

## Раздел 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

### План лекции

1. Методы очистки отходящих газов.
2. Очистка и обезвреживание сточных вод.
3. Биологические методы очистки сточных вод.
4. Обезвреживание и утилизация твердых отходов.
5. Защита от негативных техногенных воздействий автомобиля

### 1. Методы очистки отходящих газов

#### Очистка отходящих газов с применением газоочистного оборудования

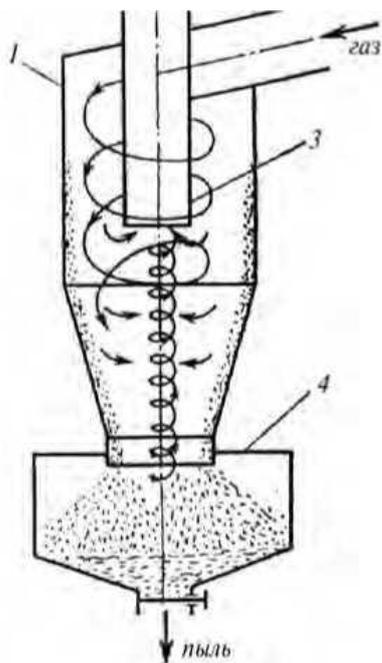


Рис 3.1. Схема работы циклона

Все методы очистки подразделяются на активные и пассивные.

Активные методы очистки газов:

— механические (физические) (сухое и мокрое пылеулавливание, фильтрация).

— физико-химические (абсорбция, адсорбция, каталитическая и термическая очистка);

— электростатический (электрофильтрация).

**Пассивные методы защиты атмосферы от загрязнения** — это методы, которые не вносят изменений в технологию, а применяются лишь для нейтрализации или ограничения вредного воздействия (это организация санитарно-защитных зон, рассеивание загрязняющих веществ за счет строительства высоких труб и т. д.).

#### Основные меры защиты атмосферы от загрязнения промышленными пылями и туманами

Основные меры защиты атмосферы от загрязнения промышленными пылями и туманами предусматривают широкое использование пыле- и туманоулавливающих

аппаратов и систем. Исходя из современной классификации пылеулавливающих систем, основанной на принципиальных особенностях процесса очистки, пылеочистное оборудование можно разделить на четыре группы: сухие пылеуловители, мокрые пылеуловители, электрофильтры и фильтры.

К *сухим пылеуловителям* относятся все аппараты, в которых отделение частиц примесей от воздушного потока происходит механическим путем за счет сил гравитации, инерции. Конструктивно их разделяют на пылеосадительные камеры, циклоны, ротационные, вихревые, радиальные, жалюзные пылеуловители и др.

Наиболее просты по конструкции и в эксплуатации пылеосадительные камеры, в которых частицы пыли отделяются от газового потока под действием сил тяжести. Степень очистки в них не превышает 40—50 %.

Широкое применение для сухой очистки газов получили циклоны различных типов, в котором отходящие газы очищаются под действием центробежной силы. Эффективность очистки до 85 %. Схема работы циклона приведена на рис. 3.1.

*Аппараты мокрой очистки газов* имеют широкое распространение, т.к. характеризуются высокой эффективностью очистки от мелкодисперсных пылей с диаметром менее 1,0 мкм, а также возможностью очистки от пыли горячих и взрывоопасных газов.

Аппараты мокрой очистки работают по принципу осаждения частиц пыли либо на поверхности капель жидкости, либо на поверхность пленки жидкости. Во всех случаях очистки газов в мокрых пылеуловителях важным фактором является смачиваемость частиц жидкостью (чем лучше смачиваемость, тем эффективнее процесс очистки).

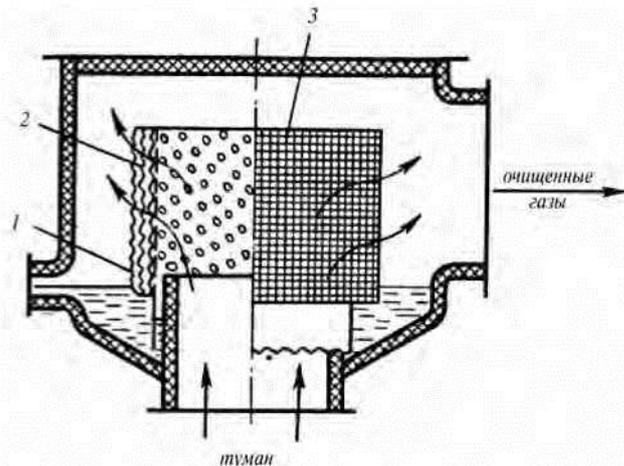


Рис. 3.2. Принцип работы скоростного туманоуловителя

*Электростатическая очистка* — один из наиболее совершенных видов очистки газов от взвешенных частиц пыли и тумана. Этот процесс основан на ударной ионизации газов в зоне коронирующего разряда, передаче заряда ионов частицам примесей и осаждении последних на осадительных и коронирующих электродах.

Электрофильтры используют для тонкой очистки газов от масляных туманов, смолы и пыли в различных отраслях промышленности.

*Фильтры* широко используются в промышленности для тонкой очистки вентиляционного воздуха от примесей, а также для промышленной и санитарной очистки газовых выбросов.

Процесс фильтрования состоит в задержании частиц примесей на пористых перегородках при движении дисперсных сред через них.

Классификация фильтров основана на типе фильтрующей перегородки, конструкции фильтра и его назначения, тонкости очистки и др.

*Туманоуловители.* Для очистки воздуха от туманов, кислот, щелочей, масел и других жидкостей используются фильтры, принцип действия которых основан на осаждении капель на поверхности пор с последующим стеканием жидкости под действием силы тяжести (рис. 3.2).

### Методы очистки промышленных выбросов от газообразных примесей

Эти методы очистки делятся на четыре группы:

- 1) промывка выбросов растворителями примеси (метод абсорбции);
- 2) промывка выбросов растворами реагентов, связывающих примеси химически (метод хемосорбции);
- 3) поглощение газообразных примесей твердыми активными веществами (метод адсорбции);
- 4) поглощение примесей путем применения каталитических превращений.

*Метод абсорбции* заключается в разделении газовой смеси на составные части путем поглощения одного или нескольких газовых компонентов этой смеси поглотителями, называемыми абсорбентами, с образованием раствора.

Абсорбент выбирают из условия растворимости поглощаемого газа, температуры и парциального давления газа над жидкостью.

В зависимости от конкретных задач применяются абсорберы различных конструкций: пленчатые, насадочные, трубчатые и др.

*Адсорбционные методы.* Адсорбция — процесс, в котором происходит взаимодействие между газом и поверхностью твердых тел. Адсорбционные методы используют для очистки газов с невысоким содержанием газообразных и парообразных примесей. Различают физическую и химическую адсорбцию (хемосорбцию).

В качестве адсорбентов используют пористые материалы синтетического и природного происхождения с высокоразвитой внутренней поверхностью:

- активные угли;
- силикагели — гидратированные аморфные кремнеземы;
- алюмогель — активный оксид алюминия, получаемый прокаливанием различных гидроксидов алюминия;
- цеолиты — алюмосиликаты, содержащие в своем составе оксиды щелочных и щелочно-земельных металлов;
- иониты — высокомолекулярные соединения.

Регенерацию насыщенных адсорбентов осуществляют либо нагревом насыщенного адсорбента до температуры, превышающей рабочую, либо продувкой его паром или горячим газом.

Суть *каталитических процессов газоочистки* заключается в химическом преобразовании подлежащих обезвреживанию примесей в другие продукты в присутствии специальных катализаторов, роль которых сводится к увеличению скорости химических реакций. Катализаторы обычно выполняются в виде шаров, колец или проволоки, свитой в спираль.

В последние годы каталитические методы очистки нашли применение для нейтрализации выхлопных газов автомобилей.

*Термическая очистка газов.* Большое развитие в отечественной практике нейтрализации вредных веществ, содержащихся в вентиляционных и других выбросах, получило высокотемпературное дожигание (термическая нейтрализация). Методы прямого сжигания применяют для обезвреживания газов от легко окисляемых токсичных, а также дурно пахнущих примесей, продукты сжигания которых менее токсичны, чем исходные вещества. Преимуществом термической очистки является простота используемой аппаратуры и универсальность использования — независимо от состава обрабатываемых газов.

## **2. Очистка и обезвреживание сточных вод**

Защита водной среды может осуществляться активными методами (которые непосредственно связаны с изменением в технологии производства) и пассивными, которые не вносят изменений в технологию, применяются лишь нейтрализация или ограничение вредного воздействия (это организация водоохраных зон и зон санитарной защиты питьевых источников, разбавление загрязняющих веществ при сбросе сточных вод в водные объекты).

Требования к качеству очищенных вод диктуется условиями их дальнейшего применения. Если они возвращаются в производственный цикл, то степень их очистки определяется технологическими требованиями самого производства (например, для производства радиодеталей, печатных плат, спиртных напитков, пива, хороших газированных вод и т. д. требуется очистка природных вод, т. к. они для этого считаются грязными). Если же очищенные воды сбрасываются в окружающую среду, то необходимая степень их очистки определяется нормативами ПДК, ПДС и экологическими требованиями.

Выбор методов очистки зависит от состава сточных вод. Загрязнители сточных вод делятся на физические, биологические и химические. В свою очередь химические загрязнители делятся на:

- биологически нестойкие органические соединения;

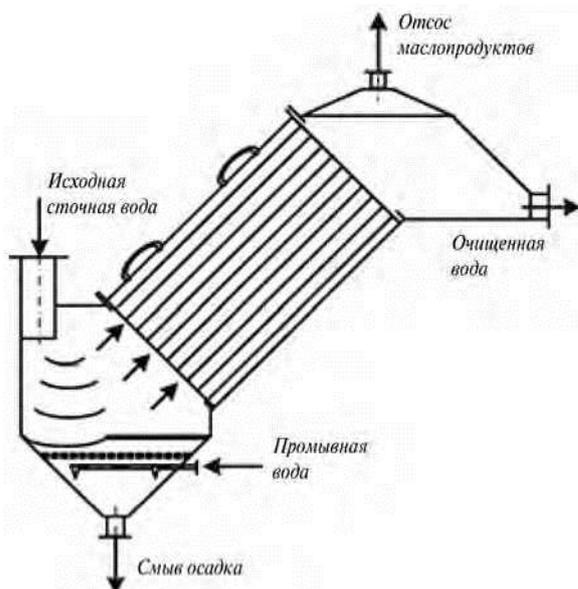


Рис. 3.3. Схема многоярусного отстойника нефтеловушки

примесей. Назначение ее в основном заключается в подготовке производственных сточных вод к другой более тонкой очистке. Механическая очистка обеспечивает выделение взвешенных веществ из вод до 90—95 % и снижение органических загрязнений на 20—25 %.

Продукт, который получается при удалении взвешенных веществ из сточных вод, называется *осадок*.

Основные методы удаления взвешенных веществ: процеживание, отстаивание, фильтрация, центрифугирование.

*Процеживание.* Основными аппаратами для процеживания являются решетки.

*Отстаивание.* Для отстаивания используют песколовки и отстойники. Отстойники делятся на 2 типа: периодического и непрерывного действия.

*Усреднители* применяют для регулирования состава и расхода сточных вод.

*Нефтеловушки.* Для очистки сточных вод, содержащих нефть и нефтепродукты, при концентрациях более 100 мг/дм<sup>3</sup> применяют нефтеловушки. Нефть и нефтепродукты всплывают на поверхность, а содержащиеся в сточной воде минеральные примеси оседают на дно нефтеловушки (рис. 3.3).

*Фильтрование.* Для улавливания тонких частиц часто используется фильтрование сточных вод через тонкие перегородки или насыпные слои зернистых материалов.

### Химическая (реагентная) очистка

Этот метод может применяться как самостоятельный метод перед подачей производственных сточных вод в систему оборотного водоснабжения, а также перед спуском их в водоем или городскую канализационную сеть. Применение химической очистки в ряде случаев целесообразно перед биологической или физико-химической очисткой.

*Нейтрализация.* На железнодорожном транспорте и других отраслях промышленности с целью предупреждения коррозии материалов канализационных сооружений, нарушения биохимических процессов в биологических окислителях и водоемах, а также осаждения из сточных вод солей тяжелых металлов кислые и щелочные стоки подвергают нейтрализации. В результате рН среды должна приблизиться к семи.

*Окисление* — реакция соединения какого-либо вещества с кислородом. Окислительный метод очистки применяют для обезвреживания производственных сточных вод,

- малотоксичные неорганические соли;
- нефтепродукты;
- биогенные соединения;
- вещества со специфическими токсичными свойствами, в том числе тяжелые металлы и биологически жесткие неразлагающиеся органические вещества.

Очистка сточных вод осуществляется: механическими, физико-химическими, химическими и биологическими методами.

### Механические (физические) методы очистки сточных вод

Механическая (физическая) очистка применяется для выделения из сточной воды нерастворенных минеральных и органических

содержащих токсичные примеси, например цианиды KCN или соединения, которые нецелесообразно извлекать из сточных вод, а также очищать другими методами (сероводород, сульфиды).

*Электрохимические методы очистки* основаны на электролизе производственных сточных вод. Электрохимическая обработка широко используется для очистки сточных вод от шестивалентного хрома.

*Осаждение.* При этой операции получают нерастворимые осадки, которые затем могут быть захоронены либо использованы, например в металлургической или другой промышленности.

### Физико-химические методы очистки

К этим методам относятся: коагуляция, флокуляция, сорбция, флотация, экстракция, выпаривание, испарение, кристаллизация, высаливание, вымораживание.

*Коагуляция* — слипание частиц коллоидной системы при их столкновении в процессе теплового движения, перемешивания. В результате коагуляции образуются агрегаты — более крупные (вторичные) частицы, состоящие из скопления мелких (первичных).

Для очистки сточных вод применяют различные виды коагулянтов.

Количество коагулянта зависит от его вида, расхода, состава и требуемой очистки воды и определяется экспериментально.

*Флокуляция* — процесс, при котором мелкие частицы, находящиеся во взвешенном состоянии, под влиянием специально добавляемых неорганических и органических веществ — флокулянтов образуют интенсивно оседающие рыхлые хлопьевидные скопления.

*Сорбция* — процесс поглощения вещества из окружающей среды твердым телом или жидкостью. В качестве сорбентов применяют различные искусственные и природные пористые материалы: золу, коксовую мелочь, торф, селикагели, алюмогели, активные глины. Эффективными сорбентами являются активированные угли.

*Жидкостная экстракция* — процесс извлечения веществ из водного раствора в жидкую органическую фазу (раствор экстрагента), не смешивающуюся с водой.

*Флотация* — процесс молекулярного прилипания частиц материала к поверхности раздела двух фаз, обычно газа (чаще воздуха) и жидкости.

*Электрофлотация.* Сущность электрофлотационного способа очистки сточных вод заключается в переносе загрязняющих частиц из жидкости на поверхность с помощью пузырьков газа, образующихся при электролизе воды.

## 3. Биологические методы очистки сточных вод

Биологическое окисление — широко применяемый на практике метод очистки сточных вод, позволяющий очистить их от многих органических соединений. Биологическое окисление осуществляется сообществом микроорганизмов (биоценозом), включающим множество различных бактерий, простейших и ряд высокоорганизованных организмов, водорослей и грибов, связанных между собой в единый комплекс сложными взаимоотношениями.

Главенствующая роль в этом сообществе принадлежит бактериям, число которых варьируется от  $10^6$  до  $10^{14}$  клеток на 1 г сухой биомассы. Число родов бактерий может достигать 5—10, число видов — несколько десятков и даже сотен.

Различают очистку в естественных и искусственных условиях. К методам биологической очистки сточных вод *в естественных условиях* относятся: почвенная очистка, биологические пруды, биоплато; *в искусственных условиях*: биофильтры, аэротенки, биофильтры, биотенки-биофильтры, анаэробные биофильтры.

## Методы биологической очистки сточных вод в естественных условиях

Одним из основных естественных очистителей загрязненных сточных вод является почва.

*Почва* — это сложный комплекс органических и неорганических веществ, заселенный большим числом различных микроорганизмов.

В результате почвенной очистки одновременно решаются две основные задачи — минерализация внесенных органических веществ и обеззараживание.

*Биологические пруды* — искусственно созданные водоемы, в которых для очистки сточных вод используются естественные процессы. Эти пруды могут применяться как для очистки, так и для глубокой очистки сточных вод, прошедших биологическую очистку. Это последнее назначение биологических прудов имеет преимущественное распространение. В очистке стоков принимает участие и высшая водная растительность, которая своей корневой системой сорбирует и поглощает органические и неорганические вещества-загрязнители.

Водная растительность играет существенную роль в окислительных процессах, а также способствует снижению концентрации биогенных элементов и регулирует кислородный режим водоема.

## Методы биологической очистки сточных вод в искусственных условиях

Всю совокупность сооружений биологической очистки разделяют на три группы по признаку расположения в них активной биомассы (или активного ила):

1) когда активная биомасса закреплена на неподвижном материале, а сточная вода тонким слоем скользит по материалу загрузки — это биофильтры;

2) когда активная биомасса находится в воде в свободном (взвешенном состоянии). — это аэротенки;

3) когда сочетаются оба варианта расположения биомассы — это погружные биофильтры, биотенки, аэротенки с заполнителями.

## 4. Обезвреживание и утилизация твердых отходов

Урбанизация городов, приведшая к образованию крупнейших мегаполисов, и постепенно возрастающая хозяйственная деятельность человека создают одну из острейших проблем XXI века — проблему защиты окружающей среды от негативного воздействия отходов производства и потребления. Практически во все времена своего существования человек стремился как можно быстрее и дешевле избавиться от отходов, ссылая их в ближайшие овраги или в понижения рельефа, не задумываясь при этом о последствиях.

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

С целью охраны окружающей среды, а также утилизации содержащихся в отходах ценных компонентов разрабатывают и внедряют различные промышленные технологии обезвреживания и переработки отходов, включая методы термического и биологического обезвреживания и другие технологические приемы их переработки.

Классификация отходов по агрегатному состоянию и опасности воздействия на окружающую среду приведена на рис. 3.4.

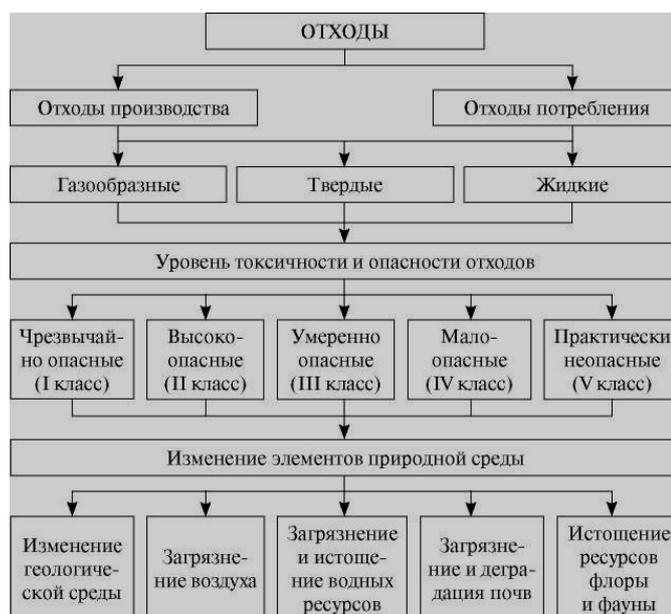


Рис. 3.4. Классификация отходов

### Основные технологические принципы утилизации, обезвреживания и захоронения отходов

Все процессы переработки и обезвреживания отходов разделяют на физические, химические, физико-химические, биохимические и комбинированные.

В *физических процессах* изменяется лишь форма, размеры, агрегатное состояние и некоторые другие свойства отходов при сохранении их качественного химического состава. Это дробление и измельчение вскрышных пород, брикетирование, строительных отходов и др.

*Химические процессы* изменяют физические свойства исходного материала и его качественный химический состав. Важное место среди химических процессов занимают нейтрализация, окисление, осаждение, обеззараживание и термические методы. Термические способы предусматривают тепловое воздействие на отходы, которые приводят к изменению их первоначального состава. Виды термического воздействия: сжигание, газификация, пиролиз.

*Физико-химические процессы* и основанные на них методы являются пограничными между физическими и химическими. К физико-химическим методам относятся: коагуляция, флокуляция, адсорбция, абсорбция, ионный обмен, экстракция, мембранные и каталитические методы.

*Биохимические процессы* представляют собой химические превращения, протекающие с участием субъектов живой природы, выполняющих роль биологического катализатора. Процессы основаны на способности различных микроорганизмов разлагать или усваивать многие органические соединения. Биохимические превращения составляют основу жизнедеятельности живых организмов растительного и животного мира. Продуктом этих превращений являются вещества неживой природы. На использовании биохимических превращений построены многие технологии, например методы переработки сельскохозяйственной продукции, а также отходов с получением биогаза, очистки сточных вод и др.

## 5. Защита от негативных техногенных воздействий автомобиля

Преобразование энергии в любой машине, в том числе и движущемся автомобиле, связано с ее рассеиванием в окружающем пространстве. Одним из каналов такого рассеивания являются звуковые волны. Они представляют собой колебательное

движение частиц упругой среды, возникающее в результате колебания поверхности излучателя или какого-либо аэродинамического процесса. Источником шума в движущемся автомобиле являются поверхности силового агрегата двигателя, системы впуска и выпуска, поверхности агрегатов трансмиссии. Шум возникает также при взаимодействии кузова автомобиля с потоком воздуха при движении, взаимодействии шин с покрытием дороги, колебании элементов подвески и кузова от возмущений дороги и др.

Транспортный шум является одним из наиболее опасных параметров воздействий на организм человека и загрязнения окружающей среды.

*Допустимый уровень шума* (допустимый уровень звукового давления) (ПДУ), дБ(А), при котором длительное систематическое вредное воздействие шума на человека (и/или природную среду) не проявляется или проявляется незначительно.

*Предельно допустимая шумовая характеристика машин* и механизмов. Этот показатель должен обеспечивать соблюдение санитарно-гигиенических нормативов во всех октавных полосах частот. Его значение определяется по результатам статистической обработки шумовых характеристик однотипных машин и механизмов.

Различают активные и пассивные методы защиты от шума. К активным относятся методы и средства, устраняющие источники возникновения шума (уменьшение зазоров и повышение точности изготовления деталей, замена металлических деталей пластмассовыми и др.). К пассивным относятся методы и средства шумозащиты, шумопоглощения и шумоизоляции.

*Защита от вибрации автомобиля.* При движении автомобиля возникают колебания, обусловленные неуравновешенными силовыми воздействиями в узлах и агрегатах автомобиля, а также внешним переменным воздействием от неровностей дорожного покрытия. Эти колебания передаются на кузов автомобиля и через дорожное покрытие и грунт — на элементы придорожного пространства. Воздействие вибраций можно рассматривать по аналогии с шумом в двух аспектах: воздействие на водителя и пассажиров и воздействие на окружающие объекты.

*Защита от электромагнитного излучения.* Природа электромагнитного излучения связана с вихревым электрическим и магнитным полями. Их общее поле условилось называть электромагнитным. Электромагнитное поле проявляется в работе всех электротехнических приборов и установок.

Основным источником электромагнитных излучений в автомобиле является система зажигания и в первую очередь свечи, распределитель, блок управления, высоковольтные провода. Приборы системы зажигания и электрооборудование автомобилей являются первичными излучателями электромагнитных волн, а элементы кузова, детали моторного отсека, капот, крылья, решетка радиатора — вторичными. В целом автомобиль является контуром, собственные характеристики индуктивности и емкости которого зависят от различных факторов.

Автомобиль является сравнительно маломощным источником электромагнитного излучения. Для снижения уровня электромагнитного излучения повышают экранирующую способность кузова и применяют помехоподавляющие устройства в системе зажигания. Эффективность экранирования достигается надежностью соединения между собой деталей кузова. Для снижения уровня электромагнитного излучения, создаваемого приборами системы зажигания, применяют различные помехоподавляющие устройства.

*Защита от ингредиентного загрязнения* окружающей природной среды (ОПС) может быть достигнута за счет снижения выбросов загрязняющих окружающую среду веществ.

Пути решения экологических проблем заключаются в следующем:

- снижение шумового загрязнения;
- перевод двигателя внутреннего сгорания на газообразное топливо.

Существующий многолетний опыт эксплуатации автомобилей на пропан-бутановых

смесях показывает огромный экологический эффект. В автомобильных выбросах резко снижается количество угарного газа, тяжелых металлов и углеводов;

— перевод двигателя внутреннего сгорания на другие более экологичные виды топлива (спирт, биотопливо, электрическую энергию и др.);

— применение нейтрализаторов отработавших газов двигателей внутреннего сгорания.

Нейтрализаторы отработавших газов получили широкое распространение для снижения количества выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания и уменьшения их уровней токсичности. Принцип нейтрализации токсичных компонентов отработавших газов основан на беспламенном каталитическом дожигании горючих токсичных компонентов на поверхности каталитического блока. При этом оксид углерода преобразуется в двуокись углерода, а углеводороды — в двуокись углерода и воду. Установка нейтрализаторов отработавших газов применяется как дополнительное оборудование, которое без значительных изменений в конструкции двигателя легко встраивается в выпускной тракт двигателя и обеспечивает внешнюю экологическую очистку.

*Каталитическая нейтрализация* помимо окислительных реакций предполагает использование и восстановительных: для восстановления оксидов азота в исходные вещества — кислород и азот. Катализаторы представляют собой собственно активный каталитический слой, нанесенный на инертное тело — носитель, который размещают в корпусе нейтрализатора (рис. 5). В окислительных и восстановительных реакциях могут применяться относительно дешевые окисные катализаторы на основе меди, марганца, никеля, хрома и других, но они обладают малой долговечностью и эффективностью.

Поэтому распространение получили катализаторы на основе благородных металлов — платино-палладиевые, дающие степень очистки 70—90 %. В каталитических, окислительных нейтрализаторах (при наличии избыточного кислорода в выпускных газах) с катализаторами из благородных металлов — платины, палладия, платины и родия — достаточно высокая скорость окисления СО и СН обеспечивается при сравнительно невысоких температурах, значительно меньше, чем в термическом нейтрализаторе. Окись углерода окисляется в СО<sub>2</sub> при 250—300 °С, углеводороды, бенз(а) пирен, альдегиды — при 400—450 °С, при этом у выпускных газов почти пропадает неприятный запах. При температуре 580 °С сгорает сажа. Для увеличения поверхности контакта с газами катализатор наносится тонким слоем на поверхность носителя из кремнезема или глинозема в виде шариков.

Ограничивают применение каталитических нейтрализаторов высокая стоимость, невозможность работы с этилированным бензином (соединения свинца и серы выводят катализаторы из строя) и жесткие технические требования к их конструкции. Различные схемы нейтрализаторов приведены на рис. 3.5.

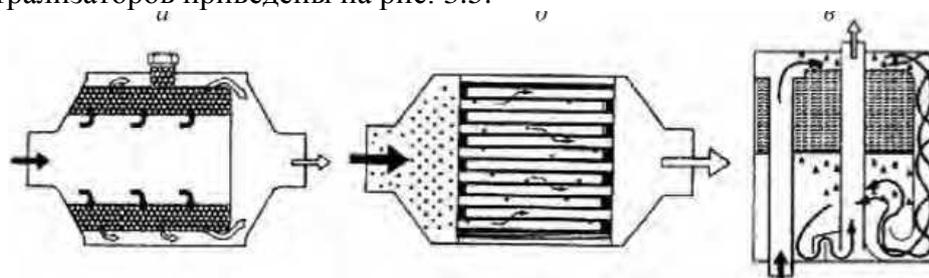


Рис. 3.5. Принципиальные схемы различных типов нейтрализаторов автомобилей: *a* — каталитический; *б* — комбинированный (нейтрализатор-фильтр-глушитель); *в* — абсорбционный нейтрализатор-фильтр