

ЛЕКЦИЯ 9.

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ, СВЯЗАННЫЕ С ИХ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ.

Тема 9.1. Вредные воздействия автомобиля на природу, человека. Отработавшие газы, испарение, продукты износа.

Факторы отрицательного влияния автомобильного транспорта на человека и окружающую среду.

По сравнению с другими видами транспорта автомобильный транспорт наиболее агрессивен по отношению к окружающей среде. Он является мощным источником ее химического (поставляет в окружающую среду громадное количество ядовитых веществ), шумового и механического загрязнения. Следует подчеркнуть, что с увеличением автомобильного парка уровень вредного воздействия автотранспорта на окружающую среду интенсивно возрастает. Так, если в начале 1970-х гг. доля загрязнений, вносимых в атмосферу автомобильным транспортом, в среднем составляла 13 %, то в настоящее время она достигла 50 % и продолжает расти. А для городов и промышленных центров доля автотранспорта в общем объеме загрязнений значительно выше и доходит до 70 % и более, что создает серьезную экологическую проблему, сопровождающую урбанизацию.

В автомобилях имеется несколько источников токсичных веществ, основными из которых являются три (рис. 1): отработавшие газы (CO , CH , NO_x и др.), картерные газы и топливные испарения (CH).

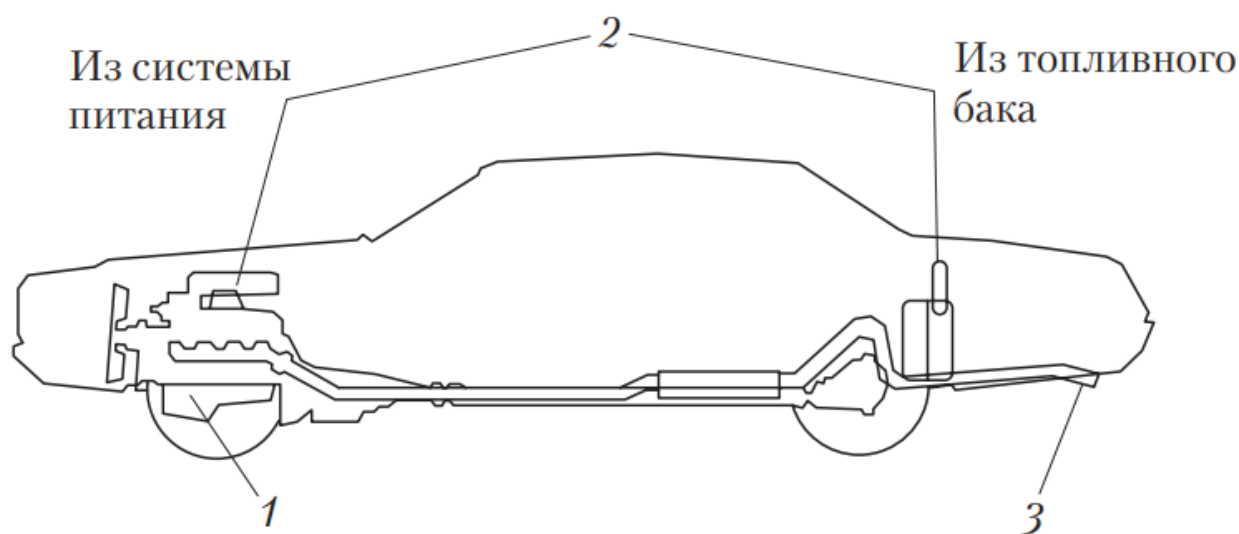


Рис. 1. Источники образования токсичных выбросов: 1—картерные газы; 2 — топливные испарения; 3 — отработавшие газы

Наибольшая доля химического загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом приходится на отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания.

Теоретически при полном сгорании топлива в результате взаимодействия углерода и водорода (входят в состав топлива) с кислородом воздуха образуется углекислый газ и водяной пар.

К токсичным компонентам отработавших газов относятся: оксид углерода (угарный газ), углеводороды, оксиды азота и серы, альдегиды, сажа, бенз(а)пирен и соединения свинца. Различие в составе отработавших газов бензиновых и дизельных двигателей объясняется бо́льшим коэффициентом избытка воздуха α (отношение действительного количества воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, к количеству воздуха, теоретически необходимому для сгорания 1 кг топлива) у дизельных двигателей и лучшим распыливанием топлива (впрыск топлива).

Причиной образования оксида углерода CO и частично углеводородов является неполное сгорание углерода (массовая доля которого в бензинах достигает 85 %) из-за недостаточного количества кислорода. Поэтому концентрации оксида углерода и углеводородов в отработавших газах возрастают при обогащении смеси ($\alpha < 1$). Диоксид углерода CO₂ является не токсичным, но вредным веществом в связи с фиксируемым повышением его концентрации в атмосфере планеты и влиянием на изменение климата.

Основная доля образовавшихся в камере сгорания CO окисляется до CO₂, не выходя за пределы камеры, так как замеренная объемная доля диоксида углерода в отработавших газах составляет 10...15 %, т.е. в 300–450 раз больше, чем в атмосферном воздухе.

Углеводороды — многочисленные соединения различного типа (например, C₆H₆ или C₈H₁₈), состоящие из исходных или распавшихся молекул топлива. Их содержание увеличивается не только при обогащении, но и при обеднении смеси ($\alpha > 1,15$), что объясняется повышенным количеством непрореагировавшего (несгоревшего) топлива из-за избытка воздуха и пропусков воспламенения в отдельных цилиндрах. Образование углеводородов происходит также из-за того, что у стенок камеры сгорания температура газов недостаточно высока для сгорания топлива, поэтому здесь пламя гасится и полного сгорания не происходит. Наиболее токсичны полициклические ароматические углеводороды.

В дизельных двигателях легкие газообразные углеводороды образуются при термическом распаде топлива в зоне срыва пламени, в ядре и в переднем фронте факела, на стенках камеры сгорания и в результате вторичного впрыскивания (подвпрыскивания). Оксиды азота NO_x представляют набор следующих соединений: N₂O, NO, N₂O₃, NO₂, N₂O₄ и N₂O₅.

В отработавших газах автомобильных двигателей преобладает NO (99 % в бензиновых двигателях и более 90 % в дизелях). В камере сгорания NO может образовываться:

при высокотемпературном окислении азота воздуха (термический NO);

в результате низкотемпературного окисления азотсодержащих соединений топлива (топливный NO);

из-за столкновения углеводородных радикалов с молекулами азота в зоне реакций горения при наличии пульсации температуры (быстрый NO).

Оксиды серы образуются при сгорании серы, содержащейся в топливе по механизму, схожему с образованием CO.

Твердые частицы включают нерастворимые (твердый углерод, оксиды металлов, диоксид кремния, сульфаты, нитраты, асфальты, соединения свинца) и растворимые в органическом растворителе (смолы, фенолы, альдегиды, лак, нагар, тяжелые фракции, содержащиеся в топливе и масле) вещества.

Сажа (твердый углерод) является основным компонентом нерастворимых твердых частиц. В состав твердых частиц кроме сажи входят соединения серы, свинца.

Основными соединениями свинца в отработавших газах автомобилей являются хлориды и бромиды, а также (в меньших количествах) оксиды, сульфаты, фториды, фосфаты и некоторые их промежуточные соединения, которые при температуре ниже 370 °C находятся в виде аэрозолей или твердых частиц. Около 50 % свинца остается в виде нагара на деталях двигателя и в выхлопной трубе, остаток уходит в атмосферу с отработавшими газами. Большое количество соединений свинца выбрасывается в воздух при использовании этого металла в качестве антидетонатора. В настоящее время соединения свинца в качестве антидетонаторов не применяются.

Концентрацию токсичных компонентов в отработавших газах оценивают в объемных процентах, миллионных долях по объему (млн-1, т.е. частей на миллион, 10 000 ppm = 1 % по объему) и, реже, в миллиграммах на 1 л отработавших газов.

При отсутствии замкнутой вентиляции картера двигателя, а также испарения топлива из топливной системы источниками загрязнения окружающей среды автомобилями с карбюраторными двигателями являются картерные газы.

Автомобиль также является источником загрязнения воздуха пылью.

Растворенные в атмосферной влаге продукты сгорания автомобильного топлива — оксиды азота и серы — являются причиной выпадения кислотных дождей.

Автомобиль — сильный загрязнитель водоемов, подземных водных источников. Определено, что 1 л нефти может сделать непригодным для питья несколько тысяч литров воды.

Большой вклад в загрязнение окружающей среды вносят процессы ТО и ремонта подвижного состава, которые требуют энергетических затрат и связаны с большим водопотреблением, выбросом загрязняющих веществ в атмосферу, образованием отходов, в том числе токсичных

При эксплуатации автомобилей образуются сточные воды. Состав и количество этих вод различны. Сточные воды возвращаются обратно в окружающую среду, главным образом в объекты гидросферы (реки, каналы, озера, водохранилища) и суши (поля, накопители, подземные горизонты и др.). В зависимости от вида производства сточными водами на предприятиях транспорта могут являться:

- сточные воды от мойки автомобилей;

- нефтедержащие стоки от производственных участков (моющие растворы);

- сточные воды, содержащие тяжелые металлы, кислоты, щелочи;

- сточные воды, содержащие краску, растворители.

В процессе проведения малярных работ (методом пневматического распыления) 40 % лакокрасочных материалов поступает в воздух рабочей зоны. При проведении этих операций в окрасочных камерах, оборудованных гидрофилтрами, 90 % этого количества оседает на элементах самих гидрофилтров, 10 % уносится с водой. Таким образом, в сточные воды окрасочных участков попадает до 4 % израсходованных лакокрасочных материалов.

Ремонтные работы сопровождаются также загрязнением почвы, накоплением металлических, пластмассовых и резиновых отходов вблизи производственных участков и отделений.

В автотранспортных организациях (АТО) образуется также значительное количество промышленных отходов. Большая часть из них представляет собой вторичное сырье, которое целесообразно перерабатывать. Поэтому отслужившие аккумуляторы и шины, отработанные масла, пластические смазки, технические жидкости и другие отходы необходимо тщательно собирать и хранить в металлической таре на специально оборудованной для этого площадке, не допуская тем самым загрязнения ими ливневых вод и почвы. Объемы отходов не должны превышать значений, оговоренных в разрешении на их хранение, выданном АТО органами санитарно-эпидемиологического надзора. Их следует периодически вывозить в места утилизации или сдавать специализированным организациям, занимающимся сбором и переработкой вторичного сырья.

Таким образом, правильная организация работы с отходами на АТО

позволяет решить сразу две важных задачи — снизить загрязнение окружающей среды и одновременно обеспечить качественное сырье для производства промышленных изделий и материалов, в том числе автомобильных (масла, аккумуляторы и др.).

Наряду с другими видами транспорта, промышленным оборудованием, бытовыми приборами автомобиль является источником искусственного шумового фона города, как правило, отрицательно воздействующего на человека. Перед населением современных городов возникает серьезная проблема борьбы с шумом, так как сильный шум не только ведет к потере слуха, но и вызывает психические расстройства. Опасность шумового воздействия усугубляется свойством человеческого организма накапливать акустические раздражения. Под действием шума определенной интенсивности возникают изменения в циркуляции крови, работе сердца и желез внутренней секреции, снижается мышечная выносливость.

Опасным является также инфразвук, т.е. звук с частотой менее 17 Гц. Его воздействие на организм вызывает сонливость, ухудшение остроты зрения и замедленную реакцию на опасность.

Тема 9.2. Вибрация, шумы.

Общая и локальная вибрация. Уровень, нормы вибрации.

Виды воздействия шума. Интенсивность, источники шума.

Воздействие вибраций на водителя и пассажиров

Вибрации не всегда оказывают на человека вредное воздействие. Умеренная вибрация в определенной дозе улучшает питание тканей тела, ускоряет заживление ран, стимулирует трудовую деятельность, но в автомобиле вибрация оказывает вредное воздействие на человека.

Человек воспринимает вибрации вестибулярным аппаратом, глазами, суставами, мышцами, кожей. Восприятие вибраций человеком зависит от частоты: при низких частотах восприятие пропорционально ускорениям, при средних — скоростям, при высоких — частотам. Чем больше амплитуды вибраций, тем неприятнее ощущения.

Чувствительность человека к вибрациям в некоторой степени зависит от положения тела, способа воздействия вибраций на тело, психологических факторов, индивидуальных особенностей, но более всего — от частоты. Считается, что обычно человек ощущает вибрации в диапазоне частот $10^{-1} \dots 10^{-5}$ Гц. Вредные последствия (головокружение, нарушение зрения, нарушение речи и т.д.) обычно наблюдаются при длительном воздействии вибраций в диапазонах частот $1 \dots 10^2$ Гц. Наиболее чувствителен человеческий организм к вертикальным вибрациям в диапазоне частот $4 \dots 8$ Гц и к горизонтальным — в диапазоне $1 \dots 2$ Гц.

Воздействие внутреннего шума на водителя и пассажиров

Шум не всегда оказывает на человека вредное воздействие. Для нормального существования, чтобы не считать себя изолированным от внешнего мира, человеку нужен шум в $20 \dots 30$ дБ. Однако в салоне автомобиля уровень шума при скорости 50 км/ч может составлять $60 \dots 70$ дБ и более, при 100 км/ч — $70 \dots 80$ дБ и более.

Восприятие шума человеком зависит от уровня шума и частоты, а также от его изменения во времени, психологических и других факторов, индивидуальных особенностей человека. Повышенный шум является причиной ухудшения слышимости, преждевременного утомления и снижения производительности труда. Хотя человеческое ухо слышит звуки в диапазоне частот $16 \dots 20000$ Гц, однако на человеческий организм оказывают вредное воздействие и неслышимые инфразвуки. Слабые инфразвуки, действуя на внутреннее ухо, вызывают ощущение морской болезни. Сильные инфразвуки, вызывая вибрацию внутренних органов, могут привести к повреждению их и даже к остановке сердца.

Уровень шума автомобиля обычно оценивают в дБ А, учитывая характер субъективного восприятия громкости звука человеком. При измерении этой величины используют шумомер с соответствующим контуром

(коррекцией А, частично срезающей составляющие спектра с частотами менее 500 Гц).

Однако в ряде случаев шум в автомобиле с меньшим уровнем шума, дБ А, воспринимается человеком как более неприятный, чем в автомобилях с более высоким уровнем шума. Поэтому часто дополнительно используют другие оценочные параметры. Так, например, используется индекс артикуляции ИА. Индекс артикуляции характеризует возможность разговаривать нормальным голосом внутри автомобиля. Экспериментально определен уровень речи на расстоянии 1 м. Принято $ИА = 100\%$, если шум в автомобиле совсем не мешает пониманию речи, и $ИА = 0$, если он полностью перекрывает разговорную речь. Для современных легковых автомобилей среднего класса при скорости движения 120 км/ч индекс артикуляции обычно находится в пределах 25...50%. Разница в уровнях шума в дБ или в дБ А в легковых автомобилях при скорости 100 км/ч часто достигает 25...30 дБ, что указывает на высокую долю инфразвука в общем спектре шума.

Тема 9.3. Загрязнение воды и грунта при ТО и ремонте.

Загрязняющие вещества: щелочи, смазочные масла, смазочно-охлаждающие жидкости, антифриз и т.д. Отходы производства: аккумуляторные батареи свинцовые стартерные с электролитом; свинцесодержащие пластины; пластмасса (пластмассовый корпус батареи); отработанный электролит; фильтрующие элементы системы смазки двигателя автомобиля; автомобильные шины; моторные и трансмиссионные масла; всплывающие нефтепродукты; огарки сварочных электродов и т.д.

автомобиле совсем не мешает пониманию речи, и $ИА = 0$, если он полностью перекрывает разговорную речь. Для современных легковых автомобилей среднего класса при скорости движения 120 км/ч индекс артикуляции обычно находится в пределах 25...50%. Разница в уровнях шума в дБ или в дБ А в легковых автомобилях при скорости 100 км/ч часто достигает 25...30 дБ, что указывает

Загрязнение окружающей природной среды происходит не только во время движения автомобильного транспорта по городским улицам и автотрассам, но также и при обслуживании, ремонте подвижного состава, во время проведения уборочно-моечных, контрольно-регулирующих, разборочно-сборочных, слесарно-механических, кузнечных, жестяницких, сварочных, медницких, промывочных, смазочно-заправочных, аккумуляторных, окрасочных и других видов работ на стационарных пунктах ремонта и обслуживания (АТП, АЗС, авторемонтных заводах). Все эти операции сопряжены с загрязнением всех компонентов биосферы: атмосферного воздуха, воды и почвы. При этом происходит расход конструкционных, эксплуатационных материалов и энергетических ресурсов.

На производственных участках автотранспортного предприятия, станциях технического обслуживания или авторемонтных заводах (мастерских) происходит выделение следующих загрязняющих веществ:

- оксид углерода (образуется в результате неполного сгорания топлива в двигателях внутреннего сгорания и котельных установках);
- соединения свинца (поступает в воздушную среду при пайке радиаторов, бензобаков, при ремонте аккумуляторов и т.д.);
- акролеин (CH_2CHCHO) (поступает в воздух производственных помещений вместе с отработавшими газами дизельных двигателей автомобилей);
- оксиды азота (образуются при сжигании всех видов топлива);
- углеводороды (выделяются в атмосферный воздух с отработавшими

и картерными газами двигателей внутреннего сгорания);

– сажа (образуется в результате термического распада молекул углеводорода в условиях сильного недостатка кислорода); во время работы дизельного двигателя в среднем выбрасывается до 1618 кг сажи на 1 т сжигаемого топлива;

– пыль (образуется в следующих процессах: горение топлива (зольный песок); обдирка, заточка, шлифовка и полировка деталей; пульверизационная окраска изделий на окрасочных участках; сжигание электродов при сварочных работах; деревообработка. Наиболее опасная по действию на человека – свинцовая пыль;

– оксиды серы (образуются при сжигании топлива в двигателях внутреннего сгорания);

– аккумуляторная серная кислота, соляная кислота (при попадании на кожу вызывают ожоги и хронические заболевания верхних дыхательных путей);

– щелочи (применяются при обезжиривании и мойке автомобильных двигателей и других агрегатов, а также в щелочных аккумуляторах; оказывают прижигающее действие на кожу и слизистые верхних дыхательных путей);

– ароматические углеводороды (применяются как растворители красок, лаков, мастик, клеев. При хронических отравлениях ароматическими углеводородами наблюдаются поражения кровеносных органов, крови, изменения в сердечно-сосудистой системе);

– антифриз (применяется в качестве средства для предупреждения замерзания жидкости в системе охлаждения двигателя; действие на организм человека в основном наркотическое);

– смазочные масла (применяются для смазывания трущихся, вращающихся деталей). Для повышения смазывающих свойств в масла добавляются различные активизирующие вещества (чаще всего сера), всевозможные присадки (полиизобутилен, соединения железа, меди и др.). Добавки в смазочные масла являются токсичными, причем, чем выше температура трущихся деталей, тем выше проявляются токсические свойства смазочных масел;

– смазочно-охлаждающие жидкости (применяются при обработке металлов резанием). В основном, это нефтяные масла (веретенное, машинное, соляровое и индустриальное). В процессе применения эмульсий состав их значительно изменяется, так как вследствие испарения воды при нагревании повышается содержание минерального масла и щелочность, увеличивается загрязнение металлическими и минеральными примесями, возрастает бактериальная флора. При попадании на вращающийся режущий инструмент или деталь, смазочно-охлаждающая жидкость разбрыз-

гивается и загрязняет одежду рабочего, открытые части тела, воздушную среду помещения. Загрязнение смазочно-охлаждающими жидкостями приводит к развитию профессионального заболевания кожи, масляных фолликулитов (угрей), оказывает раздражающее действие на слизистые оболочки верхних дыхательных путей и общее действие на организм человека при поступлении их в воздух производственных помещений в виде тумана.

В каждом автотранспортном предприятии предусмотрены участки, на которых производятся те или иные ремонтно-восстановительные или диагностические виды работ. При этом образуются производственные сточные воды, поступление загрязняющих веществ в атмосферный воздух и почву.

Для очистки ливневых и производственных сточных вод должны быть предусмотрены очистные сооружения с двумя вертикальными грязеотстойниками, с фильтром доочистки, бензо- и маслоуловителями, с одним вертикальным осветителем и маслосборной емкостью.

Тема 9.4. Методы снижения вредных компонентов в составе отработавших газов.

Нормирование вредных составляющих в отработавших газах – ПДК (предельно-допустимые концентрации). Стандарты, нормирующие выделение токсичных веществ при работе бензиновых и дизельных двигателей.

Нормирование выбросов токсичных веществ и шума двигателем автомобиля

По мере роста автомобильного парка стандарты на ограничение выбросов токсичных веществ введены во многих странах мира, в зависимости от концентрации автомобилей, климатических, рельефных условий и других факторов.

Под токсичностью выбросов двигателя автомобиля (токсичностью двигателя) — это способность выбросов двигателя оказывать токсическое воздействие на людей, животный мир, что определяется следующими факторами:

- составом токсичных веществ
- абсолютным количеством выбросов токсичных веществ в единицу времени (или на единицу пути, пройденного автомобилем)
- физико-химическими законам превращения химических соединений в атмосфере
- геофизическими законами распространения токсичных веществ
- чувствительностью живых организмов

В настоящее время стандартами всех стран мира регламентируются выбросы токсичных компонентов на определенных, наиболее характерных режимах работы двигателя (стандарты первого рода) или на совокупности режимов, имитирующих действительные условия эксплуатации (стандарты второго рода). В нашей стране нормирование токсичных веществ по совокупности режимов применяется для новых двигателей и автомобилей, т.е. в целях контроля продукции моторных и автомобильных заводов.

В условиях эксплуатации проверка автомобилей по совокупности режимов в настоящее время представляет определенные трудности. По-этому нормирование выбросов токсичных веществ для автомобилей, находящихся в эксплуатации, производится только на режимах холостого хода и разгона двигателя.

Требования безопасности с изменением №1». Стандарт не распространяется на автомобили, полная масса которых менее 400 кг или максимальная скорость не превышает 50 км/ч, на автомобили с двухтактными и роторными двигателями.

При испытании на токсичность отработавших газов двигатель прогревается до рабочей температуры, воздушная заслонка полностью открывается. В выхлопную трубу на глубину не менее 300 мм от среза вставляется зонд. Устанавливается повышенная частота вращения коленчатого вала двигателя. После работы на этом режиме не менее 15 с частота вращения снижается до минимальной $n_{\text{мин}}$ и не ранее чем через 20 с измеряется содержание оксида углерода и углеводородов. Затем устанавливается повышенная частота вращения коленчатого вала двигателя $n_{\text{пов}}$ и не ранее чем через 30 с повторно измеряется содержание оксида углерода и углеводородов. Проверку на повышенной частоте вращения коленчатого вала проводят только на автомобилях, имеющих карбюратор. Минимальная и максимальная частоты устанавливаются в технических условиях и инструкции по эксплуатации автомобилей. Если эти значения не установлены, при проверке принимают $n_{\text{мин}} = (800 \pm 50)$ мин⁻¹, $n_{\text{пов}} = (3000 \pm 100)$ мин⁻¹.

При наличии в автомобиле отдельных выпускных систем измерение производят отдельно для каждой из них. Показателем токсичности служат максимальные концентрации оксида углерода.

Содержание углеводородов указывается в млн-1 по принятому международному обозначению, при этом 1% углеводородов соответствует 10000 млн-1. Такое обозначение принято в связи с тем, что при считывании показаний приборов трудно оценивать малые показания процентов содержания углеводородов, например 0,1 или 0,01, в тоже время 100 или 1000 млн-1 более наглядно показывают динамику изменения показаний приборов.

Нормирование содержания вредных веществ в окружающей среде. ПДК, виды и назначения обоснование безопасных для человека уровней содержания вредных веществ в различных объектах окружающей среды. В качестве критерия используются показатели гигиенич. предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в окружающей среде.

Нормирование содержания вредных веществ в почве предполагает установление таких концентраций, при которых содержание вредных веществ в контактирующих средах не превышает ПДК для водоема и воздуха, а в выращиваемых культурах - допустимых остаточных количеств. В соответствии с методическими рекомендациями нормирование включает три основных направления исследований. Первое направление - определение максимально допустимой концентрации вещества в почве с точки зрения токсикологического действия на человека. Эта концентрация должна гарантировать накопление вещества в выращиваемых культурах не выше допустимого остаточного количества, а попадание его в воздушную среду и грунтовые воды - не выше ПДК. Второе направление - уста-

новление органолептических свойств растений, выращиваемых на данной почве, а также воды и атмосферного воздуха. Третье направление - изучение характера и интенсивности действия вещества на процессы самоочищения, протекающие в почве. Из найденных пороговых концентраций выбирают наименьшую, которую и принимают как предельно допустимую. Исследования проводят в лабораторных условиях с модельными почвами и растениями, а полученные результаты уточняют в полевом эксперименте или в натуральных условиях. По степени опасности вещества, загрязняющие почву, подразделяют на три класса:

- 1-высокоопасные,
- 2-умеренно опасные,
- 3-малоопасные

Класс опасности определяют не менее чем по трем показателям в соответствии с ГОСТом 17.4.1.02-83 «Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения». Основной физической характеристикой примесей в воздухе является

концентрация - масса (мг) вещества в единице объема (м^3) воздуха при нормальных метрологических условиях.

Нормирование содержания вредных веществ в воздухе производится по предельно допустимым концентрациям (ПДК).

Нормирование содержания вредных веществ в воздухе производят для атмосферного воздуха населенных мест по списку Минздрава №3086-84, а для воздуха рабочей зоны производственных помещений по ГОСТ 12.1.005-88.

Наша задача состоит в сравнении фактической концентрации с предельно-допустимой, в оценке эффекта суммации по набору веществ согласно варианту и перечню веществ, обладающих суммацией действия с последующим расчетом

Нормирование — это определение количественных показателей факторов окружающей среды, характеризующих безопасные уровни их влияния на состояние здоровья и условия жизни населения. Нормативы не могут быть установлены произвольно, они разрабатываются на основе всестороннего изучения взаимоотношений организма с соответствующими факторами окружающей среды. Соблюдение нормативов на практике способствует созданию благоприятных условий труда, быта и отдыха, снижению заболеваемости, увеличению долголетия и работоспособности всех членов общества. В основу нормирования положены принципы сохранения постоянства внутренней среды организма (гомеостаза) и обеспечения его единства с окружающей средой, зависимости реакций организма от интенсивности и длительности воздействия факторов окружающей среды,

пороговости в проявлении неблагоприятных эффектов. При обосновании нормативов используется комплекс физиологических, биохимических, физико-математических и других методов исследования для выявления начальных признаков вредного влияния факторов на организм. Особое внимание уделяется изучению отдаленных эффектов: онкогенного, мутагенного, аллергенного влияния на половые железы, эмбрионы и развивающееся потомство. Окончательная апробация нормативов осуществляется при их использовании на практике путем изучения состояния здоровья людей, контактирующих с нормируемым фактором. Существуют методы учета комбинированного действия комплекса вредных факторов. В зависимости от нормируемого фактора окружающей среды различают: предельнодопустимые концентрации (ПДК), допустимые остаточные количества (ДОК), предельно допустимые уровни (ПДУ), ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ), предельно допустимые выбросы (ПДВ), предельно допустимые сбросы (ПДС) и др. Предельно допустимый уровень фактора (ПДУ) — это тот максимальный уровень воздействия, который при постоянном действии в течение всего рабочего времени и трудового стажа не вызывает биологических изменений адаптационно-компенсаторных возможностей, психологических нарушений у человека и его потомства. Нормативы являются составной частью санитарного законодательства и основой предупредительного и текущего санитарного надзора, а также служат критерием эффективности разрабатываемых и проводимых оздоровительных мероприятий по созданию безопасных условий среды обитания.

Тема 9.5. Снижение токсичности отработавших газов двигателей.

- совершенствование рабочего процесса двигателя;
- использование каталитических нейтрализаторов и дожигателей;
- использование альтернативных топлив;
- поддержание исправного технического состояния.

Всего в отработавших газах обнаружено около 280 компонентов. По своим химическим свойствам, характеру воздействия на организм человека вещества, содержащиеся в отработавших газах, подразделяются на несколько групп:

· нетоксичные: азот, кислород, водород, водяные пары, а также диоксид углерода;

токсичные: оксид углерода, оксиды азота, многочисленная группа углеводородов, альдегиды, сажа. Причем сажа сама по себе нетоксична, но она адсорбирует на поверхности частиц канцерогенные полициклические углеводороды, в том числе наиболее вредный и токсичный бенз(а)пирен. При сгорании сернистых топлив образуются неорганические газы – диоксиды серы и сероводород.

Токсичные компоненты составляют 0,2–5% от объема отработавших газов в зависимости от типа двигателя и режима его работы. За долгое время существования проблемы автомобильных выбросов и загрязнения ими атмосферного воздуха было разработано множество методов и способов, позволяющих уменьшить количество выхлопов или снизить их токсичность. В настоящее время разрабатываются и претворяются в жизнь мероприятия по снижению загрязнения атмосферы выбросами автомобильных двигателей, включающие в себя:

- усовершенствование конструкций двигателей и повышение качества изготовления;
- поиск новых видов топлива, применение различных присадок к нему;
- создание энергосиловых установок для автомобилей, выбрасывающих меньшее количество вредных веществ;
- разработка устройств, снижающих содержание вредных компонентов в отработавших газах (катализаторов).

Практика показала, что при этом достичь уровня токсичности отработавших газов, требуемого законодательством развитых стран, первыми тремя способами нельзя. Поэтому получила широкое распространение нейтрализация отработавших газов в системе выпуска. В этом случае токсичные пары, вышедшие из цилиндров двигателя, нейтрализуются катали-

затормозив до выброса их в атмосферу с целью снижения уровня эмиссии в атмосферу токсичных составляющих, попадающих в состав отработавших газов двигателя в результате испарения и неполноты сгорания топлива, а также для поддержания эффективности отдачи двигателя и снижения расхода топлива современные автомобили оснащаются целым рядом специальных систем, которые можно объединить под общим названием системы управления двигателем и снижения токсичности отработавших газов. Рассмотрим наиболее распространенные системы.

1. Управление дозированием топлива.

Контроль над составом смеси осуществляют системы управления подачей топлива. При коэффициенте избытка воздуха $\lambda=0,9$ двигатель работает с максимальной мощностью и крутящим моментом. Оптимальная экономичность и минимальные выбросы CO и CH достигаются при работе на смесях с коэффициентом $\lambda =1,1$. Однако содержание в отработавших газах оксидов азота при этом оказывается максимальным.

Для работы двигателя в режиме холостого хода состав смеси должен характеризоваться коэффициентом $\lambda =0,9-1,05$. Режим принудительного холостого хода (торможение двигателем) позволяет полностью отключить подачу топлива в цилиндры. Выбросы токсичных веществ будут отсутствовать.

2. Рециркуляция отработавших газов.

Направление части отработавших газов обратно в камеру сгорания (рециркуляция) применяется для уменьшения температуры сгорания смеси с целью снижения образования оксидов азота и расхода топлива. Однако при этом снижается мощность двигателя. Рециркуляция отработавших газов (система EGR) реализуется двумя способами: 1) внутренней рециркуляцией, обеспечиваемой управлением фазами газораспределения, и в первую очередь перекрытием клапанов; 2) внешней рециркуляцией, при которой отработавшие газы забираются на выходе из выпускного коллектора и через систему клапанов направляются обратно в камеру сгорания.

3. Вентиляция картера двигателя.

Так как токсичность картерных газов многократно выше отработавших, их выпуск в атмосферу запрещён. При работе двигателя картерные газы системой вентиляции картера перепускаются во впускной тракт двигателя, где смешиваются с рабочими газами и на такте впуска поступают в цилиндр для последующего дожигания.

4. Термическое дожигание отработавших газов.

Дожигание компонентов отработавших газов, которые не сгорели в цилиндре двигателя, происходит в выпускной системе, куда специальным нагнетателем подают дополнительный воздух, необходимый для протекания реакции дожигания. С развитием систем каталитической очистки от-

работавших газов термическое дожигание используется уже не столь широко, как ранее.

5. Каталитическое дожигание.

Дожигание компонентов отработавших газов происходит в специальном приборе – каталитическом нейтрализаторе. Нейтрализатор монтируется в системе выпуска отработавших газов и размещается под днищем автомобиля. В корпусе нейтрализатора имеется керамический блок, на который наносится покрытие из каталитического материала (металлы Pt, Rh, Rd).

Нейтрализаторы окислительного типа осуществляют окисление CO и CH за счёт остаточного кислорода в обеднённых смесях или подачи в систему дополнительного воздуха. Нейтрализаторы восстановительного типа восстанавливают NOx до безвредного азота. Двухкомпонентные нейтрализаторы объединяют в себе нейтрализаторы окислительного и восстановительного типов. Трёхкомпонентные нейтрализаторы (селективные каталитические нейтрализаторы) с λ - зондом на сегодняшний день являются наиболее распространённой и эффективной системой очистки отработавших газов. Кислородный датчик (λ - зонд) данной системы используется для расчёта соотношения воздуха и топлива в горючей смеси.

6. Системы с обратной связью (λ - регулирование).

Данная система обеспечивает нейтрализацию до 96% вредных веществ в отработавших газах. В системе используются два кислородных датчика. Один датчик устанавливается перед каталитическим нейтрализатором, другой – после него. Датчики, измеряя количество свободного кислорода в отработавших газах, через систему управления подачей топлива влияют на состав топливовоздушной смеси, поступающей в цилиндры двигателя. Для обеспечения соответствующей очистки отработавших газов нейтрализатором двигатель должен работать в узком диапазоне значений $\lambda = 1 \pm 0,005$, называемом «окном» каталитического нейтрализатора.

При рассмотрении перспектив совершенствования систем ТО и ремонта надо обязательно учитывать плановость и необходимость интенсификации развития экономики страны, достижения НТП, обеспечивающие разработку и реализацию долгосрочных требований к надёжности автомобилей и развитию технической эксплуатации, основанных на интересах народного хозяйства в целом.