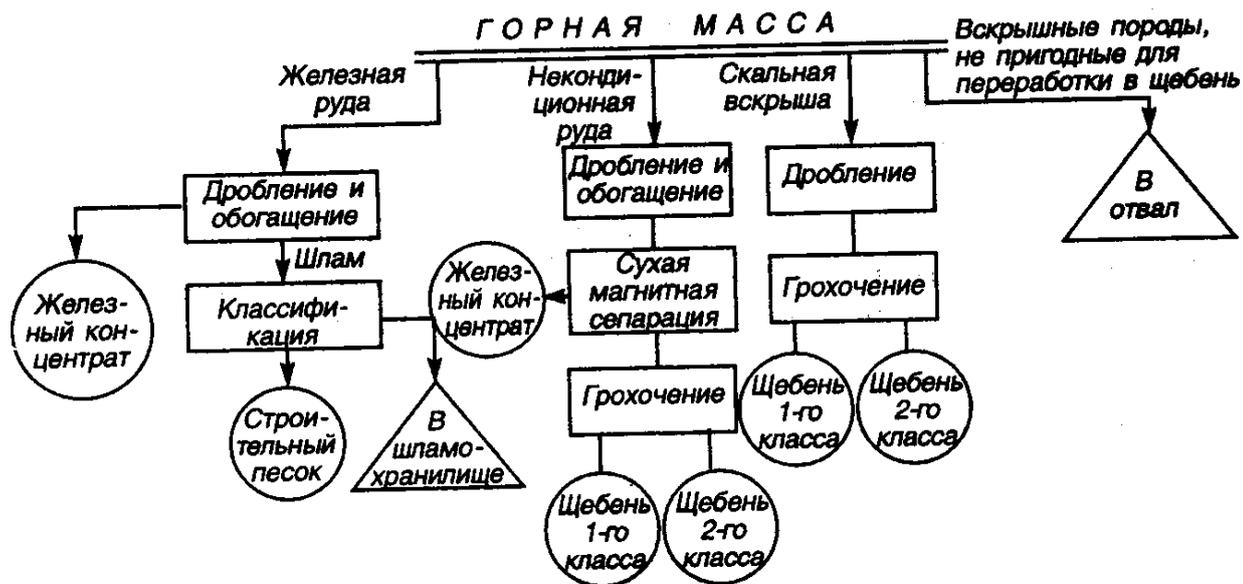


Рис. 9. Технологическая схема комплексной переработки горной массы на железорудном обогатительном комбинате

В рабочей зоне битумоплавильной установки концентрации толуола и стирола могут превышать допустимые в связи с использованием в битуме кубовых остатков ректификации стирола. Наибольшее количество  $SO_2$  образуется при сжигании высокосернистых мазутов. Количество вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу на 1 т асфальтобетонной смеси (по данным МАДИ-ТУ), составляет, кг/т: неорганическая пыль — 15,04; углеводороды — 0,14; диоксид серы — 0,01; оксид углерода — 0,0005; фенол — 0,0004; оксиды азота — 0,000045.

Причины чрезмерного выделения пыли — использование для производства смесей каменных материалов большой запыленности, что приводит к повышенному выносу пыли из сушильных барабанов, перегрузке систем очистки газов и быстрому износу пылеуловителей. Камнедробильные заводы предназначены для измельчения и сортировки

материалов, доставляемых с карьеров, получения фракционного материала, щебня необходимых размеров и являются источниками выделения пыли, шума.

Типичные технологические процессы получения строительных материалов приведены на рис. 9. При переработке каменных материалов наибольшее пылевыведение возникает при работе дробилок, грохотов и транспортеров питателей (табл. 3.8).

Расход энергии на производство некоторых строительных материалов составляет, в МДж/т (1МДж=0,0341 кг условного топлива): строительный песок — 15; щебень природный — 100; товарный бетон класса В25-800; железобетон класса В25-2000 (данные МАДИ-ТУ).

Таблица 10. Удельное пылевыведение в технологических операциях получения строительных материалов, кг/т

Технологическая операция	Выбросы при отсутствии подавления	
	Полный выброс	В аэрозольном состоянии
Первичное дробление	0,23	0,45
Вторичное дробление, грохочение	0,68	0,27
Третичное дробление и грохочение	2,7	1,6
Грохочение, транспортировка конвейером, погрузка	0,98	—
Транспортировка по дорогам	0,216 – 0,6 кг на 1 км перевозки	
Хранение (7 -15 дн)	0,15	

#### Мероприятия по снижению воздействия на окружающую среду при производстве материалов

Основными мероприятиями по снижению воздействия на окружающую среду на предприятиях по переработке сырья и получению энергоресурсов являются следующие:

1. Поддержание в исправном, герметичном и чистом состоянии аппаратуры и оборудования технологических установок, резервуаров с нефтью и нефтепродуктами, трубопроводов и межцеховых коммуникаций; применение ингибиторов коррозии.

2. Исключение сжигания на факелах газов и использование их в печах технологических установок.

3. Минимальный возврат на переработку некондиционного продукта, предупреждение его получения.

4. Хранение сырья и продуктов под подушкой инертного газа со стационарными крышами и оборудование резервуаров понтонами.

5. Перевод технологических установок с последовательной схемой переработки нефтепродуктов на «жесткую» схему питания сырьем, позволяющую исключить лишние операции по перекачке, охлаждению и последующему нагреву.

6. Создание на крупных предприятиях системы промышленной теплофикации, обеспечивающей максимальное использование вторичных энергоресурсов (теплоты конденсата, пара вторичного вскипания) и сокращение потребления теплофикационной воды от ТЭЦ и котельных.

7. Повышение КПД теплотехнических печей за счет улучшения контроля за режимом сжигания топлива и оснащения их утилизационным оборудованием (котлами-утилизаторами, воздухоподогревателями, экономайзерами).

8. Повторное использование материалов в виде лома черных и цветных металлов, пластмасс и регенерируемых эксплуатационных материалов. Значительная часть этих материалов в виде твердых и жидких отходов выбрасывается.

На предприятиях по производству строительно-дорожных материалов в местах значительных выделений в атмосферный воздух больших объемов твердых частиц и других вредных веществ защита окружающей среды обеспечивается:

- применением эффективных очистных аппаратов и соблюдением регламентов их работы;
- снижением производительности оборудования при особо опасных метеоусловиях;
- сокращением вредных производств.

Перечень мероприятий по снижению выбросов, возникающих при обработке каменных материалов, приведен в табл. 3.9.

Таблица 11. **Источники выбросов при производстве строительных материалов и мероприятия по их подавлению**

Источники выбросов	Мероприятия
Погрузка Транспортировка (выбросы частиц при движении транспорта ) Дробление Грохочение Транспортировка на конвейере (узлы погрузки) Хранение в отвалах, штабелях Подача конвейером Ветровой подъем пыли в отвалах, штабелях Ветровой подъем пыли с дорог	Смачивание водой Смачивание водой, обработка ПАВ, стабилизация поверхности грунта, дорожных покрытий Системы влажного подавления пыли, захват и вытяжка выбросов на улавливающие устройства То же То же Классификатор для породы, отвальный конвейер, разбрызгиватели воды на разгрузке конвейера, телескопические желоба Защитное покрытие, влажное подавление пыли Смачивание водой, ПАВ, защитные экраны Промасливание, ПАВ, стабилизация поверхности земли, подметание и уборка дорог

Для снижения *энергозатрат и выбросов* при производстве строительно-дорожных материалов рекомендуются следующие мероприятия:

1. Замена электроподогрева на локальный разогрев (змеевиком) в случае хранения битума в стальных емкостях при тепловой обработке битума на АБЗ дает экономию энергии до 13 МДж/т асфальтобетонной смеси.

2. Хранение минеральных материалов (песка и щебня) в условиях, исключающих воздействие на них погодных факторов (на закрытых складах), способно (по данным С. В. Порадека) уменьшить расход мазута при их сушке на 30—40%, ибо высушивание пористого материала (щебня из известняка, песчаника) от влажности 10% до влажности 1% требует энергозатрат 350—660 КДж/кг.

3. Соблюдение регламента технического обслуживания; модернизация конструкции мазутных горелок обеспечивает уменьшение расхода мазута на 10—15%, т. е. до 8—10 кг на 1 т асфальтобетонной смеси.

4. Использование щебня из изверженных пород, а не из осадочных дает экономию энергоресурсов на сушку в 1,1—1,9 раза.

5. Снижение материал- и энергоемкости машин и механизмов при увеличении их производительности.

6. Использование нетрадиционных экологически безопасных источников энергии при подготовке и приготвлении смесей на АБЗ.

Для очистки воздуха от аэрозолей используются:

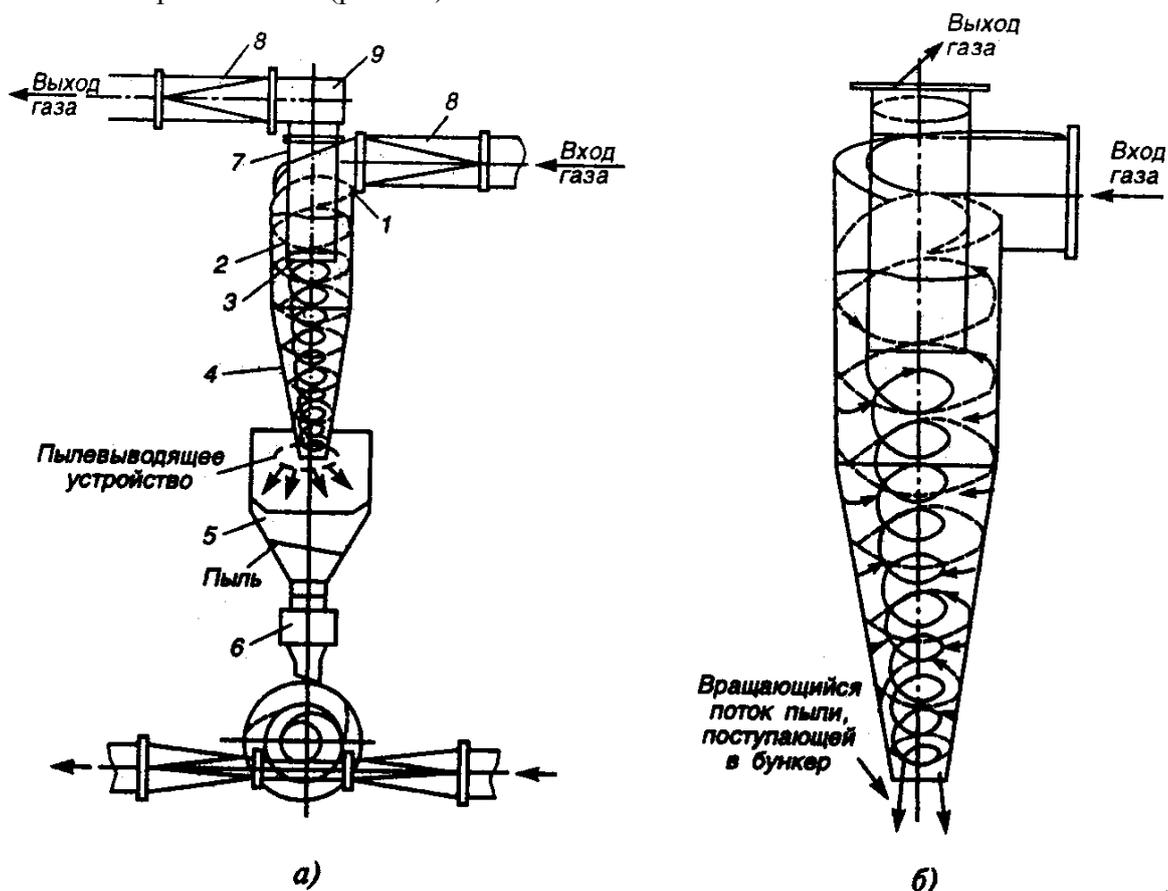
- механические обеспыливающие устройства, в которых пыль отделяется под действием сил тяжести, инерции или центробежной силы (пылеосадительные камеры, циклоны) (рис. 3.9);

- мокрые или гидравлические аппараты, в которых твердые частицы улавливаются

жидкостью (мокрые циклоны, водяные, пенные фильтры);

— пористые фильтры (тканевые, волокнистые);

— электрофильтры, в которых частицы осаждаются в неоднородном электрическом поле высокой напряженности (рис. 11).



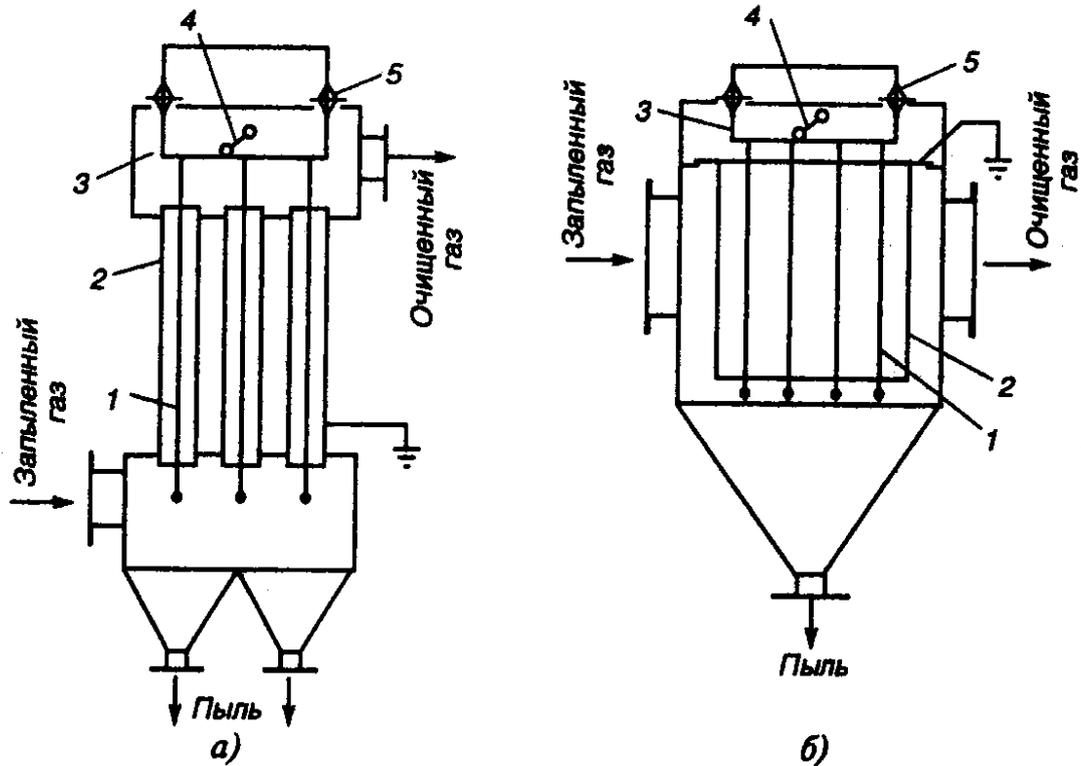
**Рис. 10. Циклон НИИОГАЗ:**

- а* — устройство: 1 — входной патрубок; 2 — корпус; 3 — выхлопная труба; 4 — конусная часть; 5 — бункер; 6 — пылевой затвор; 7 — винтовая крышка; 8 — переход; 9 — улитка для выхода газа;
- б* — схема движения запыленного газа; пунктирная кривая — внешний вихрь; сплошная — внутренний вихрь

**Таблица 12. Сравнительная оценка эффективности использования фильтров**

Устройство	Преимущества	Недостатки
Циклон	Непрерывное удаление пыли, удобство использования при высоких температурах применим при большой и малой запыленности	Не эффективен для улавливания частиц до 5 мкм, чувствителен к изменению скорости прокачки, не улавливает газовые примеси
Электро-фильтр	Малый перепад давления и низкая эксплуатационная стоимость, эффективное улавливание мелких частиц, работает при высоких температурах	Высокие капитальные затраты, чувствителен к скорости прокачки, эффективность зависит от величины налипания частиц

Тканевый фильтр	Высокая эффективность при малых и умеренных перепадах давлений, эффективное улавливание мелких частиц	Температура газа не выше 550 К, волокна восприимчивы к химическим реагентам
-----------------	---	---



**Рис.11 Трубчатый (а) и пластинчатый (б) электрофильтры:**  
 1 — коронирующие электроды; 2 — осадительные электроды; 3 — рама; 4 — устройство для встряхивания электродов; 5 — изоляторы

Целесообразность применения того или иного типа пылеуловителя определяется необходимой степенью очистки, а также конкретными технологическими условиями, существующими на предприятии, его экономическими возможностями. Преимущества и недостатки газоочистного оборудования указаны в табл. 12.

**Вопросы:**

1. Каковы источники и основные загрязняющие вещества при производстве черных металлов?
2. Каковы источники и загрязняющие вещества при производстве алюминия?
3. Основные загрязняющие вещества при производстве резинотехнических изделий?
4. Каковы источники загрязнений на нефтеперерабатывающих заводах?
5. Назовите основные мероприятия, снижающие воздействие на ОС при производстве материалов?
6. Преимущества и недостатки очистки газопылевых выбросов на циклонах и электрофильтрах?

**5.ИЗГОТОВЛЕНИЕ (СТРОИТЕЛЬСТВО) ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

**План:**

1. Источники загрязнения окружающей среды при изготовлении транспортных

объектов

2. Мероприятия по снижению воздействия на окружающую среду при производстве (изготовлении) транспортных объектов

### Источники загрязнения окружающей среды при изготовлении транспортных объектов

В технологических процессах изготовления транспортных объектов интенсивность негативного воздействия на окружающую среду зависит от объемов производства, характеристик станочного парка и технологического оборудования, массы объекта и номенклатуры используемых в конструкции материалов и других факторов.

#### Транспортные средства, машины и оборудование.

В технологических процессах изготовления транспортных средств расходуются конструкционные и эксплуатационные материалы, выделяются вредные вещества в объемах, которые зависят от номенклатуры и массы этих материалов в конструкции, а также от величин обратимых и безвозвратных потерь материалов при изготовлении деталей, сборке узлов и агрегатов.

#### Потребление материалов.

Масса изделия является основным фактором, влияющим на массу отходов, объем которых определяется технологией производства. В отечественной промышленности только 2/3 металла, поступившего из металлургии, ошествлено в изделиях. На рис. 3.11 приведены данные о содержании различных материалов в конструкции самосвала, автопоезда, грузового и легкового автомобилей. В конструкции транспортных энергоустановок (ЭУ — включает двигатель с системами охлаждения, подвода топлива, воздуха, удаления отработавших газов, аккумуляторную батарею, стартер и радиатор) содержится от 33,8% (по массе) (бензиновые ЭУ легковых АТС) до 72,7% (автобусные ЭУ на СПГ) черных металлов. Доля алюминия и сплавов в конструкции — от 3,1% (дизельные ЭУ грузовых АТС) до 26,1% (бензиновые ЭУ легковых АТС). Масса топлива в топливном баке (11—27,8%) существенно превышает массу других эксплуатационных материалов (антифриз, масло, электролит). Свинец, сурьма (9—81 кг) сосредоточены главным образом в аккумуляторной батарее.

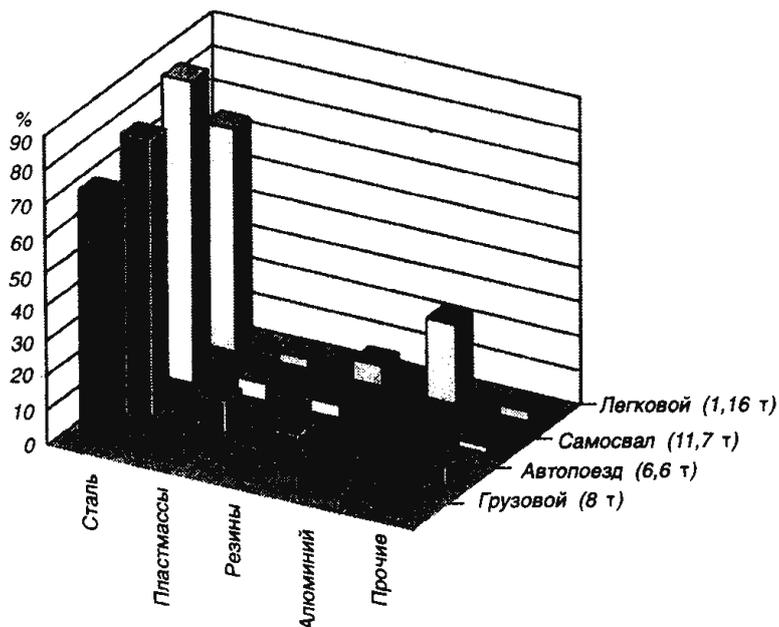


Рис 12. Масса различных материалов в конструкции автомобиля

От массы различных материалов в конструкции транспортного средства зависят обратимые и безвозвратные потери материалов при изготовлении, которые происходят в

литейном и кузнечно-термическом производстве, при механической обработке деталей (с учетом припусков на обработку), сборке, окраске и обкатке рассматриваемых объектов.

Обратимые потери в машиностроении (стружка, облои, обрезки и др.) составляют 19%, безвозвратные (окалина и др.) — 2,5%. Расход меди и сплавов, пластмасс, резины, лакокрасочных материалов на технические нужды не превышает 2—10% от массы данных материалов в конструкции.

#### Выбросы вредных веществ и энергозатраты.

Процессы изготовления транспортных средств сопровождаются загрязнением окружающей среды вредными веществами, расходом энергоресурсов. Основными источниками загрязнений воздуха являются металлургические цехи (литейный, кузнечно-прессовый), электростанция (получение вторичных энергоресурсов), внутриводской автотранспорт, а так же участки окраски в прессовом, механообрабатывающем и сборочном цехах, посты испытаний и обкатки двигателей. Часть загрязняющих атмосферный воздух веществ представляет собой испаряющиеся компоненты лакокрасочных материалов, топлива. Водную среду загрязняют гальванические стоки и охлаждающие жидкости механообрабатывающих цехов.

На рис. 13. приведены данные об удельных выбросах вредных веществ при изготовлении легкового автомобиля среднего класса сухо массой 1,16 т.

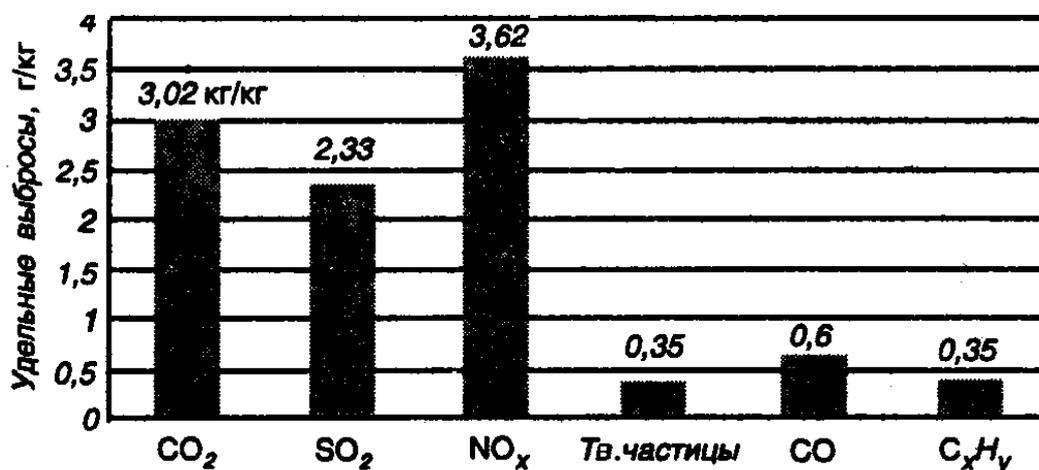


Рис. 13. Удельные выбросы вредных веществ при изготовлении легкового автомобиля

Энергозатраты при изготовлении отдельных узлов и сборке данного транспортного средства, бортового грузовика массой 18 т приведены в табл. 13.

Таблица 13. Энергозатраты при изготовлении транспортного средства

Наименование	Легковой АТС		Грузовой АТС	
	ГДж	%	ГДж	%
Общие энергозатраты	8,06	100	523	100
Ходовая часть	—	—	124	23,7
Производство металлов	3,27	40,6	—	—
Кузов	0,50	6,2	115	22
Трансмиссия	0,86	10,7	28,1	5,4
Комплект колес	2,09	25,9	68,9	13,2
Сборка, окраска	0,65	8	—	—
Кабина	—	—	47,8	9,1
Двигатель	0,32	4	57,8	11,1
Остальные	0,36	4,6	81,4	15,5

Значения удельных выбросов вредных веществ, расхода энергоресурсов в процессах изготовления автомобильных ЭУ (рис. 14) приведены в табл. 14.

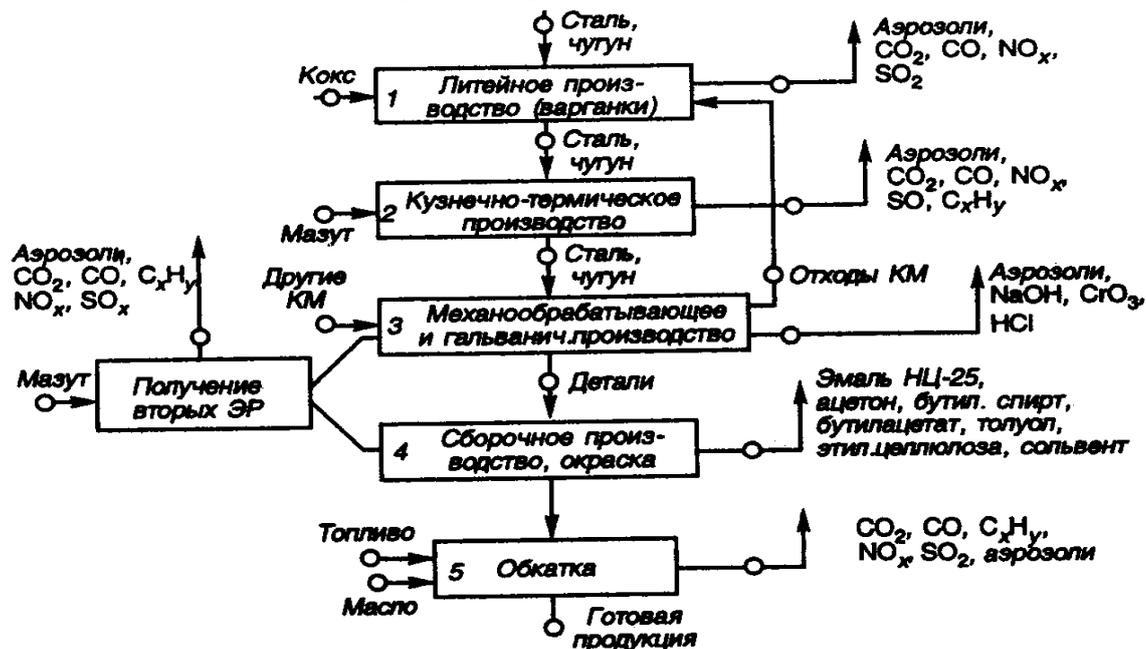


Рис. 14. Схема технологического процесса изготовления ЭУ АТС

Таблица 14. Удельные (на единицу сухой массы) выбросы вредных веществ и энергозатраты при изготовлении автомобильных энергоустановок, г/кг

Выбросы и энергозатраты	Элементы технологического процесса				Итого
	1	2	3	4+5	
<i>Атмосферный воздух</i>					
Аэрозоли	32,2	—	0,1	—	32,3
CO <sub>2</sub>	280,5	111,2	—	15,2	406,9
CO	77,0	4,2	—	0,1	81,3
NO <sub>x</sub>	0,4	0,02	—	0,2	0,62
SO <sub>2</sub>	8,0	10,4	—	1,1	19,5
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	—	1,3	—	—	1,3
NaOH	—	—	0,03	—	0,03
Сольвент	—	—	—	0,19	0,19
Бутилацетат CH <sub>3</sub> COO(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	—	—	—	0,05	0,05
Оксид хрома CrO <sub>3</sub>	—	—	0,05	—	—
<i>Водная среда (сточные воды)</i>					
Твердые частицы	—	—	0,001	0,03	0,031
NaOH	—	—	0,02	—	0,02
Оксид хрома	—	—	0,036	—	0,036
HCl	—	—	0,162	—	0,162
Лабомид	—	—	0,0002	—	0,0002
Кальцинированная сода Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	—	—	0,005	—	0,005
FeCl <sub>3</sub>	—	—	0,025	—	0,025
Тринатрийфосфат Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> · 12H <sub>2</sub> O	—	—	0,002	—	0,002
Энергозатраты, кВт · ч/кг	7,26	0,46	0,51	0,17	8,4

Мероприятия по снижению воздействия на окружающую среду при производстве (изготовлении) транспортных объектов

**Транспортные средства.** Сокращение объемов *потребления природных ресурсов (материалов)* можно обеспечить при осуществлении следующих мероприятий:

- сокращение обратимых и безвозвратных потерь, применение прогрессивного проката (фасонные и специальные профили), повышение прочностных характеристик материалов, использование антикоррозийных покрытий, совершенствование конструкции, применение металлозаменителей, снижение необоснованных запасов прочности деталей;

- использование перспективных технологических методов упрочнения поверхности деталей;

- унификация;

- повышение использования средств технологической оснащённости;

- совершенствование технологий утилизации технологических отходов;

- повышение стабильности и качества технологических процессов;

- уменьшение расхода запасных частей, повторное использование изделий.

Мероприятия по снижению *выбросов и энергозатрат*:

- перевод заводской теплоэлектростанции с мазута на газ и установка систем нейтрализации оксидов азота;

- уменьшение объема использования вагранок в литейном производстве и применение однофазных дуговых электропечей;

- установка фильтров на травильных ваннах;

- отмена цианидов в гальваническом производстве;

- получение твердых осадков гальванических стоков;

- замена закалочных масел в кузнечном производстве на водные растворы с полимерными добавками;

- использование фильтров при очистке масел и охлаждающих жидкостей в механических цехах.

Мероприятия по снижению *энергетических загрязнений*, возникающих при работе технологического оборудования:

- экранирование с помощью защитных устройств: звукоизоляции и звукопоглощения (кожухи, экраны, ограждения);

- глушение (абсорбционные, реактивные и комбинированные глушители);

- виброизоляция (виброизолирующие опоры, упругие прокладки, конструкционные разрывы); демпфирование (линейные и нелинейные с сухим, вязким или внутренним трением).

В процессе эксплуатации оборудования должны приниматься меры к устранению излишних люфтов и зазоров. Эффективный метод снижения вибрации в источнике — исключение резонансных режимов работы оборудования.

Для снижения вибраций на путях их распространения применяют методы виброгашения, виброизоляции или вибродемпфирования. *Виброгашение* реализуется при увеличении эффективной жесткости и массы корпуса машин за счет их объединения с фундаментами. *Виброизоляция* — установка оборудования на виброизолирующих опорах, в качестве которых используют резиновые или пластмассовые прокладки, цилиндрические пружины, листовые рессоры, пневматические виброизоляторы. В основе процесса *вибродемпфирования* — увеличение активных потерь в колебательных системах, которые создаются специальными устройствами или благодаря свойствам используемых материалов.

### **Вопросы:**

1. Какие основные источники загрязняют воздух при изготовлении транспортных средств?

2. При осуществлении каких мероприятий можно сократить объемы потребления материалов при изготовлении транспортных средств?

3. Какие мероприятия необходимо осуществить для снижения выбросов и энергозатрат при изготовлении транспортных средств?

4. Мероприятия по снижению энергетических загрязнений, возникающих при работе технологического оборудования?

## 6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ (ЭКСПЛУАТАЦИЯ) ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И УЧАСТКА ДОРОГИ

**План:**

1. Загрязнение ОС при выполнении транспортной работы и эксплуатации дороги.
2. Мероприятия, снижающие воздействие на ОС при выполнении транспортной работы.

### Транспортные средства.

Преобразование химической энергии топлива в работу по перемещению грузов и пассажиров связано с образованием токсических и вредных веществ с отработавшими газами двигателей, продуктов износа шин и антифрикционных материалов, а также потребление в больших объемах моторного топлива и масла.

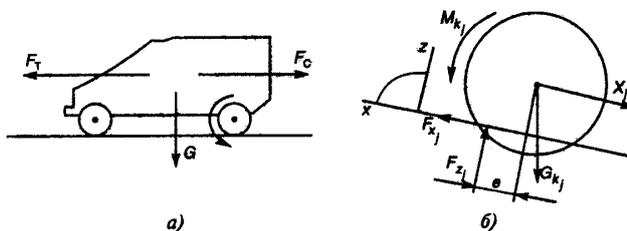
Только один легковой автомобиль отечественного производства ежегодно потребляет до 1000 — 1500 кг топлива и до 9 — 13 кг моторного масла (на угар).

Удельные (на единицу пробега — пробеговые, г/км) выбросы вредных веществ, расход топлива устанавливаются в отдельных фазах движения автомобиля: *при разгоне, движении с постоянной скоростью, замедлении и в режиме холостого хода* или на типизированных маршрутах движения. Количественная оценка удельных (на единицу пробега) расходов топлива и выбросов вредных веществ отработавшими газами отдельных марок АТС может производиться расчетным путем с использованием алгоритма, в основе которого решение дифференциального уравнения движения АТС.

Уравнение движения автомобиля в горизонтальной плоскости (рис. 15, а) имеет вид:

$$m \ddot{x} = -F_c + F_T \quad (1)$$

где  $F_c$  — сумма сил сопротивления движению;  $F_T = \sum_n F_{x_j}$  — сумма тяговых сил на ведущих осях;  $n$  — число осей автомобиля.



**Рис. 15. Системы сил, действующих на автомобиль (а), и сил, приведенных к колесу (б)**

Система уравнений движения АТС, приведенных к колесу (рис. 15, б) в горизонтальной  $x$  и вертикальной  $z$  плоскостях:

$$m_{kj} \ddot{x}_{k_j} = -x_j + F_{x_j} - G_{k_j} \sin \alpha \quad (2)$$

$$J_{kj} \ddot{\varphi}_{k_j} = M_{kj} - F_{xj} r_j - F_{zj} e_j \quad (3)$$

где  $\alpha_d$  — угол подъема дороги;  $G_{kj}$  — вес автомобиля, приведенный к  $j$  оси;  $m_{kj}$  — масса колес;  $J_{kj}$  — сумма моментов инерции в плоскости вращения колеса;  $F_{xj}$  — сумма сил сопротивления движению в месте контакта с дорогой;  $F_{zj}$  — то же в плоскости  $z$  (осевая нагрузка);  $M_{kj}$  — крутящий момент, приведенный к валу ведущей оси.

Левая часть уравнений (2, 3), называемая силой ускорения, определяется моментами инерции ведущих колес, связанных, в свою очередь, через массу, передаточные числа в трансмиссии и механические потери с крутящим моментом и частотой вращения коленчатого вала двигателя. Частоте вращения вала и значению крутящего момента двигателя в каждый момент времени (при движении АТС по дороге) соответствуют определенные значения расхода топлива, концентрации токсичных веществ в поле многопараметровой характеристики, полученной экспериментально на установившихся режимах работы и теплового состояния двигателя.

Решая обратную задачу при заданных полях концентраций, удельного расхода топлива двигателя в поле многопараметровой характеристики через уравнение движения (2), можно оценить выбросы и расход топлива АТС на единицу пути или транспортной работы. Решая уравнение (3) относительно возмущений в вертикальной плоскости, генерируемых неровностями дороги, элементами конструкции автомобиля, можно установить связь амплитуды интенсивности вертикальных перемещений кузова с излучаемой виброакустической энергией. Решая уравнения (2 и 3) совместно относительно суммарных вертикальных перемещений, вызванных работой двигателя и движением автомобиля по дороге, можно оценить плавность хода (уровень комфорта), а с учетом виброакустического излучения колес и уровень шума одиночного транспортного средства.

В теории автомобиля разработаны упрощенные методы решения уравнений (1—3), которые строятся на том, что неизвестные уравнения связей заменяются установленными экспериментально зависимостями взаимодействия колеса с опорной поверхностью (силой сопротивления качению и силой сцепления) и величинами нормальных касательных реакций дороги, возникающих в месте контакта шины с дорогой. Для плоской системы приложенных к АТС внешних сил и моментов принимается условие его поступательного перемещения при положении управляемых колес, соответствующем прямолинейному движению. Автомобиль заменяется эквивалентной механической системой материальных точек, состоящей из последовательно движущейся массы всех деталей массы деталей, находящихся одновременно в поступательном и вращательном движении. Точки системы в каждый момент времени получают равные поступательные перемещения, параллельные поверхности качения.

С учетом того, что при движении АТС по дороге со скоростью  $v_a$  сумма всех сил, движущих автомобиль  $F_T$ , не меньше суммы сил сопротивления движению  $F_c$ , после ряда преобразований уравнение поступательного перемещения АТС может быть представлено в виде:

$$\delta_{\varphi} m_a / g dv / dt = F_T(v_a) - F_c(v_a, v_a^2) \quad m_a g \sin \alpha_d, \quad (4)$$

где  $\delta_{\varphi}$  — коэффициент учета вращающихся масс;  $m_a$  — масса АТС;  $g$  — ускорение свободного падения;  $\alpha_d$  — угол наклона продольного профиля дороги.

Уравнение (4) для АТС с механической трансмиссией можно представить как

$$dv_a / dt = (D_a - \Psi) g / \delta_{\varphi}, \quad (5)$$

где  $D_a$  — динамический фактор АТС;  $\Psi$  — коэффициент сопротивления движению. Динамический фактор в формуле (5) определяется как

$$D_a = (M_e u_{кп} u_r \eta_{тр} / r_k m_a g) - (\Phi v_a^2 / m_a g), \quad (6)$$

где  $M_e$  — крутящий момент на валу двигателя;  $u_{кп}, u_r$  — передаточные числа коробки передач и главной передачи;  $\eta_{тр}$  — КПД трансмиссии;  $r_k$  — радиус колеса;  $\Phi$  — фактор обтекаемости АТС.

Коэффициент учета вращающихся масс:

$$\delta_{ep} = 1,04 + (J_D u_{кп}^2 u_r^2 / m_a r_k^2), \quad (7)$$

где  $J_D$  — момент инерции вращающихся масс деталей двигателя. Коэффициент сопротивления движению приближенно можно оценить по формуле

$$\Psi = f_0 + f_1 v_a^2, \quad (8)$$

где  $f_0$  — коэффициент сопротивления качению при скорости движения, близкой к нулю;  $f_1$  — коэффициент, определяющий изменение сопротивления качению с увеличением скорости движения.

Мгновенные и интегральные (по времени) значения скорости ускорения автомобиля, расход топлива, выбросы вредных веществ в отдельных фазах движения и на маршруте оцениваются на основании следующих исходных данных — нагрузочно-скоростных режимов работы двигателя и концентраций компонентов отработавших газов ( $CO$ ,  $C_xH_y$ ,  $NO_x$ ,  $CO_2$  твердых частиц), расхода топлива в поле многопараметровой характеристики, полученной экспериментально на моторном стенде. На рис. 16. приведены зависимости выбросов вредных веществ легковыми АТС с бензиновыми ДВС от скорости движения в режиме  $v_a = \text{const}$ .

Для оценки расхода топлива (г/ч) в режиме холостого хода бензиновых АТС можно использовать формулу

$$G_T = 0,1079 + 19683,45 P - 3046397,75 P^2, \quad (9)$$

$$R^2 = 0,9047$$

где  $P$  — комплексный измеритель, отражающий одновременно уровень форсировки двигателя по тепловым, динамическим нагрузкам и материалоемкость конструкции [ $\text{кг} \cdot \text{л} / (\text{кВт}^2 \cdot \text{мин}^{-1})$ ]:

$$P = m_{y0} / (N_e n / V_h) \quad (10)$$

где  $m_{y0}$  — удельная масса,  $\text{кг}/\text{кВт}$ ;  $N_e, n$  — номинальная мощность и частота вращения коленчатого вала,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $V_h$  — рабочий объем двигателя, л.

Показатель  $P$  составляет для бензиновых легковых АТС —  $(0,2—0,3)10^{-4}$ , бензиновых автобусов —  $(0,4—1,3)10^{-4}$ , грузовых АТС и автобусов с дизелями —  $(2,0—4,1)10^{-4}$ .

Для сопоставления влияния фаз разгона, замедления и движения АТС с  $v_a = \text{const}$  на пробеговые выбросы используются коэффициенты:

$$k_p = w_{j, \text{разгон}}(i) / w_{j, v_a = \text{const}}(i), \quad (11)$$

$$k_z = w_{j, \text{замедл}}(i) / w_{j, v_a = \text{const}}(i), \quad (12)$$

где  $w_j$  — удельный выброс  $j$ -го вещества при разгоне АТС в диапазоне скоростей

(0— $i$ ) замедлении в диапазоне скоростей ( $i—0$ ) при движении с постоянной скоростью  $i$ . В табл. 15. приведены значения коэффициентов для разных фаз движения бензиновых и дизельных АТС, классификация которых приведена табл. 16.

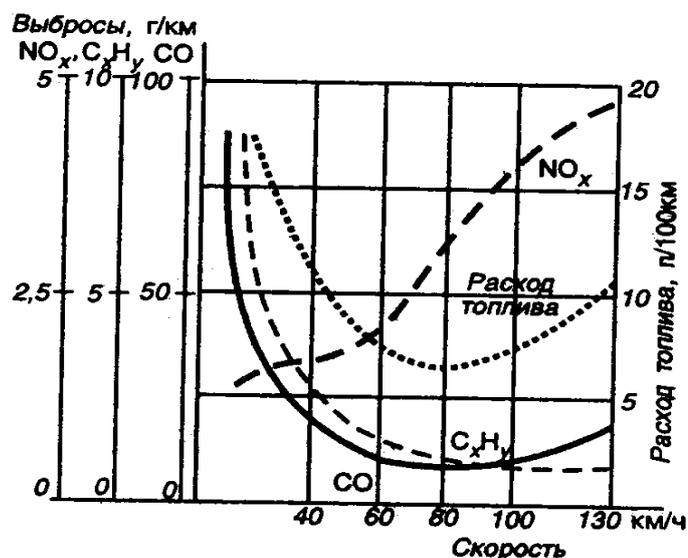


Рис. 16. Зависимость удельных выбросов легковых АТС от скорости в режиме  $v_a=const$

Таблица 15. Значения  $k$  разных групп АТС при разгоне (замедлении)

Разгон (замедление) до $V_a$	Разгон						Замедление				
	группа	$Q_s$	CO	$C_xH_y$	$NO_x$	частицы	$Q_s$	CO	$C_xH_y$	$NO_x$	частицы
20 км/ч	BM1	6,1	13,1	5,2	13,2	—	0,2	0,3	0,3	0,1	—
	BM3	5,3	16,9	5,6	6,3	—	0,2	0,2	0,3	0,04	—
	DM3	4,0	1,3	1,5	5,6	18,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,22
60 км/ч	BM1	4,1	17,8	3,7	6,0	—	0,1	0,06	0,05	0,01	—
	BM3	2,0	6,5	2,9	0,7	—	0,07	0,08	0,16	0,01	—
	DM3	1,5	1,3	0,7	1,3	6,2	0,02	0,09	0,03	0,01	0,02

Таблица 16. Классификация АТС, принятая в странах ЕС

Группы АТС	Полная масса, кг	Примечания
Пассажирские:		
M1	Менее 2500	До восьми мест
M2	2500—5000	Более восьми мест
M3	Более 5000	Более восьми мест
Грузовые:		
N1	Менее 3500	
N2	3500—12000	
N3	Более 12 000	

Примечание. Каждая из шести подгрупп АТС разделяется по виду используемого топлива — бензиновые (В), дизельные (D), конвертированные из бензиновых и работающие на сжиженном нефтяном (СНГ) и сжатом природном газе (СПГ), конвертированные из дизельных и работающие на сжатом природном газе (СПГ-д), а также двухтопливные,

работающие на дизельном топливе и сжатом природном газе (ГД).

У бензиновых АТС при *разгоне* существенно возрастают выбросы CO и NO<sub>x</sub>, причем с увеличением литража двигателя значения коэффициентов  $k_p$  снижаются. Расход топлива и выброс C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, также возрастают (в 3,5—7,9 раза). У дизельных АТС растут выбросы твердых частиц (сажи) и расход топлива. При *замедлении* значения удельных выбросов снижаются в 3—10 раз. Усредненные значения выбросов и расхода топлива в условиях эксплуатации по отдельным группам транспортных средств приведены в табл. 17.

Выбросы CO газовыми АТС существенно ниже, чем бензиновыми. Применение СНГ позволяет снизить выбросы NO<sub>x</sub> и C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, в то время, как при использовании СПГ (существующие образцы техники) наблюдается рост удельных выбросов этих веществ. Использование газодизельного цикла приводит к заметному росту CO и C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, но снижению выбросов NO<sub>x</sub> и твердых частиц. Выбросы CO грузовыми АТС и автобусами с бензиновыми ДВС в 5,4—6,5 раза больше, чем у дизельных аналогов. Однако у последних больше выбросы NO<sub>x</sub> (в 2,7 и 1,9 раза), твердых частиц и SO<sub>2</sub>. Оценку расходов топлива  $Q_s$  (кг/100 км) и моторного масла  $Q_m$  (г/100 км) бензиновых АТС в эксплуатационных условиях (на основании результатов обработки выборки из 29 объектов) можно осуществить по формулам

$$Q_s = 3,36 + 16,149 \cdot 10^{-4} \Pi + 10,277 \cdot 10^{-8} \Pi^2, \quad (13)$$

$$R^2 = 0,79$$

$$Q_m = -7,91 + 1280,9 \cdot 10^{-8} \Pi^2, \quad (14)$$

$$R^2 = 0,68$$

Таблица 17. Выбросы вредных веществ и расход топлива одиночных АТС в условиях эксплуатации (ездовые циклы по ГОСТ 20306-90), г/км

Тип АТС	Классификация	$Q_s$ л/км	Выбросы вредных веществ						
			CO	NO <sub>x</sub>	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	Тв. частицы (сажа)	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	Соединения свинца
<i>Пассажирские транспортные средства</i>									
Бензиновые	BM1	0,092	12,4	1,9	2,1	—	199,1	0,14	0,024
	BM2	0,191	40,2	1,3	3,1	—	382,9	0,27	0,045
	BM3	0,543	140	12,7	8,2	—	1141,7	0,82	0,135
Дизельные	DM1	0,067	3,1	5,6	1,1	0,18	154,6	0,53	—
	DM2	0,109	1,6	2,0	0,4	0,35	251,3	0,87	—
	DM3	0,408	7,1	11,2	4,7	0,96	1150,7	3,96	—
Газовые	СНГ М1	0,078	3,1	0,7	1,8	—	205,3	0,02	—
	СНГМ2	0,123	10,0	0,5	2,9	—	321,4	0,02	—
	снгм3	0,283	33,9	4,6	7,6	—	741,3	0,05	—
	СНГ6М3	0,65*	69,8	34,1	19,9	—	1289,8	1,26	—
	ГД М3	13**	49,0	16,4	42,2	0,39	842,5	0,59	—
<i>Грузовые автомобили</i>									
Бензиновые	BN1	0,135	39,6	3,0	4,0	—	276,8	0,2	0,033
	BN2	0,367	118,5	10,1	10,7	—	725,6	0,52	0,086

Дизельные	BN3	0,673	113,8	16,4	7,1	—	1259,3	0,9	0,149
	DN1	0,075	5,1	8,3	1,6	0,36	173,1	0,6	—
	DN2	0,265	9,2	8,4	2,0	1,49	666,1	2,3	—
	DN3	0,457	15,9	19,5	4,8	1,06	1032,0	3,6	—
Газовые	CHFN1	0,11	9,3	1,1	3,4	—	289,1	0,02	—
	CHГ N2	0,217	28,4	3,5	10,4	—	569,8	0,04	—
	CHF6N2	0,30*	37,9	15,3	13,1	—	590,0	0,58	—
	ГД N3	12**	54,8	14,6	49,8	0,375	795,1	0,56	—

\* м<sup>3</sup>/км.

\*\* МДж/км.

Уровень выбросов зависит от природно-климатических факторов, технического состояния агрегатов (отклонение регулировочных параметров от допустимых в результате износа и неисправности систем) и др. При низких температурах (250 К) наблюдается рост выбросов СО и С<sub>х</sub>Н<sub>у</sub> в 3—4 раза, выбросы NO<sub>х</sub> практически не меняются. При выработке моторесурса из-за износа двигателя выбросы СО, С<sub>х</sub>Н<sub>у</sub>, сажи возрастают в 1,5—2 раза, а выбросы NO<sub>х</sub> снижаются на 25%.

Зависимости изменения выбросов, расхода топлива на разных пробегах АТС с начала эксплуатации по мере выработки ресурса двигателя (износа деталей цилиндропоршневой группы, топливоподающей аппаратуры, нарушения заводских регулировок) имеют вид:

$$k_{wj} = A_0 + A_1 L_a + A_2 L_a^2 + A_3 L_a^3, \quad (15)$$

где  $k_{wj}$  — изменение пробеговых выбросов  $j$ -го вещества АТС в процессе эксплуатации по сравнению с базовыми (новые АТС), %;  $L_a$  -пробег АТС с начала эксплуатации, тыс. км;  $A_{0,1,2,3}$  — параметры в уравнении регрессии, значения которых приведены в табл. 3.21.

Увеличение расхода моторного масла  $\Delta V_M$  (л/1000 км) на угар из-за изменения зазора между поршневыми кольцами и канавку поршневой головки в зависимости от пробега АТС с начала эксплуатации может быть определено по формуле

$$\Delta V_M = 2,814 \exp(0,0091 L_a), \quad (16)$$

$$R^2 = 0,953$$

Таблица 18. Значения коэффициентов в уравнении (15)

Наименование	$A_0$	$A_1$	$A_2 \cdot 10^{-6}$	$A_3 \cdot 10^{-6}$	$R^2$
СО	100,73	0,16	357,69	-0,87	0,999
С <sub>х</sub> Н <sub>у</sub>	101,04	0,079	646,25	0,43	0,999
NO <sub>х</sub>	97,92	0,015	-1174,42	1,12	0,989
Сажа	99,28	0,284	911,29	0,94	0,999
СО <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , Q <sub>s</sub> , Рb	99,999	0,2	-0,03	0	1,0

Выбросы вредных веществ (СО<sub>2</sub>, СО, С<sub>х</sub>Н<sub>у</sub>, NO<sub>х</sub>, SO<sub>2</sub>, сажи, соединений свинца), расходы топлива и масла в зависимости от срока службы (пробега АТС) за период выработки ресурса определяются по формуле

$$W_j = w_j L_a k_{wj} / 100, \quad (17)$$

где  $w_j$  — удельные (на км пробега) выбросы одиночных АТС (новых), г/км.

Бели не учитывать влияние технического состояния двигателя по мере выработки ресурса на выбросы и расход, то значения выбросов СО<sub>2</sub>, СО, С<sub>х</sub>Н<sub>у</sub>, сажи при

выполнении *транспортной работы* оказываются заниженными соответственно в 1,2 — 2 раза, расход масла — в 3 раза, но  $\text{NO}_x$  — завышенными в 1,1 — 1,6 раза.

Выход *резиновой пыли* при эксплуатации в зависимости от типа и пробега транспортных средств (данные МАДИ-ТУ) составляет 1,35—53,2 кг/авт в год (для легковых автомобилей — 1,35; грузовых — 17,1; автобусов — 53,2), а асбестосодержащей пыли (до 30% асбеста) от износа тормозных накладок 0,8 — 1,5 кг/авт в год.

### Мероприятия по снижению загрязнения окружающей среды при осуществлении перевозочного процесса

**Транспортные средства.** Из большого количества известных мероприятий наиболее эффективными являются следующие.

1. *Регулярный пересмотр в сторону ужесточения норм токсичности и уровня шума (см. гл. 5) одиночных транспортных средств.*

2. *Совершенствование (модернизация) систем питания, зажигания ДВС* — увеличение полноты сгорания топлива путем оптимизации дозирования горючей смеси и более надежного поджигания (в двигателях с искровым зажиганием), а также:

- ужесточение технологических допусков при изготовлении деталей, формирующих камеру сгорания, систему подачи топлива, впускные трубопроводы;
- улучшение конструкции поршневых колец;
- уменьшение угла опережения зажигания;
- совершенствование систем пуска, прогрева, холостого хода;
- использование впрыска топлива, транзисторного зажигания микропроцессорного управления.

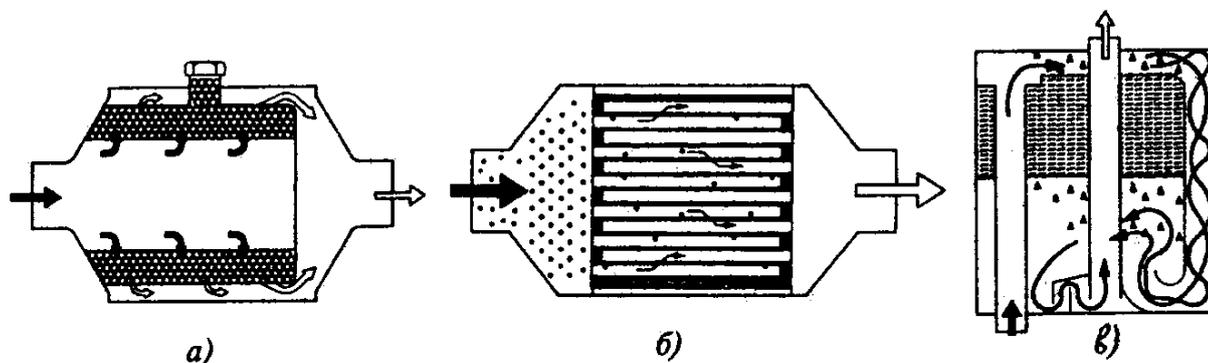
3. *Повышение качества моторных топлив.* Отказ от использования тетраэтилсвинца в бензинах, снижение содержания серы в дизельном топливе (до 0,05%), ароматических углеводородов.

4. *Рециркуляция отработавших газов ( $R_{o,r}$ ).* Перепуск отработавших газов в систему впуска приводит к снижению температуры горения и снижению выбросов оксидов азота, но ухудшается топливная экономичность (при  $R_{o,r} = 15$ —20%  $\text{NO}_x$  снижается на 60—80%).

5. *Нейтрализация отработавших газов, фильтрация твердых частиц.*

Нейтрализатор (рис. 17) — устройство каталитического действия, предназначенное для обработки отработавших газов двигателя.

*Окислительный каталитический* нейтрализатор работает при температуре 680—880 К и осуществляет окисление  $\text{CO}$  и низкомолекулярных углеводородов в  $\text{CO}_2$  с эффективностью до 75—95%. Блок-носитель делают из керамической сотовой структуры, гофрированной фольги



**Рис. 17. Схемы различных типов нейтрализаторов автомобилей:**  
а — каталитический; б — комбинированный (нейтрализатор-фильтр-глушитель); в

(нержавеющая сталь толщиной 0,03—0,04 мм), в виде гранул из оксида алюминия, которые укладываются в металлический цилиндр, закрытый по торцам сетками.

Окислитель - восстановительный каталитический нейтрализатор по конструкции не отличается от окислительного, но дополнительно комплектуется кислородным датчиком ( $\lambda$ -зондом) после нейтрализатора, системой впрыска топлива (вместо карбюратора), так как необходимо дозировать топливо с высокой точностью, ибо вблизи  $\alpha = 0,98—0,99$  достигается максимальный эффект нейтрализации одновременно по трем компонентам —CO,  $C_xH_y$ , и  $NO_x$  (рис. 18).

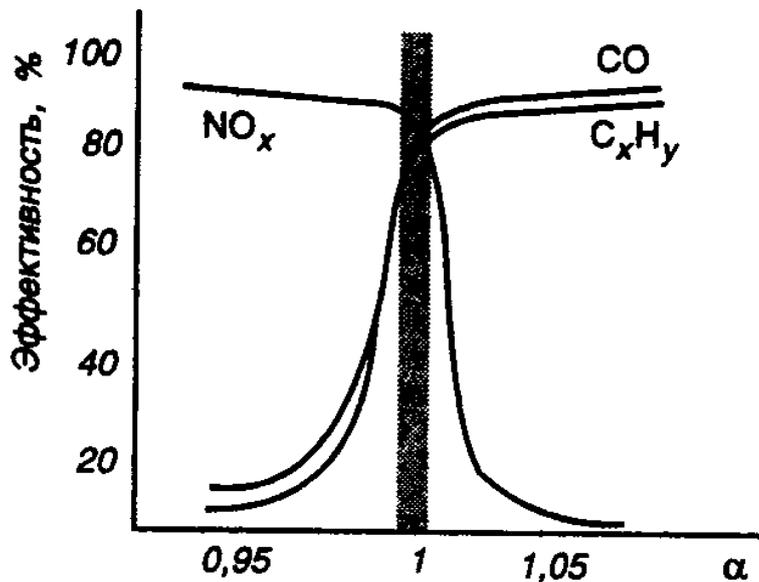


Рис.18. Принцип работы окислительно-восстановительного-нейтрализатора отработавших газов бензиновых двигателей

Длительность впрыскивания форсункой задается электронным блоком управления в зависимости от сигналов измерителей расхода воздуха, частоты вращения и кислородного датчика, электроды которого выполнены из пористой платины.

Нейтрализатор эффективно работает при температуре 580— 1150К только при использовании неэтилированного бензина.

Фильтры для улавливания дисперсных частиц являются известным техническим решением для снижения выбросов твердых частиц дизелей. Среди фильтрующих материалов предпочтительна керамика, позволяющая получить максимальную фильтрующую поверхность в единице объема при выполнении жестких требований по рабочим температурам, прочности, долговечности, а также экономическим показателям (табл. 19).

При использовании фильтров возникают проблемы обеспечения их эффективной работы из-за быстрого заполнения пор частицами сажи. Выход — в использовании системы регенерации от накопленной сажи: термической (внешний подогрев отработавшими газами, пламенем) или с применением каталитических активаторов горения сажи. Второй вариант значительно упрощает систему регенерации, сводя ее по существу только к системе аварийного отключения фильтра при недопустимо высоком сопротивлении.

Таблица 19. Характеристики фильтрующего материала (данные НАМИ)

Характеристика материала	Показатель
Состав	SiO <sub>2</sub>
Структура	Волокнистая
Средний размер волокон, мкм	1x10
Средний размер пор, мкм	20
Пористость, %	90—92
Объемная плотность, г/см <sup>3</sup>	0,25
Прочность на сжатие, кг/см <sup>2</sup>	10
Температура, К	1500
Коэффициент линейного расширения, м/К	5 · 10 <sup>-7</sup>
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м · К)	0,1

В числе каталитических активаторов горения сажи используются металлоорганические соединения и активаторы на основе железа, цезия, марганца, при наличии которых обеспечивается надежная регенерация фильтра при температурах отработавших газов 600—650 К. Концентрация активаторов горения сажи в топливе составляет 0,02%.

Обычно в дизелях фильтр частиц устанавливают в комбинации с нейтрализатором (фильтр-нейтрализатор); решается не только проблема удаления СО и С<sub>х</sub>Н<sub>у</sub>, но и упрощается процесс фильтрации за счет изменения состава дисперсных частиц (удаления из них углеводородных фракций). В качестве каталитического элемента применяется блочный носитель, а общая конструкция разрабатывается с учетом выполнения требований по шумоглушению.

6. *Поддержание технического состояния* (теплого режима, регулировок) в пределах допусков заводов-изготовителей предусматривает развитие сети сервисного обслуживания транспортной техники адекватно росту численности автомобильного парка.

7. *Использование новых рабочих процессов и видов энергоресурсов* (природный газ, синтез-газ, водород, спирты, электропривод). В числе перспективных рабочих процессов двигателей — переобеднение смеси (рис. 20), т.е. работа в диапазоне коэффициента избытка воздуха 1,4—1,6.

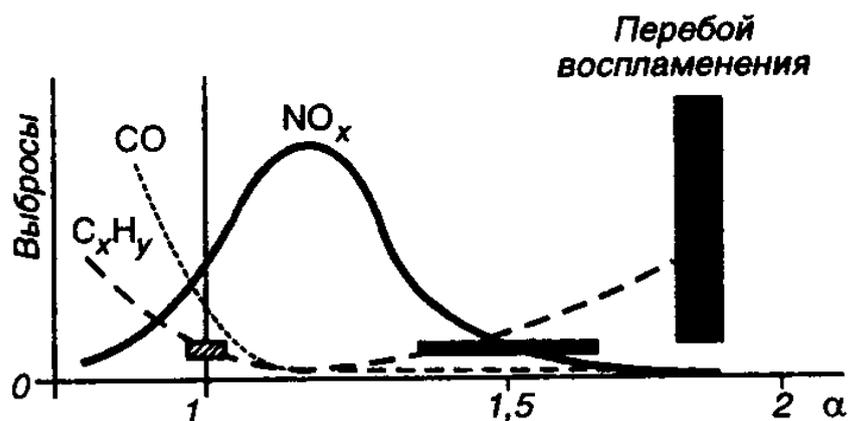


Рис. 20. Зависимость выбросов от коэффициента избытка воздуха

В этом случае даже при отсутствии отработавших газов можно существенно снизить выброс токсичных веществ в широком интервале эксплуатационных нагрузок.

Существенное снижение выбросов транспортных средств можно обеспечить в случае использования альтернативных топлив (табл. 20). Перспективным считается, например, применение диметилэфира (ДМЭ) в качестве топлива для городских дизельных авто-

мобилей и автобусов. При нормальных условиях ДМЭ находится в газообразном состоянии и по физическим свойствам сходен со сжиженным нефтяным газом.

Таблица 20. **Выбросы вредных веществ АТС ГАЗ-2410 при работе на разных топливах, г/км (данные НАМИ)**

Вид топлива	СО	С <sub>x</sub> Н <sub>y</sub>	NO <sub>x</sub>	СО <sub>2</sub> , кг/кг
Бензин АИ-93	10,3	2,17	2,25	2,1
Сжиженный нефтяной газ	4,7	1,19	2,15	2,0
Сжатый природный газ	2,1	1,11	2,1	1,9
Бензин + Водород	0,74	0,69	1,11	0,42
Водород	0	0	0,62	0
Метанол	6,92	1,14	1,09	0,35
Метанол + Синтез - газ	1,24	0,62	0,89	0,26
Синтез-газ	0	0,1	0,57	0,19

При его использовании возможна реализация в двигателе с воспламенением от сжатия эффективного процесса сгорания с очень низким уровнем выбросов вредных веществ и шума. Некоторое количество твердых частиц образуется из-за попадания смазочного масла в камеру сгорания. Низкий уровень выбросов оксидов азота объясняется меньшим временем выгорания не перемешанной горючей смеси, меньшей скоростью нарастания давления и температурой сгорания. Диметилэфир имеет период полураспада менее суток и распадается на СО<sub>2</sub> и Н<sub>2</sub>О, не загрязняя атмосферу. Однако имеются проблемы с промышленным получением этого вида моторного топлива.

Для выполнения действующих и перспективных норм\* выбросов вредных веществ АТС с воспламенением от сжатия и искровым зажиганием необходимо применение комплекса мероприятий (табл. 21 и 22), что реализуется в современных конструкциях двигателей.

В качестве основных мероприятий по снижению шума одиночных транспортных средств используются (данные НАМИ):

- *глушители абсорбционные, реактивные (рефлексные) и комбинированные.* Снижение шума в абсорбционных глушителях происходит за счет поглощения звуковой энергии в применяемых для них звукопоглощающих материалах, а в реактивных глушителях — в результате отражения звука обратно к источнику.

Выбор типа глушителя зависит от спектра шума источника, конструкции двигателя, допустимого аэродинамического сопротивления. На практике используют комбинированные глушители, работающие одновременно и как абсорбционные, и как реактивные, например камерные глушители с облицованной звукопоглощающим материалом внутренней поверхностью;

— *картерные детали двигателя* с высокой изгибной жесткостью — снижение вибрационного отклика на частотах 1—2 кГц способствует уменьшению структурного шума на 1—4 дБА;

— *вибропоглощающие слоистые материалы* типа «металл—пластик—металл» в качестве малонагруженных корпусных деталей (клапанные крышки, масляный поддон и т.п.) — внешний шум автомобиля снижается на 1—2 дБА;

— *двухступенчатый впрыск топлива, муфта отключения вентилятора, шкив коленчатого вала спицевидной конструкции* позволяют снизить структурный шум поршневого двигателя на 3—10 дБА;

Таблица 21. **Мероприятия, обеспечивающие выполнение перспективных норм токсичности транспортными средствами с дизельными двигателями (данные НАМИ)**

Мероприятия	EURO	EURO	EURO	EURO	Сроки
-------------	------	------	------	------	-------

	—1	—2	—3	—4	внедрения
1. Топливная аппаратура с высоким давлением впрыскивания: 50—80 МПа 80—100 МПа 100—150 МПа	+	+	+	+	1994 г. С 1997 г.
2. Электронная система управления топливо-отдачей: аккумуляторная топливная система адаптивное микропроцессорное (МП) управление силовым агрегатом			+	+	
3. Турбонаддув: с повышенным КПД турбокомпрессора регулируемый наддув охлаждение наддувочного воздуха с системой глубокого охлаждения	+	+	+	+	1994 г. 1998 г.
4. Топливо: дизельное с содержанием серы до 0,05% газовое (газодизельный цикл) диметилэфир	+		+	+	С 1997 г. 1987г.
5. Антиоксичные системы: окислительный нейтрализатор фильтр-нейтрализатор с системой регенерации нейтрализатор для восстановления NO <sub>x</sub>	+	+	+	+	С 1989 г. Опытные образцы

— экраны с акустическими материалами позволяют снизить внешний шум автомобиля на 2—4 дБА, а акустические капсулы (вокруг силового агрегата) — до 6 дБА;  
— малошумные шины (с измененным рисунком протектора). Малошумный дренажный асфальт в первые два года эксплуатации дает снижение шума автомобиля до 5 дБА, а затем эффект исчезает. Это связано с уменьшением числа дренажных пор в результате попадания воды, льда, различных частиц, вызываемых износом шин, и т.п.

Таблица 22. Мероприятия, обеспечивающие выполнение перспективных норм токсичности транспортными средствами с бензиновыми двигателями (данные НАМИ)

Мероприятия	EURO —1	EURO —2	EURO —3	EURO —4	Состояние разработк и, сроки внедрения
Электронная система впрыска топлива и зажигания на базе 8-разрядного МП	+				С 1995 г.
Электронная система распределения впрыска на базе 16-разрядного МП с самодиагностикой		+	+		С 1997г.
Электронная система непосредственного впрыска				+	
Многоклапанная система газораспределения			+		С 1986 г.
Многоклапанная система газораспределения с регулируемыи фазами				+	
Трехкомпонентный нейтрализатор	+				С 1997 г.
Трехкомпонентный катализатор с системой ускоренного прогрева		+	+		
Каталитический нейтрализатор с блоком вос-				+	

становления NO <sub>x</sub> при избытке кислорода					
Топливо:					
неэтилированный бензин	+	+	+	+	В 1997 г. 63%
природный газ	+	+	+	+	С 1990 г.
метанол				+	

### Контрольные вопросы :

1.Как определяются удельные (пробеговые) выбросы вредных веществ при выполнении транспортной работы?

2.Как можно оценить расход топлива в режиме холостого хода бензиновых автомобилей ?

3.Как изменяется количество и состав выбросов автотранспортного средства в зависимости от типа топлива и фазы движения?

4.Назовите наиболее эффективные мероприятия , снижающие воздействие на ОС при осуществлении перевозочного процесса?

5.Принцип работы окислительно-восстановительного нейтрализатора отработавших газов автомобилей.

## 7.ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ( ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ,РЕМОНТ ) ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТА

### План:

1.Источники загрязнения окружающей среды при обслуживании и ремонте объектов транспорта.

2.Мероприятия, снижающие воздействие на ос при обслуживании и ремонте объектов транспорта.

### Транспортные средства.

При восстановлении работоспособности транспортных средств осуществляются уборочно-моечные, контрольно–регулирующие, крепежные, подъемно-транспортные, разборочно-сборочные, слесарно-механические, кузнечные, жестяницкие, сварочные, медницкие, очистительно-промывочные, смазочно-заправочные, аккумуляторные, окрасочные и другие работы. Они сопряжены с загрязнением атмосферного воздуха, воды, почвы вредными веществами, расходом конструкционных, эксплуатационных материалов и энергоресурсов на стационарных постах, участках, при маневрировании транспортных средств по территории стоянок и зон обслуживания.

Указанные процессы определяются периодичностью проведения регламентных работ, уровнем надежности конструкции транспортного средства, номенклатурой используемого оборудования, расходом материалов и инструмента на ремонтно-эксплуатационные нужды. В табл. 23. приведена номенклатура вредных веществ , выделяемых на производственных участках транспортного предприятия или автосервиса.

Таблица 23. Номенклатура веществ, выделяемых при восстановлении работоспособности объектов транспорта на специализированных участках.

Участок	Выделяемые вредные вещества
Аккумуляторный	Пары серной кислоты, диоксид серы, соединения свинца, аэрозоли
Механический	Пыль, аэрозоли
Сварочный	Соединения марганца, кремния, оксид хрома, фтороводород, оксиды азота, оксид углерода

Кузнечно-термический	Оксид углерода, оксиды азота, оксиды серы, циано- и хлороводород, аммиак, пары масел, аэрозоли, щелочи, соли, сажа, зола, пыль.
Медницкий	Соединения кремния, Уайт-спирит, ароматические углеводороды, щелочи, кальцинированная сода, фосфаты, синтаmid, синтапол, сульфанол, кислоты (соляная, серная, азотная, фосфорная, синильная, хромовая ), сульфаты, аэрозоли, хлорид никеля.
Малярный	Аэрозоли красок, толуол, ксилол, сольвент, хлорбензол, дихлорэтан, спирты, ингибиторы органических и неорганических наполнителей, пленкообразующие вещества.

Удельные (на 100км пробега АТС) выбросы вредных веществ энергзатраты на специализированных участках транспортного предприятия представляют отношение объемов энергопотребления или валовых выбросов  $i$ -го вещества на определенном участке или в целом на предприятии в течении года к среднегодовому пробегу группы АТС, обслуживаемых на этих участках.

Происходит интенсивное загрязнение водных ресурсов (сточных вод) взвешенными веществами и нефтепродуктами со слабой эмульгированностью в результате очистки и обезжиривания поверхностей деталей и узлов транспортных средств с помощью щелочных и кислотных растворов, синтетических моющих средств (СМС), скипидара, жиров, формальдегида. Наибольшее количество загрязнений водных ресурсов связано с мойкой транспортных средств, входящих в регламент ежедневного технического обслуживания, а также агрегатов и деталей при осуществлении ремонта ( табл.24 ).

Таблица 24. Выход загрязнений при косметической и углубленной мойке автомобилей ( данные МАДИ-ТУ), кг за 1 мойку

Подвижной состав	Масса загрязнений	Количество моек в году, шт.	Масса загрязнений	Количество моек в году, шт.
Легковые автомобили	0,7	40	1,5	15
Грузовые автомобили	1,1	25	2,3	10
Автобусы	1,4	85	3,1	10

Отработанные растворы моющих средств содержат нефтепродуктов и взвесей до 5 г на л, поверхностно-активных веществ (ПАВ) – до 0,1г на л и щелочных электролитов до 20 г на л, т.е. концентрация вредных примесей в этих растворах в 40-90 тыс. раз превышает санитарные нормы.

Для восстановления деталей и придания рабочим поверхностям заданных физико-химических свойств используются гальванические процессы. в частности, электролитические способы осаждения хрома, железа, цинка, кадмия в сернокислых растворах на поверхности деталей.

Поэтому сточные воды содержат кислоты, щелочи, соединения хрома (VI), соли меди, никеля, цинка, кадмия.

Необходимость периодической замены моторного масла, антифриза, аккумуляторных батарей нередко приводит к залповым выбросам этих эксплуатационных

материалов (сливу их на землю или в канализацию) и загрязнению вод нефтепродуктами, растворами кислот и другими веществами.

Токсичные вещества при окраске изделий выделяются в процессах обезжиривания поверхностей органическими растворителями, при подготовке лакокрасочных материалов, их нанесении на поверхность изделия и сушке покрытия. Около 4% объема расходуемых лакокрасочных материалов попадает в воду.

На автозаправочных станциях, пунктах заправки в результате утечек топлива из резервуаров наблюдается образование «линз» углеводородов в грунтовых водах, очистка которых представляет сложную инженерную проблему. Оценка удельного (г/1000 км пробега АТС) выброса  $C_xH_y$  из-за утечек и испарения топлива при заправке автомобилей производится по формуле

$$G_{C_xH_y} = k_{yt} Q_s 1000 / \rho, \quad (18)$$

где  $k_{yt}$  — коэффициент учета потерь топлива при заправке, г/л; для бензинов  $k_{yt}=1,19$ ; дизтоплива — 1,33;  $Q_s$  — расход топлива при движении АТС, кг/км;  $\rho$  — плотность топлива, кг/л.

Выбросы вредных веществ в атмосферу при прогреве, маневрировании АТС на территории транспортного предприятия, составляют более 95% всех валовых выбросов загрязняющих веществ от данного объекта. Значения удельных выбросов вредных веществ в атмосферу, водную среду, а также объемы водопотребления и энергозатраты на стационарных постах обслуживания и ремонта, а также при маневрировании АТС по территории предприятия приведены в табл. 3.31.

Таблица 25. Выбросы вредных веществ и энергозатраты при выполнении технического обслуживания и ремонта отдельных марок АТС, г/1000 км

Вещества	ВАЗ-1111	ГАЗ-2410	ГАЗ-5312	ЛИАЗ-677м	КамАЗ-5320	КРАЗ-260
<i>Атмосферный воздух</i>						
Твердые частицы	9,3	21,8	31,2	69,1	94,5	146,3
СО	791,1	2818,9	1246,5	1632,2	363,8	766,7
NO <sub>x</sub>	270,3	59,5	20,1	82,2	309,2	633,9
SO <sub>2</sub>	27,9	33,1	24,3	26,5	81,4	169,3
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	341,1	425,9	480,5	762,2	516,8	709,0
Соединения свинца	4,5	5,3	3,7	3,7	—	—
MnO <sub>x</sub>	0,01	0,03	0,05	0,1	0,13	0,2
Ацетон CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	4,4	10,3	14,8	32,7	39,6	61,4
Бутиловый спирт C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> ОН	11,8	27,7	39,6	87,7	106,4	164,7
Этиловый спирт C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ОН	12,4	29,1	41,6	92,1	111,8	173,0
Сольвент	1,0	2,3	3,3	7,3	8,9	13,7
Бутилацетат CH <sub>3</sub> COO(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	12,0	28,3	40,5	89,6	108,7	168,2
Этилацетат CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	1,7	4,0	5,5	12,6	15,3	23,7
Толуол C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	37,4	87,9	125,8	278,5	338,1	523,2
Ксилол C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2,2	5,2	7,4	16,4	19,9	30,8
<i>Водная среда</i>						
Взвеси	2,8	4,8	9,7	21,2	25,7	39,7
Нефтепродукты	0,2	0,4	0,8	1,7	2,1	3,2

Энергозатраты, кВт·ч/1000 км	173,7	204,5	148,3	145,1	110,2	219,4
Водопотребление, л/1000 км	0,57	0,96	1,94	4,25	5,15	7,96

Из 16 загрязнителей воздуха при восстановлении работоспособности наибольшие значения имеют оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, спирты, бутилацетат, толуол, а при загрязнении водных ресурсов — взвеси и нефтепродукты.

Значения расхода материалов на ремонтно-восстановительные нужды для отдельных марок АТС приведены в табл. 26.

Таблица 26. Расход конструкционных и эксплуатационных материалов на ремонтно-восстановительные нужды автомобилей (без запчастей), г/1000 км пробега

Наименование	ВАЗ-1111	ГАЗ-2410	ГАЗ-5312	ЛИАЗ-677м	КАМА 3-5320	КРАЗ-260
Сталь, чугун	362,7	400,5	1663,0	1476,0	3651,3	6330,8
Алюминий	1,04	0,8	2,5	2,9	2,6	3,9
Медь	1,51	2,0	4,9	7,4	18,0	28,7
Резина	1,78	2,2	8,1	13,5	9,1	33,9
Лаки	46,3	59,3	239,0	225,1	279,7	545,5
Химикаты	58,1	69,3	115,5	136,2	311,6	293,7
Топливо	18,5	18,5	59,2	53,3	391,7	569,6

Для других материалов (свинец, пластмассы, моторное масло, антифриз, кислоты), потребление которых происходит вследствие замены их через определенный пробег АТС, оценка расхода производится с учетом рекомендаций заводов-изготовителей.

Кроме загрязнения воздуха и воды происходит загрязнение территории предприятия твердыми отходами, прежде всего утильными покрышками и аккумуляторами. Масса утильных шин (кг/1 автомобиль в год), скапливаемых на территории предприятия, составляет: легковые АТС — 9,85; грузовые — 124,9, автобусы — 390,4 (данные МАДИ-ТУ). В твердые отходы попадают и демонтируемые детали. Расход материалов (кг/1000 км пробега) в виде запчастей при выполнении операций технического обслуживания и ремонта оценивается по формуле

$$G = [(\sum_i H_{c_i} m_i) / 100 L_a] 10^4, \quad (19)$$

$H_{c_i}$  — средняя норма потребления  $i$ -й детали как запчасти;  $m_i$  — масса  $i$ -й детали;  $L_a$  — годовой пробег АТС.

В табл. 27 приведены значения расходов материалов (в виде запчастей) на осуществление ремонта некоторых марок АТС, которые в виде твердых отходов могут загрязнять территорию транспортного или ремонтного предприятия.

Таблица 27. Расход материалов в виде запчастей при выполнении ремонта АТС, г/1000 км пробега

Наименование	ВАЗ-1111	ГАЗ-2410	ГАЗ-5312	ЛИАЗ-677м	КАМАЗ-5320	КРАЗ-260
Сталь, чугун	109,5	344,0	492,6	978,9	1027,4	2804,2
Алюминий	18,5	61,1	175,0	199,0	12,0	39,0
Медь	15,8	33,0	104,0	231,0	62,0	143,0
Резина (без шин)	15,5	34,5	34,0	89,0	22,0	87,0

Авторемонтное производство наряду с технологическими процессами, используемыми при изготовлении АТС, имеет ряд специфических (разборка, мойка, восстановление изношенных деталей). Все они сопровождаются расходом материалов, выбросом вредных веществ, загрязняющих прежде всего водную среду. Моечные работы

являются источником загрязнения сточных вод вследствие применения щелочных и кислотных растворов, синтетических моющих средств (СМС), скипидара, жиров, формальдегида. В табл. 28 приведены значения удельных выбросов вредных веществ в водную среду при осуществлении капитального ремонта автомобилей.

Таблица 28. Выбросы вредных веществ в водную среду при капитальном ремонте АТС, г/кг массы

Наименование вещества	Технологические процессы*				Итого
	1	4	5+6	7	
Лабомид	899,0	—	0,1	—	899,1
Кальцинированная сода	450,3	—	3,04	—	453,34
Алкилсульфат натрия	8,9	—	—	—	8,9
Синтанол	54,2	—	—	—	54,2
Нефтепродукты	297,2	—	—	—	297,2
Взвеси	461,5	—	0,26	34,42	496,18
NaOH	—	—	14,86	0,91	15,77
Оксид хрома CrO <sub>3</sub>	—	—	26,75	17,2	43,95
FeCl <sub>3</sub>	—	—	14,1	—	14,1
Тринатрийфосфат	—	—	0,1	—	0,1

\* 1 — мойка, очистка поверхностей деталей, 4 — сварка, резка, наплавка, 5 — гальваническая, термическая обработка, 6 — механическая обработка, 7 — сборка, окраска.

### Мероприятия по снижению загрязнения окружающей среды при обслуживании и ремонте транспортных объектов

**Транспортные средства.** Используемые мероприятия для сокращения расхода материалов, выбросов загрязняющих веществ в воздух и водные источники при восстановлении АТС, заключаются в устройстве систем очистки воздуха, сточных вод, предотвращении проливов топливно-смазочных материалов, кислот, щелочей и др. Эти мероприятия существенно не отличаются от приведенных в предыдущем разделе, которые используются в технологических процессах изготовления транспортных средств.

Основное отличие негативного воздействия на окружающую среду технологических процессов восстановления работоспособности от процессов производства — увеличенный объем выбросов твердых отходов и загрязнения сточных вод вредными веществами из-за осуществления косметической и углубленной мойки автомобиля, отдельных агрегатов, а также очистки отдельных деталей.

Выбор методов и оборудования для очистки сточных вод осуществляется исходя из количества сточных вод и диапазонов концентраций примесей. Схема стандартной очистки сточных вод в замкнутых системах водообеспечения приведена на рис. 21.

Сточные воды от отдельных производств на предприятии объединяются для очистки по преобладающим загрязнителям и объемам: слабо загрязненные воды одного или нескольких видов примесей; цианосодержащие стоки; кислые, щелочные стоки; воды содержащие нефтепродукты. При отсутствии резко выраженных видов загрязнений сточные воды усредняют, объединяя в один поток.

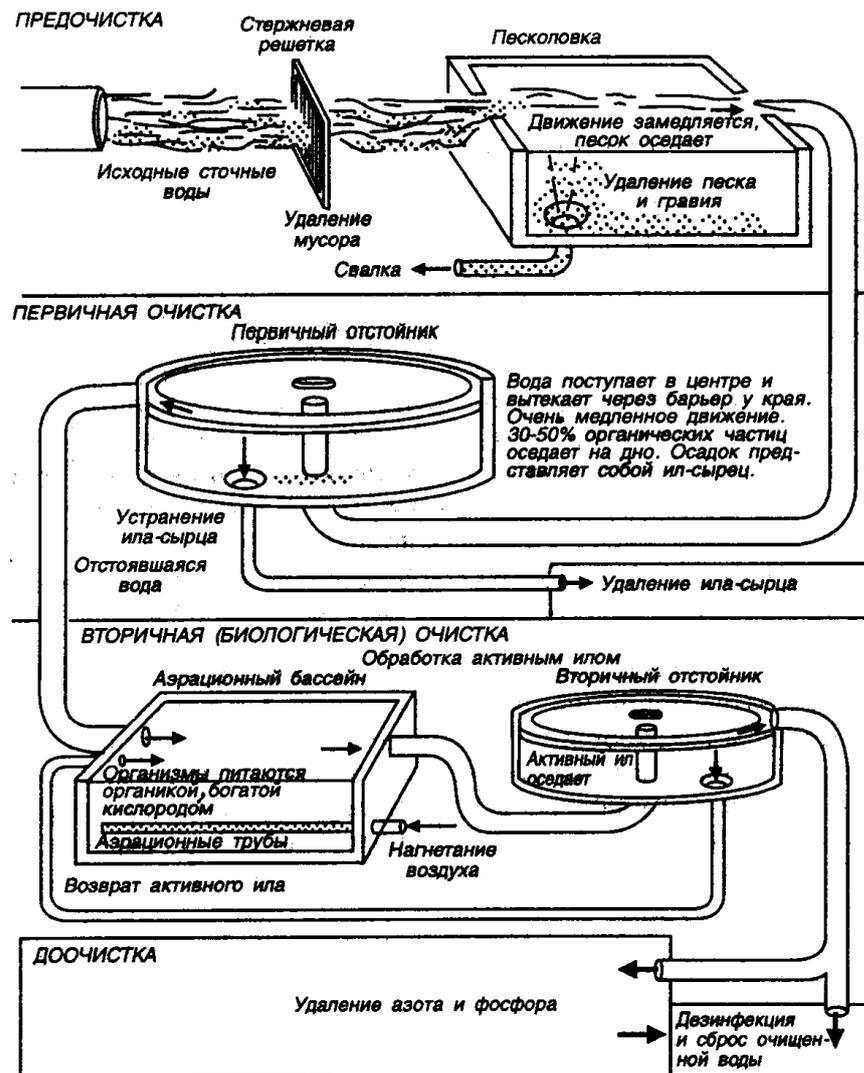


Рис.21. Схема очистки сточных вод в замкнутых системах водообеспечения [3]

Для этого устанавливают на входе усреднители концентрации примесей, объем которых зависит от коэффициента подавления

$$\eta_{\Pi} = (c_{\max} - c_{cp}) / (c_{\delta} - c_{cp}), \quad (20)$$

где  $c_{\max}$ ,  $c_{cp}$  — максимальная и средняя концентрации примесей в сточных водах;  $c_{\delta}$  — допустимая концентрация, при которой обеспечивается нормальная эксплуатация очистного оборудования.

Объем усреднителя определяется по формулам

$$V = \Delta G t \quad \text{при } \eta_n > 5;$$

$$V = \Delta G t / \ln[\eta_n / (\eta_n - 1)] \quad \text{при } \eta_n < 5,$$

где  $\Delta G$  — превышение расхода сточной воды при переменном сбросе;  $t$  — время переменного сброса.

При очистке сточных вод транспортных и дорожных предприятий наибольшее распространение получили процессы процеживания, отстаивания, обработки в поле действия центробежных сил, фильтрования. Процеживание реализуют в решетках (вертикальных или наклонных) с шириной пазов 15—20 мм. Осадок удаляют вручную или механически, который затем обрабатывается. Обычно используют комбинированные решетки-дробилки, которые не только улавливают крупные частицы, но и измельчают их

до 10 мм и меньше. *Отстаивание* основано на свободном оседании (всплывании) примесей с плотностью больше (меньше) плотности воды. Процесс реализуют в песколовках, отстойниках и жируловителях.

Песколовки (используют для очистки сточных вод от частиц металла и песка размером более 0,25 мм) бывают горизонтальные с прямолинейным и круговым движением воды, вертикальные и аэрируемые. Отстойники (используют для очистки сточных вод от механических частиц размером до 0,1 мм и нефтепродуктов) бывают горизонтальные, радиальные и комбинированные. При расчете отстойников определяют их длину и ширину при заданном расходе сточных вод.

Очистку сточных вод в поле действия центробежных сил осуществляют в открытых или напорных гидроциклонах и центрифугах. Открытые гидроциклоны применяют для выделения из сточных вод крупных примесей со скоростью осаждения более 0,02 м/с.

*Фильтрация* применяют для очистки вод от тонкодисперсных примесей с малой концентрацией как на начальной стадии, так и после использования некоторых методов физико-химической и биологической очистки, сопровождающихся выделением в очищаемую воду взвешенных веществ. Применяют два вида фильтров: зернистые (насадки из несвязанных пористых материалов) и микрофильтры, фильтроэлементы которых изготавливают из пористых материалов. Для очистки сточных вод от масел используют в качестве фильтровального материала пенополиуретан, который обеспечивает эффективность очистки 97—99% при скорости фильтрования до 0,01 м/с. Насадка легко регенерируется отжатием маслопродуктов.

В оборотных системах водоснабжения промышленных предприятия применяют также физико-химические методы очистки воды: флотацию, экстракцию, нейтрализацию, сорбцию, ионообменную и электрохимическую очистку, гиперфильтрацию, эвапорацию, выпаривание, испарение.

Для выделения тонкодисперсных и растворенных органических веществ в сточных водах предприятий, поверхностном стоке перспективно использовать *биологические методы очистки*, которые основаны на способности микроорганизмов использовать для питания спирты, белки, углеводы. Производительность процесса зависит от видов организмов и реализуется в две стадии протекающие одновременно, но с различной скоростью: адсорбция из сточных вод тонкодисперсных и растворенных примесей органических веществ и разрушение адсорбированных веществ внутри клеток микроорганизмов за счет протекающих биологических процессов. Биологическую очистку осуществляют в природных (поля фильтрации, орошения, биологические пруды) и искусственных условиях (биофильтры). В качестве фильтровального материала применяют шлак, щебень, керамзит, пластмассу, гравий.

Применяют биофильтры с естественной подачей воздуха и суточным расходом до 1000 м<sup>3</sup>. При расходе свыше 1000 м<sup>3</sup> используют биофильтры с принудительной подачей воздуха. Нормальный ход процесса биоочистки устанавливается после образования на загрузочном материале биологической пленки, микроорганизмы в которой адаптировались к органическим примесям сточных и поверхностных вод предприятий. Указанный период адаптации составляет 2—4 недели.

*Аэротенки* используют для очистки больших объемов сточных вод. Их окислительная мощность (биологическая потребность в кислороде) составляет 0,5—1,5 кг/м<sup>3</sup> в сутки. Воздух, интенсифицирующий процесс окисления органики, распределяется равномерно по всей длине аэротенка. Диспергирование воздуха в очищаемой сточной воде осуществляется механическими или пневматическими аэраторами. Концентрация активного ила при очистке производственных сточных вод обычно составляет 2—3 кг/м<sup>3</sup> по сухому веществу. *Окситенки* обеспечивают более интенсивный процесс окисления за счет подачи в них вместо воздуха технического кислорода и повышения концентрации активного ила. Реактор окситенка герметизируют. Очищенная от окситенка сточная вода из реактора поступает в илоотделитель.

Расчет выпусков сточных вод в водоемы проводят в зависимости от

преобладающего вида примесей в сточных водах и характеристик водоема.

**Вопросы:**

1. Назовите основные загрязняющие вещества, образующиеся при ремонте объектов транспорта на специализированных участках.

2. Назовите основные вещества, которыми загрязнены сточные воды от мойки автомобилей?

3. Как определяется удельный выброс СхНу из-за утечек испарения топлива при заправке автомобилей?

4. Какие мероприятия снижают загрязнение ОС при восстановлении работоспособности объектов транспорта?

5. Какие методы очистки сточных вод в основном применяются на транспортных и дорожных предприятиях?

## **8. МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

**План:**

1. Оценка промышленно-транспортных загрязнений на окружающую среду.

2. Методы измерения параметров состояния окружающей среды и экологических показателей транспортных средств.

Количественная оценка промышленно-транспортных воздействий на окружающую среду необходима для:

— определения значимости отдельных факторов и выявления соответствующих закономерностей;

— разработки эффективных механизмов управления природоохранной деятельностью и рациональным использованием природных ресурсов в промышленности и на транспорте.

Она осуществляется в результате *мониторинга промышленно-транспортных объектов и окружающей среды*, т.е. слежения за промышленно-транспортными объектами как источниками загрязнений и изменением состояния окружающей природной среды, а также предупреждения о создающихся критических ситуациях, вредных или опасных для здоровья людей и других живых организмов.

Особенности мониторинга объектов промышленности и транспорта, диктующие требования к измерительным приборам, оборудованию, программным средствам и расчетным методикам, связаны с:

— множественностью подвижных источников загрязнения переменной интенсивности выбросов во времени и в пространстве;

— распределенностью источников загрязнений на значительной площади территории;

— наличием большого числа параметров, которые необходимо измерять регулярно или непрерывно с высокой степенью достоверности.

В связи с этим возникают особые требования к конструкции приборов, использованию специальных методов измерений и оценки экологически значимых показателей транспортных средств, материалов, технико-эксплуатационного состояния инженерных сооружений, параметров состояния окружающей среды. Речь идет о создании комплексной системы мониторинга на основе аэрокосмического зондирования и наземного оперативного сопровождения с использованием стационарных и передвижных постов наблюдений.

Обязательным условием успешной работы такой системы является широкое

использование специальных программных средств и математических методов обработки, анализа массивов текущей информации о промышленно-транспортных объектах и изменении состояния окружающей среды, восстановления информации о характеристиках транспортных потоков, уровнях загрязнения воздуха, воды, почвы, растительности на значительной площади территории (до 1000 км<sup>2</sup>), используя в качестве исходных данных результаты измерений этих параметров в отдельных (репрезентативных) точках пространства. Эти методы и средства необходимы для визуализации и представления результатов мониторинга в форме, удобной для принятия эффективных управляющих решений.

## **Методы измерения параметров состояния окружающей среды и экологических показателей транспортных объектов**

### **Методы оценки загрязнения газовых потоков**

Для определения концентраций вредных примесей в атмосферном воздухе вблизи автомагистралей и в отработавших газах двигателей используются разные методы оценки, когда анализируются индивидуальные пробы газа, взятые дискретно и при непрерывных измерениях.

Основные требования к отбору проб газа и его анализу следующие:

— все части системы отбора должны быть инертны по отношению к исследуемому компоненту;

— температура системы отбора проб должна поддерживаться на уровне, исключающем конденсацию паров или взаимодействие компонентов исследуемой газовой смеси друг с другом;

— объем пробы должен быть точно измеренным и достаточным для обеспечения требуемой точности измерений.

Автоматические приборы непрерывного действия используются для оперативного контроля уровня загрязнения атмосферного воздуха вблизи интенсивных источников выбросов (объектов энергетики, автомагистралей, химических производств и др.). Для определения токсичности автомобилей (двигателей) используют *приборы анализа индивидуальных проб* на определенном режиме работы двигателя или при испытаниях по ездовым циклам, а также *приборы непрерывного действия*.

В газоаналитической аппаратуре реализуются следующие методы измерений:

1. Непосредственное измерение показателя, характеризующего вредное вещество, без изменения химического состава пробы газа. Используются приборы, построенные на принципах избирательной абсорбции света в инфракрасной, ультрафиолетовой и видимой частях спектра, парамагнетизма, изменения плотности, теплопроводности, показателя преломления света.

2. Вредное вещество, подлежащее измерению, переводится путем химических реакций в состояние, обладающее свойствами, доступными автоматическому измерению. Используются приборы фотометрического, гальванометрического, потенциометрического, термохимического принципов действия.

В конструкциях наиболее распространенных анализаторов различных газов используются разнообразные методы (табл. 29).

**Таблица 29. Методы анализа загрязнения воздуха**

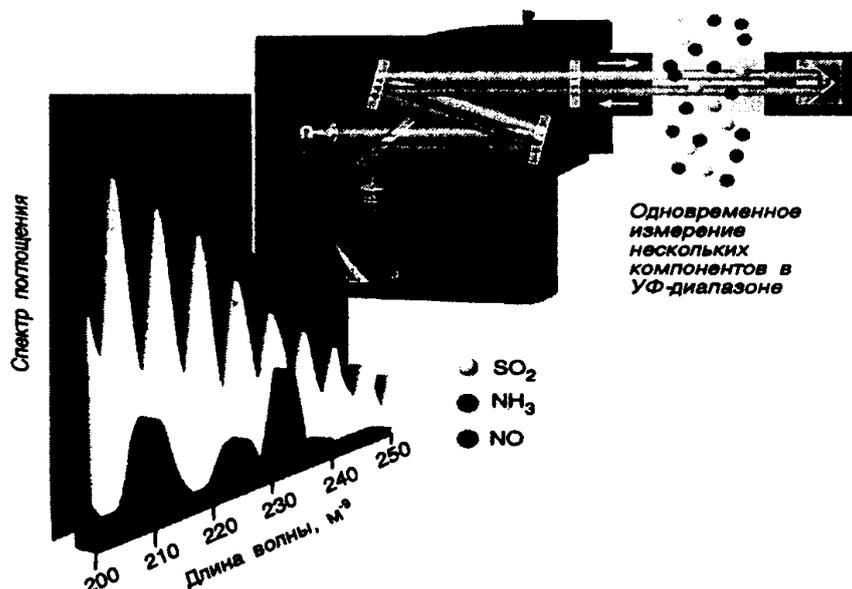
<b>Метод анализа</b>	<b>Вещество</b>
Абсорбционный метод спектрального анализа (инфракрасная и ультрафиолетовая области спектра)	CO, O <sub>3</sub>
Пламенно-ионизационный	Углеводороды, органические вещества
Хемилюминесцентный	NO, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>
Флуоресцентный, пламенно-	SO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S

фотометрический Радиометрический, гравиметрический Электрохимический	Пыль CO, SO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S
--	--

**Абсорбционный метод спектрального анализа газов** основан на свойстве веществ избирательно поглощать часть проходящего через них электромагнитного излучения. Специфичность спектра поглощения позволяет качественно определять состав газовых смесей, а его интенсивность связана с количеством поглощающего энергию вещества. Каждому газу присуща своя область длин волн поглощения. Это обуславливает возможность избирательного анализа газов.

Сущность метода заключается в следующем: если поочередно (путем обтюрации) пропускать поток монохроматического инфракрасного (ИК) излучения, образованный после прохождения им интерференционного фильтра, через кювету с используемой газовой смесью и без нее, то на приемнике ИК-излучения будет регистрироваться переменный сигнал, который несет информацию о количестве ИК-энергии, поглощенной анализируемым газом с частотой обтюрации и, следовательно, о концентрации анализируемого газа. Анализаторами этого типа производится в частности оценка концентрации CO в атмосферном воздухе.

Недисперсионные оптико-акустические (инфракрасные) газоанализаторы широко применяются при контроле содержания CO, пропана C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, гексана C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> в отработавших газах бензиновых двигателей при работе на холостом ходу и под нагрузкой. Разработаны и комбинированные приборы для одновременного определения содержания суммарных углеводородов, CO в отработавших газах и частоты вращения коленчатого вала в двигателях автомобилей и мотоциклов.



**Рис. 22. Принцип действия оптико-акустического газоанализатора фирмы SICK**

В энергетике используются газоанализаторы, в которых для оценки концентраций газовых примесей вместо инфракрасных излучателей используются ультрафиолетовые (рис. 6.1).

Здесь концентрации примесей также определяются по спектру поглощения. При прохождении светового луча через газовую среду часть его энергии поглощается или рассеивается. Молекула определенного вещества (SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>) поглощает энергию в своем специфическом диапазоне длин волн. Измерение концентраций в автоматическом режиме рассматриваемых веществ происходит одновременно без сложной процедуры

сканирования спектра.

**Электрохимический метод газового анализа** основан на использовании химических сенсорных датчиков, состоящих из двух чувствительных элементов и определенного химического покрытия, которое непосредственно контактирует с анализируемой средой и на котором происходит адсорбция анализируемого вещества. В зависимости от того, какие физические свойства, зависящие от количества адсорбированного вещества, измеряются, датчики делятся на потенциометрические, кулонометрические, полярографические и др.

Электрохимические газоанализаторы отличаются сравнительной простотой, низкой чувствительностью к механическим воздействиям, малыми габаритами и массой, незначительным энергопотреблением.

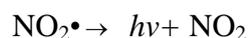
**Пламенно-ионизационные газоанализаторы** используются для измерения суммарной концентрации углеводородов различных классов, контроль которых избирательными методами анализа весьма сложен. Они обеспечивают надежное измерение в диапазоне концентраций  $10\text{--}10000\text{ млн}^{-1}$ , отличаются высокой чувствительностью (до  $0,001\text{ млн}^{-1}$ ) и малой инерционностью. Позволяют отдельно определять содержание метана и реакционноспособных углеводородов, образующих в атмосфере фотохимический смог.

Метод основан на ионизации углеводородов в водородном пламени. В чистом водородном пламени содержание ионов незначительно. При введении углеводородов в пламя количество образующихся ионов значительно возрастает и под действием приложенного электрического поля между коллектором и горелкой возникает ионизационный ток, пропорциональный содержанию углеводородов. Некоторые из газоанализаторов данного типа имеют встроенный генератор водорода, что позволяет отказаться от внешних источников этого газа — газогенераторов или баллонов с водородом.

**Хемилюминесцентный метод** газового анализа применяется для измерения концентраций  $\text{NO}_x$ ,  $\text{O}_3$  и основан на реакции этих компонентов, подающихся одновременно в реакционную камеру, которая имеет вид:



Возбужденная молекула  $\text{NO}_2\bullet$  (образуется 5 — 10% от общего количества молекул  $\text{NO}_2$ ) отдает избыток энергии в виде излучения (в диапазоне волн длиной 600 — 2400 нм, с максимумом при 1200 нм)



Интенсивность излучения, измеряемого фотоумножителем, пропорциональна концентрации оксидов азота. Озон получают в генераторах в результате воздействия тлеющего разряда или ультрафиолетового излучения на кислородсодержащую смесь (воздух).

Для определения концентрации  $\text{O}_3$  в атмосфере используют реакцию озона с органическим красителем на поверхности активированного вещества, при которой также наблюдается хемилюминесценция.

Кроме того, используют в качестве газа-реагента этилен высокой степени очистки. Под действием ультрафиолетового излучения озон вступает в реакцию с этиленом, которая сопровождается люминесцентным излучением в области длин волн 330 — 650 нм. Газоанализаторы этого типа отличаются высокой чувствительностью и селективностью, а при наличии встроенного озонатора, высоким уровнем автоматизации и длительным сроком автономной работы, без обслуживания.

**Метод ультрафиолетовой флуоресценции** используется в приборах для контроля  $\text{SO}_2$  и  $\text{H}_2\text{S}$ . Явление флуоресценции заключается в способности определенных веществ излучать свет под воздействием излучения источника возбуждения.

Для молекул  $\text{SO}_2$  это облучение пробы газа светом в области длин волн 200—500 нм (максимум при 350 нм), когда эти молекулы переходят из возбужденного состояния в нормальное, разряжаясь частично через флуоресценцию.

Интенсивность излучения, пропорциональная содержанию  $\text{SO}_2$ , регистрируется фотоумножителем. Включение в состав прибора конвертора, обеспечивающего каталитическое окисление сероводорода до диоксида серы, позволяет создать аппаратуру для одновременного контроля в газовой смеси этих веществ.

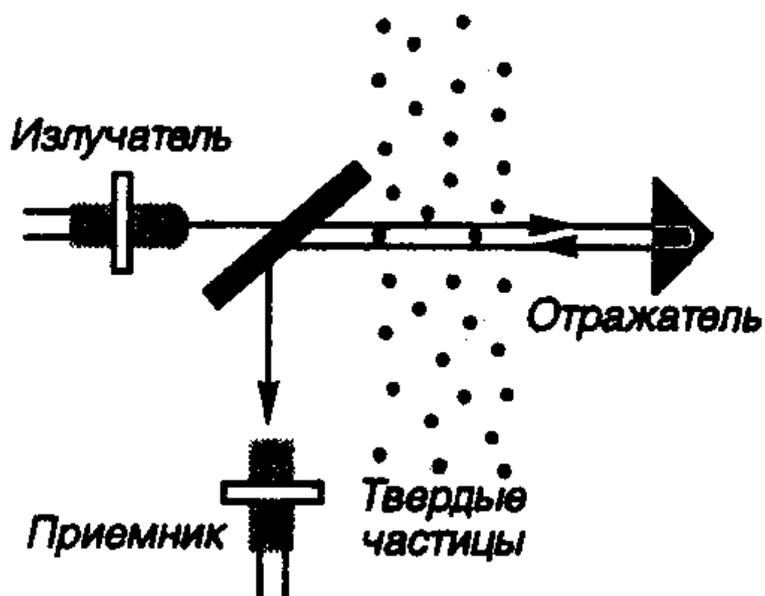
Преимущество указанного метода по сравнению с методом пламенной фотометрии в отсутствии вспомогательных газов.

**Гравиметрический (весовой) метод** — традиционный метод определения концентрации твердых частиц в газовых смесях, связанный с отбором пробы, пропусканием ее через фильтр, взвешиванием фильтра или определением его степени черноты по эталону. Этот метод реализован в дымомерах, которые используются для определения дымности отработавших газов дизелей.

Необходимость непрерывного контроля содержания твердых частиц в отработавших газах двигателей или атмосферном воздухе привела к широкому распространению оптических, радиоизотопных методов анализа. Оптический метод анализа (рис. 23) основан на измерении ослабления излучения твердыми частицами при прохождении луча света через измерительный канал определенной длины.

Метод используется для качественной оценки содержания частиц на выходе из двигателей, горелочных устройств, очистных сооружений (в единицах оптической плотности газового потока при просвечивании его заданной толщины с замером на фотоэлементе степени поглощения света).

Например, автомобильный дымомер типа «Хартридж» имеет шкалу, разделенную на 100 единиц. За единицу принята степень ослабления интенсивности светового потока на 1%. Но количественное определение содержания частиц этим методом неэффективно, так как на измерение существенное влияние оказывают цветность и дисперсность частиц. Поэтому погрешность оценки концентраций может достигать десятки процентов.



**Рис. 23.** Принцип работы прибора для оценки концентрации твердых частиц

Широкое распространение получил радиоизотопный метод, лишенный этого недостатка и основанный на ослаблении  $\beta$ -излучения частицами. Концентрация твердых частиц (пыли) вычисляется по результатам измерений на фильтре (лента из стекловолокна) до и после нанесения пробы. Лента транспортируется в детекторный блок, где расположен радиоизотопный источник, и производится замер.

**Хроматографический метод** широко распространен и основан на использовании свойства *разделения сложных смесей* на хроматографической колонке, заполненной сорбентом.

Проба газа вводится в поток соответствующего газа-носителя простейшей форсункой и вместе с ним пропускается через колонки с твердыми адсорбирующими поверхностями (адсорбционная газовая хроматография), или с нанесенными на твердые поверхности нелетучими жидкостями (газожидкостная хроматография). Отдельные компоненты смеси с различными скоростями перемещаются в колонке, выходят из нее раздельными фракциями и регистрируются.

Газ-носитель, транспортирующий молекулы исследуемой газовой смеси, протекает с постоянной скоростью. Колонки, по которым проходит газ, калибруются для того, чтобы установить время прохождения того или иного компонента. Соответствующий детектор используется для обнаружения или определения количества того или иного компонента смеси. Количественная оценка осуществляется по интенсивности сигнала детектора или с помощью электронных интеграторов. Этим методом могут регистрироваться химически однородные вещества (индивидуальные углеводороды) со слабо выраженной качественной реакцией ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ ), которые идентифицируются по специфичному времени удерживания.

Важнейшая часть газового хроматографа — детектор. В приборах, предназначенных для измерений загрязнения атмосферного воздуха, получили распространение следующие виды этих датчиков:

- пламенно-ионизационный детектор, который реагирует практически на все органические соединения, включая бензол, толуол, ксилол, фенол, формальдегид;
- электронно-захватный детектор — чувствителен к хлорсодержащим веществам;
- фотоионизационный детектор используется для контроля органических соединений и неорганических веществ ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{PH}_3$ );
- детектор по теплопроводности используется для контроля продуктов горения ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ).

В связи с внедрением современных средств электроники и миниатюризацией аналитической части хроматографов созданы портативные (переносные) приборы для осуществления газового анализа в полевых условиях (передвижные лаборатории на транспортных средствах). Наибольший интерес представляют переносные газовые хроматографы, запрограммированные для идентификации определенных компонентов газовой смеси. Результаты выражаются непосредственно в концентрации контролируемого вещества.

**Лидарная система** контроля загрязнения реализует лазерно-локационный метод — комбинационное рассеяние и дифференциальное поглощение загрязняющих веществ с использованием источника лазерного излучения и предназначена для дистанционного зондирования качества атмосферы. Состоит из лидара кругового обзора, который устанавливается в промышленных зонах или вблизи автомагистралей на доминирующих строениях, и предназначен для непрерывного контроля выбросов аэрозолей,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  на территории радиусом 7—15 км и измерения азимута и расстояния до источника загрязнения. Лидар второго типа на базе автомобиля — комбинационного рассеяния используется для многокомпонентного анализа концентрации примесей в воздухе.

### **Методы оценки параметрических загрязнений**

Измерение уровня шума производят с помощью *шумомеров* как с присоединением к ним октавных фильтров (анализаторов спектра), так и без них.

Шумомеры состоят из датчика (микрофона или акселерометра), воспринимающего звуковое давление, усилителя и выходного звена, представляющего собой стрелочный индикатор, градуированный непосредственно в децибелах.

Наибольшие требования предъявляются к датчикам. Они должны иметь широкий рабочий диапазон частот, обладать высокой и стабильной чувствительностью, не

искажать воспринимаемое звуковое поле, иметь небольшие габариты и массу. Датчики бывают электродинамические, керамические, конденсаторные, пьезоэлектрические.

Шумомеры измеряют суммарные уровни интенсивности звука в четырех частотных характеристиках: А, В, С и линейной в диапазоне частот 2—40 000 Гц. Анализатор спектра шума — усилитель, который в зависимости от настройки позволяет выделять определенную полосу частот. Он устанавливает не абсолютные уровни интенсивности шума в этих полосах частот, а их соотношение, что позволяет определить полосу с максимальной энергией (интенсивностью шума).

Анализаторы спектра шума бывают *фильтровые* и *гетерогенные*. Фильтровые состоят из набора электрических фильтров, каждый из которых пропускает определенную полосу частот. В гетерогенных анализаторах получение определенной полосы пропускания обеспечивается с помощью узкополосных кварцевых фильтров. Регистрация уровней шума может осуществляться также с помощью самописца, магнитографа, магнитофона.

### **Методы оценки загрязнения водной среды, почв, грунтов и растительности**

Для оценки уровня загрязнения *водной среды* используются традиционные приборы физико-химического анализа, а также хроматографы. Контролируется мутность, цвет, запах, жесткость, удельная электрическая проводимость, коэффициент светопропускания, редокс-потенциал, активность водородных ионов (рН), уровень насыщения кислородом, активность и концентрация ионов различных веществ, поступающих в воду в виде загрязнений, и другие параметры (температура, давление, скорость потока).

Химический анализ воды осуществляется с помощью лабораторных комплектов анализа воды. В эти комплекты входят химические растворы, фарфоровая и стеклянная посуда, вспомогательное оборудование, необходимое для сбора и обработки проб, выполнения химического анализа. Физико-химические свойства воды определяются с использованием фотоколориметров, атомно-абсорбционных, инфракрасных, калориметрических спектрометров, ионометров, комплексных анализаторов качества воды.

Для контроля состояния поверхности земель, качественного и количественного состава *почв и грунтов*, оценки уровня и состава загрязнений используются приборы и оборудование, приведенные выше (анализ водной вытяжки грунта), а также ряд специальных приборов, предназначенных для определения плотности, свойств почв, грунтов (твердомер, глубинный гамма-плотномер, сдвиговый прибор, измеритель объемной влажности), параметров снегового покрова. Широко используется переносной лабораторный комплект определения гидрофизических и физико-механических свойств грунтов.

Седиментация атмосферных транспортных аэрозолей, в частности тяжелых металлов, приводит к загрязнению *растительности*. Наземные части растений аккумулируют атмосферные загрязнения, и их химический состав может быть индикатором для выделения территорий с высоким уровнем воздействия транспортных средств.

Измеряемые параметры:

- физиологическое состояние растений;
- элементный состав тканей растения.

Визуальная оценка загрязнения — проявление чрезмерного (выше установленных норм) содержания различных веществ в зеленой массе строится на идентификации явно выраженных изменений вида растений:

- медь — темно-зеленые листья, толстые короткие корни;
- железо — темно-зеленая окраска листьев, замедленный рост надземных частей растения;
- цинк — хлороз и некроз концов листьев, междужилковый хлороз молодых листьев;

— свинец — темно-зеленые листья, бурые короткие корни, скручивание старых листьев;

— кадмий — бурые края листьев, красноватые жилки и черешки, скрученные листья и бурые недоразвитые корни.

Определение концентрации токсичных элементов в тканях растений осуществляется по водной вытяжке в лабораторных условиях методами, рассмотренными выше.

### **Стационарные и передвижные посты контроля транспортного загрязнения окружающей среды**

С использованием отдельных приборов измерения параметров атмосферного воздуха, воды, почвы строятся стационарные и передвижные посты и системы контроля загрязнения окружающей среды вблизи автомагистралей и экологических параметров транспортных средств. Они оснащаются дополнительно приборами контроля метеорологических параметров, определения интенсивности и состава транспортного потока, ландшафтных изменений, а также системами жизнеобеспечения (освещение, вентиляция, отопление, кондиционирование, пожаротушение, охранная сигнализация). В таблицу обязательного оборудования поста должны входить и средства предварительной обработки, передачи полученной в автоматическом режиме измерительной информации.

Основной объект контроля загрязнения — стационарный пост наблюдений, работающий непрерывно в автоматическом режиме. Наличие такого стационарного поста наблюдений позволяет изучить влияние транспортного потока на уровень загрязнения воздуха и поверхностного стока, отработать методику осуществления экомониторинга автомобильных дорог и транспортных потоков, управления потоками в режиме реального времени. В комплектацию стационарного поста наблюдения за уровнем транспортного загрязнения входят приборы для измерения концентраций  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_x\text{H}_y$ , сажи, уровня шума, метеорологических параметров, характеристик транспортного потока и др. Для обработки и анализа информации, поступающей непрерывно от измерительных приборов, создается аналитический центр, в котором имеются программные средства для расчета образования вторичных загрязняющих веществ, распространения загрязняющих веществ в компонентах биоты, восстановления информации об уровнях ингредиентного и параметрического загрязнения в разных точках импактной зоны.

#### **Вопросы:**

1. Для чего нужна количественная оценка промышленно-транспортных загрязнений на ОС и как она осуществляется?
2. Каковы основные требования к отбору проб газа и его анализу?
3. В чем заключается сущность метода спектрального анализа газов?
4. На чем основан электрохимический метод газового анализа?
5. В каких случаях используются пламенно-ионизационные газоанализаторы?
6. Какими методами можно оценить параметрическое загрязнение среды?
7. Какими методами можно оценить загрязнение водной среды, почв, грунтов, растительности?

## **9. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

#### **План:**

1. Экологическая безопасность автотранспортного комплекса.
2. Природоохранная деятельность на автотранспортных предприятиях.
3. Экологический паспорт предприятия.

**Обеспечение экологической безопасности АТК** является сложной и ресурсоемкой работой, требующей системного подхода, основанного на четком определении целей системы и подсистем, способов, методов и сроков их достижения и необходимых ресурсов. Поэтому для решения такой задачи, например, на уровне региона, города, группы АТП или владельцев транспортных средств целесообразно разрабатывать целевую экологическую программу, представляющую собой комплекс факторов и мероприятий, обеспечивающих достижение поставленных перед АТК целей.

При этом вышестоящей системой является регион (город) с его экологической обстановкой, а подсистемой — АТК, оказывающий наряду с другими подсистемами (промышленность, коммунальное хозяйство и др.) влияние на окружающую среду.

Вышестоящая система устанавливает для АТК и для других подсистем цель первого уровня ЦН° и время ее достижения в виде допустимых годовых суммарных и покомпонентных выбросов, сбросов и отходов. АТК как подсистема второго

уровня устанавливает свои цели Ц; для стационарных и передвижных источников загрязнения таким образом, чтобы было обеспечено достижение генеральной цели ЦН° в заданное время.

Далее осуществляется декомпозиция целей, например, по схеме: регион (ЦН°) -

АТК (ЦН,М - парк автомобилей |ЦНу \ - парк легковых автомобилей (ЦН^| - легковой автомобиль конкретной модели ЦН,^] - конкретный источник загрязнения (ЦИ?);

или: город (ЦН°)-АТК ЦНМ - производственно-техническая база ЦНП -СТО ;ЦНЗ.) - малярный участок (ЦН\*1 - конкретный технологический процесс (ДН/).

Это позволяет для всех уровней АТК назначить свои управляемые, понятные и контролируемые целевые нормативы, оценить их влияние на достижение поставленной цели и определить способы (мероприятия) достижения поставленных целей, например улучшение технического состояния автомобилей, применение топлива с улучшенными экологическими характеристиками, утилизация и вторичное использование отработанных масел, аккумуляторов и т.д.

Таким образом, на третьем уровне дерева систем появляется достаточно большой перечень мероприятий, которые могут в принципе благоприятно сказаться на повышении экологической безопасности АТК и улучшении экологической ситуации в регионе (городе).

Очевидно, что по организационным, ресурсным и другим ограничениям практически одновременно задействовать все мероприятия невозможно. Они составляют лишь потенциальный перечень, из которого при формировании программы для конкретного региона (города), АТП, СТО выбирается некоторая группа мероприятий.

**Природоохранная** деятельность на АТП организуется и осуществляется в соответствии с действующим законодательством, подзаконными актами, а также экологическими программами вышестоящей системы и нормативными документами. Ответственность за соблюдение установленных правил и требований несет руководитель (владелец) предприятия. Основные из них приведены ниже. АТП, располагающее собственной ПТБ, должно иметь:

- экологический паспорт, утвержденный и зарегистрированный
- подразделением Госкомприроды (расчеты предельно допустимых выбросов в атмосферу, предельно допустимых сбросов в водоемы, объемов образующихся отходов);
- разрешения на ПДВ, водопользование и сброс воды, на хранение и вывоз отходов;
- подлинники актов, протоколов, предписаний, выданных государственными органами по контролю за состоянием окружающей среды;
- государственную отчетность о природоохранной деятельности;

- государственные стандарты на токсичность ОГ автомобилей и
- другую техническую и нормативную документацию.

Экологический паспорт является документом, характеризующим состояние природоохранных работ на АТП, и оформляется в соответствии с ГОСТ 17.0.0.04-90.

Расчет ПДВ выполняется в соответствии с "Рекомендациями по оформлению и содержанию проектов ПДВ в атмосферу для предприятий" и согласовывается с местными органами Госкомсанэпиднадзора. После утверждения расчета в территориальном отделении Роскомприроды АТП получает разрешение на ПДВ установленной формы.

Расчет ПДС выполняется в соответствии с "Методикой расчета ПДС в водные объекты со сточными водами", согласовывается с местными органами Госкомсанэпиднадзора и территориальным отделением Роскомприроды. Затем АТП заключает договор с региональным органом, контролирующим охрану водных ресурсов, и получает разрешение на водопользование с указанием лимитов водопотребления и водоотведения.

Расчет объемов образующихся на предприятии отходов выполняется в соответствии с «Методикой оценки объемов образования отходов производства» и потребления. На его основе АТП разрабатывает «Проект размещения лимитов промышленных отходов», представляет его в орган Госкомсанэпиднадзора и получает от него разрешение на хранение и вывоз промышленных отходов, в котором указан их перечень, объемы хранения и место утилизации.

АТП должно располагать необходимыми производственными помещениями, оснащенными оборудованием в соответствии с существующими нормами, применять технологии, обеспечивающие высокое качество ТО и ТР, и поддерживать ПС в технически исправном состоянии. Кроме того, предприятие должно быть оснащено приборами для контроля токсичности автомобилей: 1 газоанализатор на 50 бензиновых автомобилей и 1 дымомер - на 50 дизельных.

Малые АТП и владельцы автомобилей, не имеющие ПТБ, обязаны проводить ТО и ТР, а также проверку и регулировку токсичности своего ПС на крупных оснащенных АТП или на специализированных предприятиях и СТО.

Выпускаемые на линию автомобили должны быть технически исправны, а токсичность их ОГ соответствовать действующим экологическим стандартам.

Предприятие обязано проводить организационно-технические и другие мероприятия, обеспечивающие снижение загрязнения окружающей среды и рациональное потребление природных ресурсов, и силами ИТС вести экологическое обучение и повышение квалификации персонала.

АТП должно быть отделено от жилой застройки санитарно-защитными зонами. Трубы котельных и вентиляционные выводы производственных участков, выбрасывающих вредные вещества (сварочный, аккумуляторный, окрасочный и др.), должны быть оборудованы специальными улавливающими фильтрами. Концентрации загрязняющих веществ, выбрасываемых ПТБ в атмосферу, на границе санитарно-защитной зоны не должны превышать установленные ПДК вредных веществ в воздухе населенных пунктов. Уровни создаваемого предприятием шума также не должны превышать значений, регламентированных санитарными нормами.

Необходимо соблюдать установленные нормы водопотребления и водоотведения, содержать в исправном состоянии очистные сооружения и обеспечивать очистку стоков до уровней, оговоренных в разрешении на ПДС. Следует также строго соблюдать правила сбора, хранения и утилизации промышленных отходов. Приемка и выдача ТСМ должна быть организована таким образом, чтобы исключалась возможность их попадания на почву и в канализацию.

Предприятия, расположенные в регионах, где температура самого холодного месяца достигает  $-15^{\circ}\text{C}$ , должны оснащать открытые стоянки устройствами подогрева или разогрева двигателей.

Государственная отчетность о природоохранной деятельности на АТП, имеющим ПТБ, ведется по следующим формам Госкомстата:

- "Отчет об охране атмосферного воздуха", форма 2-тп (воздух);
- "Отчет об использовании воды (при заборе воды из собственных водоемов)", форма 2-тп (водхоз);
- "Отчет о ходе строительства водоохраных объектов"
- (предприятия, имеющие предписания от административных органов о таком строительстве), форма 3-ос;
- "Отчет о текущих затратах на охрану природы" (покупка оборудования, приборов, специальной тары для отходов, нейтрализаторов и др.), форма 4-ос;

"Капитальные вложения на природоохранные цели", форма 18-кс.

Оформленные на специальных бланках отчеты в установленные сроки направляются органам местной администрации.

Государственный экологический контроль за соблюдением АТП природоохранных требований осуществляют территориальные органы Роскомприроды, Госкомсанэпиднадзора и органы местной администрации.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Что необходимо предпринять для обеспечения экологической безопасности автотранспортного комплекса?
2. В чем заключается природоохранная деятельность на АТП?
3. Какие документы предприятия относятся к природоохранной деятельности?
4. Какие сведения содержатся в экологическом паспорте предприятия?
5. Как составляется экологический паспорт предприятия?

### **10. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА (ГЭЭ)**

#### **План:**

1. Понятие о ГЭЭ, ее цель, задачи и принципы.
2. Виды ГЭЭ и процедура ее проведения.
3. Базовые требования к экспертизе.

**Понятие ГЭЭ.** Закон РУз «Об экологической экспертизе» определяет экологическую экспертизу как установление соответствия намечаемой хозяйственной или иной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объектов экологической экспертизы. Государственная экологическая экспертиза *является обязательной мерой охраны* окружающей природной среды.

**Цель ГЭЭ.** Целью экологической экспертизы является предупреждение возможных неблагоприятных воздействий любой деятельности на окружающую природную среду.

**Задачи ГЭЭ.** Основной задачей ГЭЭ следует считать обеспечение государственного экологического контроля.

**Принципы ГЭЭ.** обязательности, научной обоснованности, независимости и невведомственности, гласности, ответственности и платности.

Принцип обязательности является ведущим: ГЭЭ - обязательная мера охраны окружающей природной среды, предшествующая принятию хозяйственного решения. Финансирование и осуществление работ по всем проектам и программам производится только при наличии положительного заключения ГЭЭ.

**Принцип научности** выражается в том, что ГЭЭ должна проводиться на современном научно-техническом уровне с использованием новейших методов научных исследований квалифицированными учеными-экспертами.

**Принцип независимости и невведомственности** означает функциональную и финансовую независимость организующих ГЭЭ органов и проводящих ее экспертов (преимущественно внештатный статус экспертов).

**Виды ЭЭ.** Определены два вида экологической экспертизы — государственная и общественная. Общественная ЭЭ, проводимая научными коллективами, общественными объединениями по их инициативе, становится юридически обязательной после утверждения ее результатов органами ГЭЭ.

**Субъекты гээ.** Субъектами ГЭЭ должны выступать три стороны: заказчик, исполнитель и потребитель.

**Заказчиком** является властная государственная структура, например Госкомприроды и его территориальные органы.

**Исполнителем** обычно являются НИИ либо самостоятельная комиссия.

**Потребителями** считаются предприятие, учреждение, объекты или документы, которые стали предметом экспертного анализа. ГЭЭ следует принимать не только как «оценку», но и как «исследование», а также «согласование интересов».

**Объекты ГЭЭ.** ГЭЭ подлежат все предплановые, предпроектные и проектные материалы по объектам и мероприятиям, намеченным к реализации на территории РФ, независимо от их сметной стоимости и принадлежности, а также экономические обоснования лицензий и сертификатов.

**К Предплановым** материалам обычно относят: прогнозы развития отраслей хозяйства, территориальные комплексные схемы охраны природы и состояния окружающей природной среды, генеральные схемы и планы развития территорий и городов, зон.

**К Предпроектным** материалам относятся: материалы выбора площадки строительства, технико-экономические обоснования, основные положения на строительное проектирование и соответствующие задания.

**К Проектным** материалам относятся типовые и индивидуальные проекты на строительство, реконструкцию, ликвидацию предприятий и объектов.

**Объектами ГЭЭ** являются материалы экологических обоснований

**Лицензий** на природопользование (вид специального разрешения на право пользования природными ресурсами).

Экологические обоснования **Сертификатов** (сертификат — это документ, подтверждающий, что работа или услуга соответствует установленным требованиям).

**Основания и условия проведения ГЭЭ.** Основанием для проведения ГЭЭ является представление материалов на экспертизу.

**Процедура проведения ГЭЭ** включает в себя 5 стадий:

1. Назначение экспертизы.
2. Сбор, обобщение, анализ и оценка информации.
3. Подготовка предварительного заключения.
4. Представление окончательного заключения экспертной комиссии и утверждение его руководителем компетентного органа.
5. Разрешение споров и проведение повторной экспертизы.

Процедура ГЭЭ законодательно закреплена в Законе «Об экологической экспертизе». Госкомприроды и его органы призваны заниматься организацией экспертизы, а ее проведение возлагается на специалистов, обладающих научными и практическими познаниями по рассматриваемому вопросу, внештатных экспертов.

**Порядок проведения ГЭЭ**

1. ГЭЭ проводится при условии соответствия формы и содержания представляемых заказчиком материалов:
  - положительных заключений и документов, согласований органов федерального надзора и контроля с органами местного самоуправления;
  - материалов обсуждения объекта ГЭЭ с гражданскими общественными организациями.
2. ГЭЭ проводится при условии ее предварительной оплаты заказчиком.
3. Начало проведения экспертизы не позднее чем через один месяц после оплаты.
4. Срок проведения ГЭЭ определяется сложностью и не должен превышать 6 месяцев.

**Ответственность в области ГЭЭ.** Виды ответственности: уголовная, административная, материальная и гражданская.

**Финансирование ГЭЭ** за счет средств заказчиков документации, подлежащей ГЭЭ. Средства перечисляются заказчиком на отдельный счет специально уполномоченного органа ГЭЭ. Перечисленные финансовые средства расходуются исключительно на проведение ГЭЭ.

### **Базовые требования к экспертизе**

1. По размаху воздействия проекты можно разделить на точечные, локальные, региональные, глобальные.

Обычно имеют дело с первыми тремя. Однако даже точечные проекты, суммируясь, оказывают воздействие на более высокие иерархии - природные и социально-экономические. Эта сумма требует учета (синергизм).

Основное требование к любому проекту заключается в том, что объект должен служить целям развития местной экономики и лишь затем отраслевым (частным) или более высоким интересам.

Общие «государственные» интересы, оторванные от местных нужд, становятся фикцией, социально-экономическим миражом. Проект должен быть соразмерен с местными нуждами, с природно-ресурсным потенциалом территории и служить достижению краткосрочных и долгосрочных целей местного развития.

Пример: Арал, среднеазиатские реки. Половина воды ушла на хлопковые поля, 40% Арала исчезло, деградация рыбного хозяйства, засоление территорий, соляная пыль в Монголии.

3. Должна быть четко обоснована необходимость осуществления проекта. Она бывает не всегда очевидна:

1. Ж.Д. Москва — С.Петербург — высокоскоростная магистраль (ВСМ).

2. МКАД - 1960г., 1995 - 1998 гг. - реконструкция.

3. АЭС в Крыму, на вулкане.

Возможны альтернативные варианты.

4. Необходима полнота ресурсной проработки проекта (ресурсы региона, отрасли, страны), (материальные, денежные, трудовые ресурсы).

Необходимо просматривать все варианты перспективного развития.

**Общенаучные принципы экспертизы** Общие правила научной экспертизы проектов сводятся к установлению соответствия законам развития природы и общества:

- принципам оптимальности и достаточности;
- размерности природно-ресурсного потенциала;
- правилам интегрального ресурса и взаимодействия экологических компонентов;
- законам природных и социальных ограничений;
- общеэкономическим законам общественного развития.

### **Контрольные вопросы:**

1. Какова цель и сущность экологической экспертизы?

2. Методы выполнения и виды экологической экспертизы?

3. На каких принципах осуществляется экологическая экспертиза?

4. Объекты и субъекты экологической экспертизы.

5. Каким является основное требование к любому проекту ГЭЭ?

## **11. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЩЕРБ ОТ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

### **План:**

1. Укрупненная оценка экономического ущерба от загрязнения атмосферы.

2. Оценка экономического ущерба от загрязнения водоемов.

В народном хозяйстве на охрану окружающей среды ежегодно тратится около млн. сум. Однако этого недостаточно, чтобы полностью предотвратить ущерб, наносимый загрязнениями. Воздействие загрязнений на природу, человека, здания и сооружения, сельскохозяйственные угодья и т. п. оценивают величиной экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды.

Для предупреждения воздействия загрязнений на атмосферу требуются большие затраты на устройство систем очистки воздуха, на создание санитарно-защитных зон; на удаление источников загрязнения за пределы города и т. п.

Для предупреждения неблагоприятного воздействия шума требуются затраты на ликвидацию его источников или ослаблении излучаемого ими шума; на создание шумозащитных и экранирующих сооружений (стенки, насыпи, заглубление автомагистралей и силовых установок и т. п.) или создание строительных конструкций с повышенной звукоизоляцией, а также на переселение людей из квартир, в которых уровень шума превышает нормативный.

Загрязнение земли и почвы приводит к затратам на создание малоотходных технологий, на сбор, удаление и захоронение отходов производства.

Остаточные загрязнения окружающей среды после проведения природоохранных мероприятий обуславливают расходы на компенсацию негативных последствий воздействия загрязнений: медицинское амбулаторное и стационарное обслуживание лиц, пострадавших от неблагоприятных условий, оплату пособий по нетрудоспособности; компенсацию потерь чистой продукции из-за снижения производительности труда в результате отрицательного влияния загрязнений на производственное оборудование; дополнительные услуги коммунально-бытового хозяйства в загрязненной среде; компенсацию количественных и качественных потерь из-за снижения продуктивности земельных, лесных и водных ресурсов в загрязненной среде и т.д. Кроме того, следует учитывать затраты, вызываемые вторичным загрязнением, например от сжигания отходов при поступлении их в окружающую среду в ее хранении и т. п.

Экономический ущерб от загрязнения среды определяется суммой затрат на возмещение ущерба, причиненного отдельными источниками в пределах рассматриваемой территории. Во всех случаях при определении ожидаемого ущерба на основе вариантных расчетов устанавливается минимальная сумма, предназначенная на предупреждение и компенсацию воздействия загрязненной среды. Такой подход реализуется для оценки экономического ущерба в масштабах промышленных комплексов и отдельных технологических процессов.

При экспертизе необходимо учитывать не только прямые, но и отдаленные последствия внедрения проектов. Так, например, внедрение кислородного дутья в конверторах интенсифицировало технологический процесс, но вызвало необходимость применения дорогостоящих очистных устройств от окислов азота. В результате не произошло снижения стоимости продукции.

При оценке затрат на устранение отрицательных экологических последствий эксплуатации промышленных объектов необходимо учитывать изменения стоимости отдельных природных ресурсов с течением времени - (нефть, газ и т. д.).

Доля расходов на устранение загрязнений окружающей среды современного производства высока и достигает в энергетике 7-11%, в черной металлургии 5—7%, в нефтехимии 8—11%. По мере внедрения экологически обоснованных технологий экономические показатели производства будут улучшаться за счет сокращения расходов по предотвращению загрязнений окружающей среды.

Рациональное использование природных ресурсов является определяющим для экономики предприятий в условиях хозрасчета и самофинансирования.

## **Рекомендации по укрупненной оценке экономического**

## ущерба от загрязнения атмосферы

Экономическая оценка ущерба  $U_a$ , причиняемого годовыми выбросами загрязнений в атмосферу, для всякого источника определяется по формуле

$$m_{ii} = \frac{100 - p_i}{100} m_{ii}^0 U_a = \gamma_a \sigma_a f M_a$$

где

$U_a$  — оценка ущерба, сум./год;

$\gamma_a$  — константа, численное значение которой равно 2,4 сум. на условную тонну выбросов, сум./ усл. т;

$\sigma_a$  — показатель относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха над различными территориями (см. табл. 30);

$f$  — поправка, учитывающая характер рассеяния примеси в атмосфере;

$M_a$  — приведенная масса годового выброса загрязнений из источника, усл. т/год.

Поправку  $f$  определяют и зависимости от скорости оседания частиц. Для газообразных примесей и легких мелкодисперсных частиц с очень малой скоростью оседания (менее 1 см/с) понижают:

$$f = \frac{100}{100 + \varphi h} \frac{4}{1 + U} \quad (21)$$

Здесь  $h$  — геометрическая высота устья источника по отношению к среднему уровню зоны активного загрязнения (ЗАЗ), м;

$U$  - среднегодовое значение модуля скорости ветра на уровне флюгера, м/с; если его значение неизвестно, то принимают  $U = 3$  м/с;

$\varphi$  — безразмерная поправка на тепловой подъем факела выброса в атмосфере, вычисляемая по формуле:  $\varphi = 1 + \Delta T / 75$ , где  $\Delta T$  - среднегодовое значение разности температур в устье источника (трубы) и в окружающей атмосфере на уровне устья, °С.

Для частиц, оседающих со скоростью от 1 до 20 см/с;

$$f = \left( \frac{1000}{60 + \varphi h} \right)^2 \frac{4}{1 + U} \quad (22)$$

Для частиц, оседающих со скоростью свыше 20 см/с, принимается, что независимо от значения  $h$ ,  $\varphi$  ( $\Delta T$ ) и  $U$

$$f = 10.$$

**Таблица 30**

Тип загрязняемой территории	Значение $\sigma_a$
Территории курортов, заповедников, заказников	10
Территории пригородных зон отдыха и садовых участков	8
Территории населенных пунктов с плотностью населения $n$ чел/га	(0,1 га/чел) $n$
Территории промышленных предприятий	4

(включая защитные зоны)	
Леса:	
1 – я группа	0,2
2 – я группа	0,1
3 – я группа	0,025
Пашни:	
Южные зоны (южнее 50 <sup>0</sup> с.ш.)	0,25
Центральный черноземный район, южная Сибирь	0,15
прочие районы	0,1
Сады, виноградники	0,5
Пастбища, сенокосы	0,05

Если скорость оседания частиц неизвестна, то значение поправки  $f$  определяется в зависимости от коэффициента очистки (улавливания)  $\eta$  - выбросов. Если  $\eta \geq 90\%$ , то расчет  $f$  ведется по формуле (21); если  $70\% < \eta < 90\%$  — по формуле (22);  $\eta < 70\%$  — по формуле (23). При выбросе частиц одновременно с парами воды или другими веществами, сопровождающемся быстро\* конденсацией, а также при оценке ущерба от выброса аэрозолей автотранспортными средствами исходят из требования

$$f = 10 \quad (23)$$

сжигании жидких и газообразных топлив, не сопровождающемся быстрой конденсацией частиц (отсутствует одновременный выброс паров и т. д.), используют формулу (22).

Если значения  $f$  для различных типов примесей (газов и аэрозолей), выбрасываемых одним источником, различны, то общая оценка ущерба суммируется.

Значение приведенной массы  $M$  годового выброса загрязнений в атмосферу из источника определяют по формуле

$$M_a = \sum_{i=1}^N A_i m_i ,$$

где  $m_i$  — масса годового выброса примеси  $i$ -го вида в атмосферу, т/год;

$A_i$  — показатель относительной опасности (агрессивности) примеси  $i$ -го вида, усл. т/т, значение которого приведено в приложении VII «Временной типовой методики»;

$N$  — общее число примесей, выбрасываемых источником в атмосферу.

При оценке ущерба от выбросов необходимо учитывать все выбрасываемые в атмосферу вещества, включая микропримеси. Игнорирование наличия какой-либо примеси в составе выбросов может привести к получению заниженной оценки ущерба, что, в свою очередь, может дать заниженную оценку эффекта атмосфероохранных мероприятий. Определение ущерба следует проводить на основе полного количественного анализа состава выбрасываемых пылей, включая токсичные и канцерогенные микропримеси. При определении значения  $a_a$  следует учитывать перспективу увеличения плотности населения в ЗАЗ и т. п.

### **Рекомендации по укрупненной оценке экономического ущерба от загрязнения водоемов**

Экономическую оценку годового ущерба  $U_v$  (сум./год) от годичного сброса загрязняющих примесей в  $k$ -й водохозяйственный участок некоторым источником определяют по формуле

$$U_v = \gamma_v \sigma_k M_v$$

Здесь  $U_a$  — константа, численное значение которой рекомендуется принимать равным 144 сум./усл. т;

$\sigma_k$  — константа для различных водохозяйственных участков, значения которой указаны в Приложении VII «Временной типовой методики»;

$M_a$  — приведения масса годового сброса примесей данным источником в  $k$ -й

водохозяйственный участок, усл. т/год,  $M_a = \sum_{i=1}^N A_i$ , где  $i$  — номер сбрасываемой

примеси;  $N$  — общее число примесей, сбрасываемых источником;  $A_i$  — показатель относительной опасности сброса  $i$ -го вещества в водоемы, усл. т/т; для каждого загрязняющего вещества  $A_i = 1/\text{ПДКр}/x_i$ , где  $\text{ПДКр}/x_i$  — предельно допустимая концентрация  $i$ -го вещества в воде объектов, используемых для рыбохозяйственных целей;  $m_i$  — общая масса годового сброса  $i$ -й примеси оцениваемым источником, т/год. Если источник сбрасывает сточные воды нескольких типов, различающиеся степенью

очистки, то  $m_i = \sum_{j=1}^k m_{ij}$ ,  $m_{ij}$  — масса годового поступления  $i$ -го вещества от данного источника со сточными водами  $j$ -го типа,  $j=1, 2, \dots, k$  (т/год).

Если сточные воды сбрасываются в водоем от оцениваемого источника без смешения, то  $m_{ij} = c_{ij} V_j$ , где  $V_j$  — объем годового сброса сточных вод  $j$ -го типа данным источником в водоем, млн. м<sup>3</sup>/год;  $c_{ij}$  — концентрация  $j$ -й примеси.

Если на городские или региональные (коллективные) очистные сооружения поступают сточные воды от  $L$  источников, и при этом очистные сооружения удерживают  $p_i$ , % от общей годовой массы  $i$ -го вещества, поступившей в очистные сооружения от всех  $L$  источников, то массу годового сброса  $i$ -го вещества от  $l$ -го источника определяют по формуле

$$m_{il} = \frac{100 - p_i}{100} m_{il}^0$$

где  $m_{il}^0$  — масса  $i$ -го вещества, поступающего на очистные сооружения в течение года, т/год.

Значения  $A_i$  для некоторых распространенных загрязняющих веществ даны в табл. 2 Приложения VII «Временной типовой методики».

При отсутствии утвержденного значения  $\text{ПДКр}/x_i$  при определении  $A_i$  допускается вместо  $\text{ПДКр}/x_i$  — для рыбного хозяйства использовать утвержденное значение ПДК  $i$ -го вещества для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Если в действующих нормах ПДК нужное вещество не указано, то для оценки ущерба принимают значение  $A_i = 5 \cdot 10^4$  усл. т/г.

Оценка экономического ущерба от загрязнения окружающей среды является основой при разработке комплекса природоохранных мероприятий.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Каково значение экологической экспертизы проектов, технологий, машин и материалов для рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды?
2. Что может служить основанием для увеличения предельно допустимых выбросов до временно согласованных?
3. Как и кто осуществляет контроль ПДВ и состояния Окружающей среды?
4. Как проводится укрупненная оценка экономического ущерба от загрязнения атмосферы, гидросферы?

### **Список литературы:**

1. В.Н.Луканин, Ю.В.Трофименко. Промышленно-транспортная экология. М.: Высшая школа, 2001г.
2. А.А.Челноков, Л.Ф.Ющенко. Основы промышленной экологии М.: Высшая школа 2001г.
3. Ю.С.Козлов, В.П. Меньшова, И.А.Святкин .Экологическая безопасность автомобильного транспорта М.: 1999г.
4. Е.С.Кузнецов. Техническая эксплуатация автомобилей М.: Наука 2001г.
5. А.А.Челноков. Практикум по лабораторным работам по промышленной экологий.
6. Под.ред.С.В.Белова. Охрана окружающей среды. Учебник для технических Вузов М.: Высшая школа 1991г.
7. Под.ред д.ю.н.,проф.Рустамбаева М.Х. Экологическое право Республики Узбекистан, Ташкент 2006г.
8. И.А.Карлович “Геоэкология”. Уч.для высшей школы, М.: Академический проект, 2005г.