

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

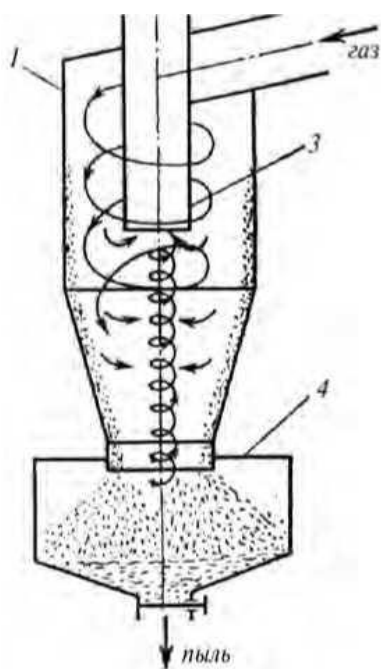


Рис 3.1. Схема работы циклона

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).

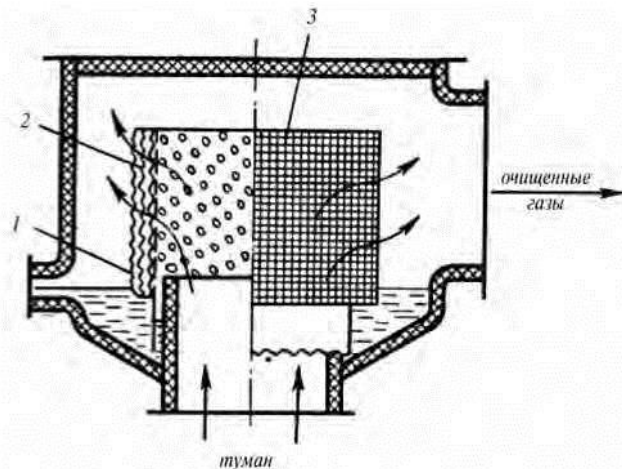


Рис. 3.2. Принцип работы скоростного туманоуловителя

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;

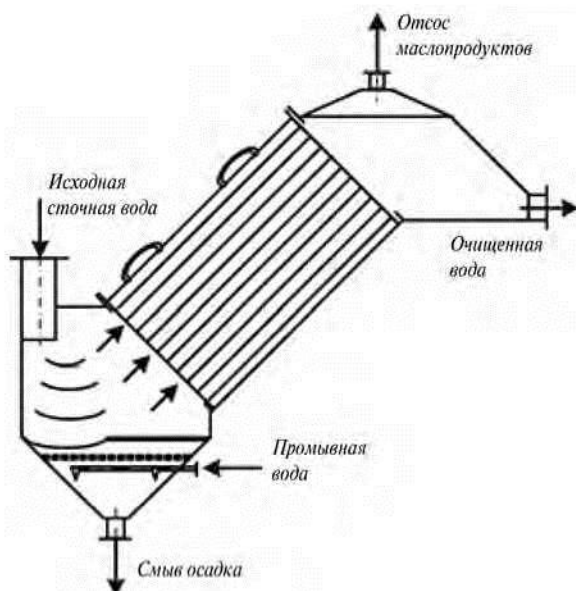


Рис. 3.3. Схема многоярусного отстойника нефтеловушки

- 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

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/дм³ 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,

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.

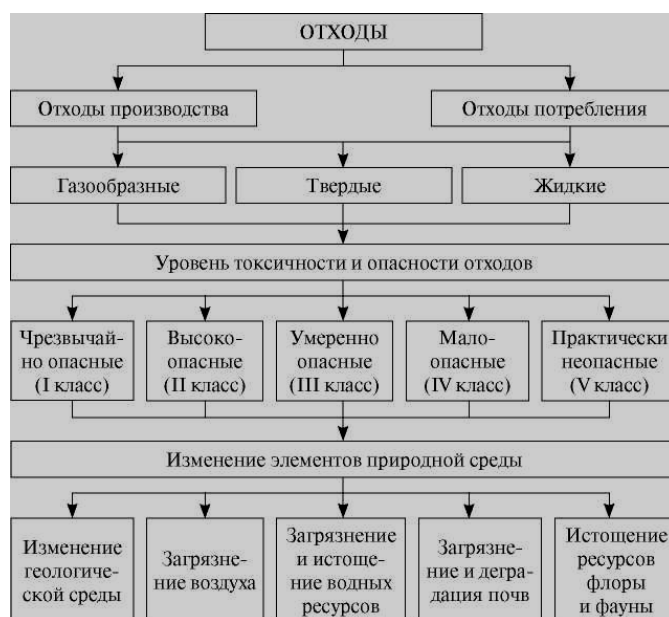


Рис. 3.4. Классификация отходов

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 CO и CH обеспечивается при сравнительно невысоких температурах, значительно меньше, чем в термическом нейтрализаторе. Окись углерода окисляется в CO₂ 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.

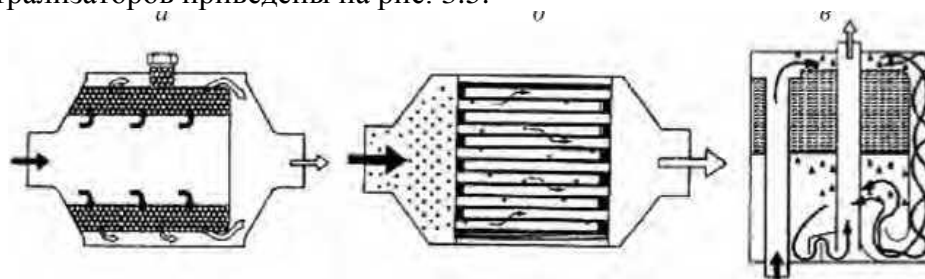


Рис. 3.5. Принципиальные схемы различных типов нейтрализаторов автомобилей: *a* — каталитический; *б* — комбинированный (нейтрализатор-фильтр-глушитель); *в* — абсорбционный нейтрализатор-фильтр