

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 21.09.2019 11:21

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabb73e45d7448311da5680b9

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Методические указания к проведению практических занятий по дисциплинам «Общая экология», «Экология», «Информационная экология», «Экология Курского края», «Урбоэкология», «Процессы и аппараты защиты окружающей среды», «Системы защиты среды обитания» для студентов всех специальностей и направлений всех форм обучения

УДК 66.074.2/3

Составители: О.И. Белякова, В.М. Попов, В.В. Юшин

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *Г.П. Тимофеев*

Загрязнение атмосферного воздуха автомобильным транспортом: методические указания к проведению практических занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. О.И. Белякова, В.М. Попов, В.В. Юшин – Курск, 2019. – 17 с. Библиогр.: с. 17.

Излагаются методические рекомендации для расчета загрязнения атмосферы выбросами токсичных компонентов с отработавшими газами двигателями автотранспорта.

Предназначаются для студентов всех специальностей и направлений очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 22.02.19 Формат 60×84 1/16.

Усл. печ. л. 0,8. Уч. - изд. л. 0,7. Тираж 30 экз. Заказ 109. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.
305040, Россия, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель занятия: изучить теоретические положения загрязнения атмосферы автотранспортными средствами, влияние на окружающую среду и здоровье человека выбросов автомобильным транспортом токсичных веществ, освоить методику расчета выбросов токсичных компонентов с отработавшими газами двигателями автотранспорта.

Общие положения

В настоящее время основной причиной загрязнения воздуха в городах являются транспортные выбросы, которые постоянно оказывают влияние на здоровье человека. Выхлопные газы, выбрасываемые в атмосферу автомобильным транспортом, которые также называют отработавшими газами (ОГ), являются продуктами работы двигателей внутреннего сгорания в результате переработки топлива. Количество их в атмосфере городов только растет, учитывая стремительный рост автотранспорта.

Все автомобили выбрасывают в воздух канцерогены и токсичные вещества. Двигатели внутреннего сгорания применяемые в автомобильном транспорте разделяются на двигатели с внешним и внутренним смесеобразованием. Они образуют две группы. Первую составляют карбюраторные двигатели, вторую - дизельные.

Состав выхлопных газов автомобиля меняется в зависимости от типа двигателя (бензиновый или дизельный), однако основной набор остается постоянным.

Примерное содержание токсичных веществ в отработавших газах (ОГ) автомобилей приведено в таблице 1.

Таблица 1

Содержание вредных веществ в отработавших газах двигателей внутреннего сгорания

| Компонент | Объемная доля в бензиновом двигателе, % | Объемная доля в дизельном двигателе, % | Токсичность |
|------------------|---|--|-------------|
| Азот | 74–77 | 76–78 | нетоксичен |
| Кислород | 0,3–8 | 2–18 | нетоксичен |
| Водяной пар | 3–5,5 | 0,5–4 | нетоксичен |
| Диоксид углерода | 5–12 | 1–10 | нетоксичен |
| Оксид углерода | 0,1–10 | 0,01–5 | токсичен |

| | | | |
|------------------------------|------------|-------------|----------|
| Углеводороды | 0,2–3 | 0,009–0,5 | токсичны |
| Альдегиды | 0–2 | 0,001–0,009 | токсичны |
| Бензапирен, г/м ³ | 0,01–0,02 | 0–0,01 | токсичен |
| Диоксид азота | 0,05 – 0,5 | 0,1 – 1,0 | токсичен |
| Диоксид серы | 0–0,002 | 0–0,03 | токсичен |
| Сажа, г/м ³ | 0–0,04 | 0,1–1,1 | токсична |

Как видно, состав выхлопных газов достаточно разнообразен, и большая часть компонентов токсична.

Выхлопные газы автомобиля могут нанести вред здоровью, и достаточно серьезный. Прежде всего, оксид углерода или угарный газ не имеет вкуса и запаха, но при высокой концентрации вызывает головокружение, головную боль, тошноту, может приводить к обморокам.

Сернистый бензин и создаваемый им оксид серы – одна из причин сильного запаха выхлопных газов. Дело в том, что молекулы диоксида серы очень ощутимо воздействуют на обонятельные рецепторы, поэтому этот запах чувствуется даже при невысокой концентрации, а более концентрированный “аромат” перекрывает все остальные запахи для носа человека, что может подтвердить каждый, кто зажигал в доме спички. Этилированные бензины обогащают воздух свинцом. Количество таких выхлопных газов и вред здоровью, который они наносят, сделало свинец одним из самых известных отравляющих компонентов в атмосфере. В настоящее время такой бензин в качестве топлива для автомобилей уже не используется, но довольно долго его пары наполняли все крупные города. Углеводороды в выбросах автомобилей окисляются при попадании под действие солнечных лучей и образуют токсичные соединения с резким запахом, которые особенно сильно сказываются на работе верхних дыхательных путей и приводят к обострениям хронических заболеваний дыхательной системы.

Вред от выхлопных газов автомобиля во многом объясняют канцерогены – сажа и бензапирен, которые способствуют развитию опухолей, особенно — злокачественных.

Рассматривая выхлопные газы и вред, который они приносят, нужно добавить и про влияние этого химического коктейля целиком: длительный контакт с выхлопными газами приводит к смерти, в частности — от отравления конкретно угарным газом. Наибольшая опасность этих выбросов состоит в их количестве, распростра-

ненности и мелком размере частиц, что позволяет выхлопам проходить через естественные барьеры организма и попадать в легкие. При постоянном воздействии выхлопных газов на организм может развиваться иммунодефицит, бронхиты, страдают сосуды головного мозга, нервная система и другие органы. Кроме того, большая часть токсичных веществ, входящих в состав выхлопных газов, может взаимодействовать друг с другом и с другими компонентами атмосферы, что способствует образованию смога.

Вредные и токсичные вещества, содержащиеся в ОГ двигателей, в зависимости от механизма их образования можно разделить на три группы.

а) углеродсодержащие вещества — продукты полного и неполного сгорания топлив: (CO_2 , CO , углеводороды, в том числе полициклические ароматические, сажа);

б) вещества, механизм образования которых непосредственно не связан с процессом сгорания топлива (оксиды азота — по термическому механизму);

в) вещества, выброс которых связан с примесями, содержащимися в топливе (соединения серы, свинца, других тяжелых металлов), воздухе (кварцевая пыль, аэрозоли), а также образующимися в процессе износа деталей (оксиды металлов).

Рассмотрим подробнее механизмы образования наиболее опасных для окружающей среды веществ.

Моноксид углерода CO — образуется в ходе предпламенных реакций, при сгорании углеводородного топлива с некоторым недостатком воздуха, а также при диссоциации CO_2 (при температурах более 2000 К).

В дизелях, работающих при коэффициенте избытка воздуха $\alpha > 1$ (бедная смесь), вероятность образования CO меньше, но в цилиндрах находятся дополнительные источники его появления (низкотемпературные участки пламени стадии воспламенения топлива; капли топлива, поступающие в камеру на поздних стадиях впрыска и сгорающие в диффузионном пламени при недостатке кислорода).

Диоксид углерода CO_2 является не токсичным, но вредным веществом в связи с фиксируемым повышением его концентрации в атмосфере планеты и его влиянием на изменение климата.

CO (угарный газ) оказывает вредное воздействие на организм человека. При вдыхании оксид углерода блокирует поступление

кислорода в кровь и вследствие этого вызывает головные боли, тошноту, а в более высоких концентрациях - даже смерть. ПДК СО при кратковременном контакте составляет 30 мг/м^3 , при длительном контакте - 10 мг/м^3 . Если концентрация оксида углерода во вдыхаемом воздухе превысит 14 мг/м^3 , то возрастает смертность от инфаркта миокарда.

Основная доля образовавшихся в камере сгорания СО окисляется до CO_2 , не выходя за пределы камеры, ибо замеренная объемная доля диоксида углерода в ОГ составляет 10—15%, т. е. в 300—450 раз больше, чем в атмосферном воздухе. Окисление СО в CO_2 происходит в выпускной трубе, а также в нейтрализаторах ОГ.

Оксиды азота NO_x представляют набор следующих соединений: N_2O , NO , N_2O_3 , NO_3 , N_2O_4 и N_2O_5 . Преобладает NO (99% в бензиновых двигателях и более 90% в дизелях). В атмосфере при нормальных условиях NO окисляется до NO_2 . 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 пульсаций температуры (быстрый NO).

В камерах сгорания доминирует термический NO , образующийся из молекулярного азота во время горения бедной топливо-воздушной смеси и смеси, близкой к стехиометрической.

Углеводороды C_xH_y — несколько десятков наименований веществ, образующихся в результате:

- реакций цепочно-теплового взрыва — пиролиза и синтеза (полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), альдегиды, фенолы);
- неполноты сгорания в результате нарушения процесса горения (несгоревшие компоненты топлива и масла).

Наиболее токсичны из углеводородов ПАУ. Максимальный уровень токсичности (агрессивность + концентрация) имеет бенз(а)пирен $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$.

Твердые частицы включают твердый углерод, оксиды металлов, диоксид кремния, сульфаты, нитраты, асфальты, соединения свинца.

Твердый углерод (сажа) является основным компонентом твердых частиц. При содержании 130 мг сажи в 1 м³ отработавших газов они становятся видимыми, при содержании 600 мг в 1 м³ - принимают цвет средней черноты. Большинство частиц сажи, отфильтрованных из черного дыма (87-98%), имеют размеры в 0,04—0,50 мкм. В свою очередь они состоят из более мелких частиц размером 0,015—0,170 мкм.

Механизм образования сажи недостаточно изучен и связан с большим количеством химических реакций. В общем случае он представляет собой последовательность процессов разложения углеродных топлив, образования активных углеродных частиц в пламени, роста ядер сажи, агломерации частиц и, наконец, окисления сажи.

Выделение сажи из пламени происходит при $\alpha = 0,33 - 0,7$. В отрегулированных двигателях с внешним смесеобразованием и искровым зажиганием (бензиновых, газовых) вероятность появления таких зон незначительна. У дизелей локальные переобогащенные топливом зоны образуются чаще и в полной мере реализуются перечисленные процессы сажеобразования. Поэтому выбросы сажи с ОГ у дизелей больше, чем у двигателей с искровым зажиганием. Образование сажи зависит от свойств топлива: чем больше отношение С/Н в топливе, тем выход сажи выше.

Важный процесс, определяющий уровень эмиссии сажи при горении, — ее выгорание в высокотемпературном турбулентном газовом потоке при температуре 850—920 К. В процессе выгорания являются значимыми диффузия и сорбция на поверхности конгломератов сажи твердых иглообразных образований ПАУ, что относит ее к классу опасных загрязнителей.

Жидкие частицы. Содержат в основном топливо и часть смазочного масла, не сгоревшие в цилиндре, а также продукты неполного сгорания (фенолы, альдегиды).

Наличие твердых и жидких частичек в отработавших газах дизельных двигателей является причиной непрозрачности этих газов (дымности).

Сера, содержащаяся в моторном топливе, во время горения интенсивно окисляется в SO_2 .

Серный ангидрид образуется при окислении сернистого ангидрида. Конечным продуктом реакции является аэрозоль или раствор серной кислоты в дождевой воде, который подкисляет почву, обостряет заболевания дыхательных путей. Растения около таких предприятий обычно бывают густо усеяны мелкими некротическими пятнами, образовавшихся в местах оседания капель серной кислоты. Кислотные дожди вызывают тяжелые последствия. Уже при pH менее 5,5 пресноводные рыбы чувствуют себя угнетенно, медленнее растут и размножаются, а при pH ниже 4,5 вообще не размножаются. Дальнейшее уменьшение pH приводит к гибели рыб, затем земноводных, а в конце концов -- насекомых и растений: организмы не приспособлены к жизни в кислотах. К счастью, всеобщая гибель предотвращается почвой, которая не только фильтрует через себя дождевую воду, но и химически очищает ее, обменивая катионы H^+ на катионы натрия и калия. Кислотные дожди воздействуют и на почву, вызывая закисление ее, поскольку ионообменная способность почвы не беспредельна. Закисление отрицательно влияет на структуру, агрегатное состояние почвы, угнетает почвенную микрофлору и растения, вызывает их гибель. Это вредит лесам, сельскохозяйственным культурам.

Свинец в составе твердых частиц (из-за использования этилированных бензинов) присутствует в виде соединений галогенидов свинца, которые образуются по сходному механизму образования сажи. В настоящее время применение этилированного бензина запрещено законодательно, что в принципе исключает возможность появления свинца в отработавших газах.

Оценка выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух используется при проведении расчетов выброса загрязняющих веществ автомобильным транспортом и разработке мероприятий по их снижению на всех уровнях планирования. Учитывается выброс оксида углерода (CO), углеводородов (C_xH_y), оксидов азота (в пересчете NO_2), твердых частиц (С), сернистого ангидрида (SO_2).

Методика оценки выбросов загрязняющих веществ легковыми, грузовыми автомобилями и автобусами основана на результатах типовых испытаний по показателям токсичности и топливной эко-

номичности, скорректированных с учетом конструкции автотранспортных средств (АТС) и условий их эксплуатации.

Задача: Рассчитать выбросы токсичных компонентов с обработавшими газами двигателями автотранспорта, принадлежащего АТП.

Исходные данные: в АТП, расположенном в городе с населением 800 тыс. чел., имеется 50 автомобилей-такси ГАЗ-2410 (рабочий объем двигателя 2,5 л), 30 автомобилей ЗИЛ-130 (грузоподъемность 6 т, двигатель бензиновый), 40 автомобилей КамАЗ 5320 (грузоподъемность 9 т, двигатель дизельный), 25 маршрутных городских автобусов ЛиАЗ (габаритная длина 11 м, двигатель дизельный). Пробег легковых автомобилей осуществляется в городских условиях. Данные о распределении пробега грузовых автомобилей в городских и загородных условиях отсутствуют. Общий пробег каждого легкового автомобиля $L_{lj} = 40$ тыс. км, грузового $L_{ks} = 35$ тыс. км, автобуса $L_{lms} = 50$ тыс. км. Вредные вещества, расчет выброса которых необходимо произвести, указаны ниже:

Варианты расчета

| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------|----|-------------------------------|-----------------|-----------------|
| Вредное вещество | CO | C _x H _y | NO ₂ | SO ₂ |

Указания к расчету

Расчет выбросов вредных веществ легковыми автомобилями

Массовый выброс загрязняющих веществ легковыми автомобилями с определенным объемом двигателя при движении по территории населенных пунктов M_{ly} (т) рассчитывается по формуле

$$M_{ly} = m_{lij} \cdot L_{lj} \cdot K_{ri} \cdot 10^{-6},$$

где m_{lij} - пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества легковым автомобилем с двигателем j -го рабочего объема, г/км (табл.2);

L_{lj} - суммарный пробег легковых автомобилей с двигателями j -го рабочего объема по территории населенных пунктов, км; K_{ri} - коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ при движении по территории населенных пунктов (табл.3).

Расчет выбросов вредных веществ грузовыми автомобилями

Массовый выброс загрязняющих веществ грузовыми автомобилями с определенной грузоподъемностью и типом двигателя при движении по территории населенных пунктов M_{1iks} (т) рассчитывается по формуле

$$M_{1iks} = m_{1iks} \cdot L_{1ks} \cdot K_{ris} \cdot K_{nis} \cdot 10^{-6},$$

где m_{1iks} - пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества грузовыми автомобилями k -ой грузоподъемности с двигателем s -го типа, г/км (табл.4);

L_{1ks} - суммарный пробег по территории населенных пунктов грузовых автомобилей k -ой грузоподъемности с двигателями s -го типа*, км;

K_{ris} - коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ при движении по территории населенных пунктов (табл.5);

K_{nis} - коэффициент, учитывающий изменение пробегового выброса от уровня использования грузоподъемности и пробега (табл.6, табл.7).

Массовый выброс загрязняющих веществ грузовыми автомобилями с определенной грузоподъемностью и типом двигателя при движении вне населенных пунктов рассчитывается по формуле

$$M_{2iks} = m_{2iks} \cdot L_{2ks} \cdot K_{nis} \cdot 10^{-6},$$

где m_{2iks} - пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества грузовыми автомобилями k -ой грузоподъемности с двигателем s -го типа, г/км (табл.8);

L_{2ks} - суммарный пробег вне территории населенных пунктов грузовых автомобилей k -ой грузоподъемности с двигателями s -го типа*, км;

K_{nis} - коэффициент, учитывающий изменение пробегового выброса от уровня использования грузоподъемности и пробега (табл.6, табл.7).

*При отсутствии данных о распределении пробега грузовых автомобилей в городских и загородных условиях и наличии данных об общем пробеге автомобиля L_{ks} пробег L_{1ks} и L_{2ks} определяется по формулам $L_{1ks} = 0,9 \cdot L_{ks}$; $L_{2ks} = 0,1 \cdot L_{ks}$.

Суммарный массовый выброс i -го загрязняющего вещества грузовыми автомобилями $M_{ri}(t)$ определяется по формуле

$$M_{ri} = \sum (M_{1iks} + M_{2iks}) \cdot K_{tis}$$

где K_{tis} - коэффициент, учитывающий влияние технического состояния автомобилей на массовый выброс i -го загрязняющего вещества для s -го типа двигателя.

Для грузовых автомобилей с бензиновыми и газовыми двигателями - $K_{tco} = 2,0$; $K_{tch} = 1,83$; $K_{tNO} = 1,0$; $K_{tso} = 1,15$; $K_{tpb} = 1,15$; для автомобилей с дизельными двигателями - $K_{tco} = 1,6$; $K_{tch} = 2,1$; $K_{tNO} = 1,0$; $K_{tso} = 1,9$; $K_{tpb} = 1,15$.

При отсутствии данных о распределении пробега грузовых автомобилей в городских и загородных условиях и наличии данных об общем пробеге автомобиля L_{ks} пробег L_{1ks} и L_{2ks} определяется по формулам $L_{1ks} = 0,9 \cdot L_{ks}$; $L_{2ks} = 0,1 \cdot L_{ks}$.

Расчет выбросов вредных веществ автобусами

Массовый выброс загрязняющих веществ маршрутными городскими автобусами определенного класса с определенным типом двигателя при движении по территории населенных пунктов $M_{1ims}(t)$ рассчитывается по формуле

$$M_{1ims} = K_p \cdot m_{1ims} \cdot L_{1ms} \cdot K_{ris} \cdot K_{his} \cdot 10^{-6},$$

где K_p - коэффициент, учитывающий изменения выбросов загрязняющих веществ при движении маршрутных городских автобусов по территории населенных пунктов (для CO , C_xH_y , $NO_2 = 1,4$; для $SO_2 = 1,1$);

m_{1ims} - пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества автобусами m -го класса с двигателем s -го типа, г/км (табл.9);

L_{1ms} - суммарный пробег по территории населенных пунктов маршрутных городских автобусов m -го класса с двигателем s -го типа, км;

K_{ris} - коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ при движении по территории населенных пунктов (табл.5);

K_{his} - коэффициент, учитывающий изменение пробегового выброса от уровня использования грузоподъемности и пробега (табл.10).

По данным расчетов заполняется табл.11 и делается вывод о том, какое транспортное средство вносит наибольший вклад в загрязнение воздушной среды по данному ингредиенту.

Таблица 2

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ легковыми автомобилями по территории населенных пунктов

| Рабочий объем двигателя, л | Пробеговой выброс m_{1ij} , г/км | | | |
|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|
| | CO | C _x H _y | NO ₂ | SO ₂ |
| Менее 1,3 | 11,4 | 2,1 | 1,3 | 0,052 |
| 1,3 - 1,8 | 13 | 2,6 | 1,5 | 0,076 |
| 1.8 - 3,5 | 14 | 2,8 | 2,7 | 0,096 |

Таблица 3

Значения K_{ri} в зависимости от типа населенного пункта

| Тип населенных пунктов, число жителей | Значения K_{ri} | | | |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|
| | CO | C _x H _y | NO ₂ | SO ₂ |
| Город, более 1 млн. чел. | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,25 |
| Город, 100 тыс.- 1 млн. чел. | 0,87 | 0,92 | 0,94 | 1,15 |
| Город, 30 - 100 тыс. чел. | 0,7 | 0,79 | 0,81 | 1,05 |
| Прочие населенные пункты | 0,41 | 0,59 | 0,6 | 1,00 |

Таблица 4

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ при движении грузовых автомобилей по территории населенных пунктов

| Грузоподъемность автомобиля, т | Тип двигателя | Пробеговой выброс $m_{i,ks}$, г/км | | | |
|--------------------------------|---------------|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | СО | С _x Н _y | NO ₂ | SO ₂ |
| 0,5 - 2,0 | Б | 22 | 3,4 | 2,6 | 0,13 |
| 2,0 - 5,0 | Б | 52,6 | 4,7 | 5,1 | 0,16 |
| | Г | 26,8 | 2,7 | 5,1 | 0,14 |
| | Д | 2,8 | 1,1 | 8,2 | 0,96 |
| 5,0 - 8,0 | Б | 73,2 | 5,5 | 9,2 | 0,19 |
| | Г | 37,4 | 4,4 | 9,2 | 0,17 |
| | Д | 3,2 | 1,3 | 11,4 | 1,03 |
| 8,0 - 16,0 | Б | 97,8 | 8,2 | 10,0 | 0,26 |
| | Д | 3,9 | 1,6 | 13,4 | 1,28 |
| более 16,0 | Д | 4,5 | 1,8 | 16,4 | 1,47 |

Таблица 5

Значение K_{ris} в зависимости от типа населенных пунктов

| Тип населенных пунктов, число жителей | Значение K_{ris} | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------|------|-------------------------------|------|-----------------|------|-----------------|
| | СО | | С _x Н _y | | NO ₂ | | SO ₂ |
| | Б,Г | Д | Б,Г | Д | Б, Г | Д | Б, Д, Г |
| Город, более 1 млн. чел. | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,25 |
| Город, 100 тыс. - 1 млн. ч. | 0,89 | 0,95 | 0,85 | 0,93 | 0,79 | 0,92 | 1,15 |
| Город, 30-100 тыс. чел. | 0,74 | 0,83 | 0,7 | 0,8 | 0,69 | 0,82 | 1,05 |
| Прочие насел. пункты | 0,58 | 0,64 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 1,0 |

Таблица 6

Значения K_{nis} для грузовых автомобилей с бензиновыми и газовыми двигателями

| Загрязняющее вещество | Коэффициент использования грузоподъемности, γ | Значения K_{nis} в зависимости от коэффициента использования пробега, β | | | |
|-----------------------|--|---|------|------|------|
| | | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 1,0 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| СО | < 0,2 | 0,53 | 0,54 | 0,55 | 0,58 |
| | 0,2 - 0,4 | 0,58 | 0,61 | 0,63 | 0,70 |
| | 0,4 - 0,6 | 0,63 | 0,67 | 0,70 | 0,80 |
| | 0,6 - 0,8 | 0,63 | 0,73 | 0,77 | 0,90 |
| | 0,8 - 1,0 | 0,73 | 0,79 | 0,84 | 1,00 |

продолжение таблицы 6

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------------------------|-----------|------|------|------|------|
| C _x H _y | < 0,2 | 0,81 | 0,81 | 0,82 | 0,84 |
| | 0,2 - 0,4 | 0,83 | 0,83 | 0,85 | 0,88 |
| | 0,4 - 0,6 | 0,85 | 0,86 | 0,88 | 0,92 |
| | 0,6 - 0,8 | 0,87 | 0,88 | 0,91 | 0,96 |
| | 0,8 - 1,0 | 0,89 | 0,91 | 0,94 | 1,00 |
| NO ₂ | < 0,2 | 0,5 | 0,51 | 0,52 | 0,56 |
| | 0,2 - 0,4 | 0,56 | 0,58 | 0,60 | 0,67 |
| | 0,4 - 0,6 | 0,61 | 0,64 | 0,68 | 0,78 |
| | 0,6 - 0,8 | 0,67 | 0,71 | 0,76 | 0,89 |
| | 0,8 - 1,0 | 0,72 | 0,78 | 0,83 | 1,00 |
| SO ₂ | < 0,2 | 1,03 | 1,03 | 1,04 | 1,05 |
| | 0,2 - 0,4 | 1,08 | 1,10 | 1,11 | 1,16 |
| | 0,4 - 0,6 | 1,14 | 1,16 | 1,19 | 1,27 |
| | 0,6 - 0,8 | 1,19 | 1,23 | 1,27 | 1,38 |
| | 0,8 - 1,0 | 1,24 | 1,29 | 1,34 | 1,49 |

Примечание к таблице 6.

При отсутствии данных о фактических значениях γ , β принимается $\gamma = 0,6 - 0,8$; $\beta = 0,5$.

Таблица 7

Значения K_{nis} для грузовых автомобилей с дизелем

| Загрязняющее вещество | Коэффициент использования грузоподъемности, γ | Значения K_{nis} в зависимости от коэффициента использования пробега, β | | | |
|-------------------------------|--|---|------|------|------|
| | | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 1,0 |
| CO | < 0,2 | 0,52 | 0,53 | 0,54 | 0,57 |
| | 0,2 - 0,4 | 0,57 | 0,60 | 0,62 | 0,68 |
| | 0,4 - 0,6 | 0,63 | 0,66 | 0,69 | 0,78 |
| | 0,6 - 0,8 | 0,68 | 0,72 | 0,77 | 0,89 |
| | 0,8 - 1,0 | 0,73 | 0,79 | 0,84 | 1,00 |
| C _x H _y | < 0,2 | 0,64 | 0,65 | 0,66 | 0,68 |
| | 0,2 - 0,4 | 0,68 | 0,70 | 0,71 | 0,76 |
| | 0,4 - 0,6 | 0,72 | 0,74 | 0,76 | 0,84 |
| | 0,6 - 0,8 | 0,76 | 0,79 | 0,82 | 0,92 |
| | 0,8 - 1,0 | 0,80 | 0,84 | 0,88 | 1,00 |
| NO ₂ | < 0,2 | 0,75 | 0,76 | 0,76 | 0,77 |
| | 0,2 - 0,4 | 0,77 | 0,78 | 0,79 | 0,81 |
| | 0,4 - 0,6 | 0,80 | 0,82 | 0,83 | 0,87 |
| | 0,6 - 0,8 | 0,82 | 0,84 | 0,87 | 0,93 |
| | 0,8 - 1,0 | 0,86 | 0,89 | 0,92 | 1,00 |

продолжение таблицы 7

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----------------|-----------|------|------|------|------|
| SO ₂ | < 0,2 | 1,03 | 1,04 | 1,04 | 1,06 |
| | 0,2 - 0,4 | 1,09 | 1,10 | 1,12 | 1,18 |
| | 0,4 - 0,6 | 1,15 | 1,18 | 1,20 | 1,29 |
| | 0,6 - 0,8 | 1,20 | 1,25 | 1,29 | 1,41 |
| | 0,8 - 1,0 | 1,26 | 1,32 | 1,37 | 1,53 |

Примечание к таблице 7.

При отсутствии данных о фактических значениях γ , β принимается $\gamma = 0,6 - 0,8$; $\beta = 0,5$.

Таблица 8

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ грузовыми автомобилями при движении вне населенных пунктов

| Грузоподъемность автомобиля, т | Тип двигателя | Пробеговый выброс m_{2ks} , г/км | | | |
|-----------------------------------|------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | CO | C _x H _y | NO ₂ | SO ₂ |
| 0,5 - 2,0 | Б | 15,2 | 1,9 | 2,1 | 0,13 |
| 2,0 - 5,0 | Б | 26,3 | 2,6 | 4,1 | 0,16 |
| | Г | 13,1 | 1,5 | 4,1 | 0,14 |
| | Д | 2,5 | 0,8 | 6,9 | 0,96 |
| 5,0 - 8,0 | Б | 40,8 | 4,1 | 8,0 | 0,19 |
| | Г | 20,2 | 2,4 | 8,0 | 0,17 |
| | Д | 2,6 | 1,2 | 9,10 | 1,03 |
| 8,0 - 16,0 | Б | 50,5 | 4,5 | 8,5 | 0,26 |
| | Д | 3,2 | 1,4 | 10,7 | 1,28 |
| более 16,0 | Д | 3,6 | 1,5 | 13,1 | 1,47 |

Таблица 9

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ при движении автобусов по территории населенных пунктов

| Класс автобуса (L - габаритная длина, м) | Тип двигателя | Пробеговый выброс m_{1ims} , г/км | | | |
|---|------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | CO | C _x H _y | NO ₂ | SO ₂ |
| Малый 6,0 < L < 7,5 | Б | 44,0 | 3,4 | 6,1 | 0,18 |
| Средний 7,5 < L < 9,5 | Б | 67,1 | 5,0 | 9,9 | 0,25 |
| | Д | 4,5 | 1,4 | 9,1 | 0,9 |
| Большой 10,5 < L < 12 | Б | 104,0 | 7,7 | 10,4 | 0,32 |
| | Д | 4,9 | 1,6 | 10,0 | 1,23 |
| Особо большой L > 12 | Д | 5,0 | 1,6 | 11,0 | 1,65 |

Таблица 10

Значения K_{his} в зависимости от вида перевозок и типа двигателя

| Вид перевозок | Тип двигателя | Значения K_{his} | | | |
|----------------------------|---------------|--------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | СО | С _x Н _y | NO ₂ | SO ₂ |
| Городские и пригородные | Б | 0,9 | 0,96 | 0,89 | 1,3 |
| | Д | 0,89 | 0,92 | 0,93 | 1,3 |
| Междугородные и туристские | Б | 0,7 | 0,88 | 0,67 | 1,1 |
| | Д | 0,68 | 0,76 | 0,81 | 1,1 |

Таблица 11

Вариант №

| Вредное вещество | Источник загрязнения | | | | Итого |
|-------------------------------|----------------------|---------|------------|------|-------|
| | ГАЗ-2410 | ЗИЛ-130 | КамАЗ 5320 | ЛиАЗ | |
| СО | | | | | |
| С _x Н _y | | | | | |
| NO ₂ | | | | | |
| SO ₂ | | | | | |

Сделайте выводы о том, какие виды токсических веществ преобладают в ОГ бензиновых и дизельных двигателей.

Заключение.

Экологические проблемы автомобильного транспорта в современном мире неизбежны. Но их можно решить, если действовать комплексно и глобально. Рассмотрим основные пути решения проблем, связанных с эксплуатацией автомобилей:

1. Чтобы сократить выбросы выхлопных газов, негативно влияющих на окружающую среду, следует использовать качественное очищенное топливо. Зачастую попытки сэкономить приводят к покупке бензина, содержащего опасные соединения.
2. Разработка принципиально новых типов двигателей автомобильного транспорта, использование альтернативных источников энергии. Так, в продаже стали появляться электромобили и гибриды, работающие на электричестве. И хотя пока таких моделей немного, возможно, в будущем они станут более популярными.
3. Соблюдение правил эксплуатации автомобиля. Важно вовремя устранять неполадки, обеспечить постоянное и комплексное обслуживание, не превышать допустимые

нагрузки, придерживаться касающихся управления рекомендаций.

4. Экологическая обстановка наверняка улучшится, если разработать и использовать очистное и фильтрующее оборудование, которое сократит объёмы вредных соединений, выделяемых автомобильным транспортом.
5. Реконструкция двигателя автомобиля с целью повышения КПД и сокращения объёмов расходуемого топлива.
6. Использование других видов транспорта, например, троллейбусов и трамваев.

Необходимо использовать автотранспорт рационально и сокращать его негативное влияние на окружающую среду.

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику основным вредным веществам, содержащимся в отработавших газах автомобилей.
2. Механизмы образования наиболее опасных для окружающей среды вредных веществ содержащихся в ОГ АТС.
3. Факторы, влияющие на количество образующихся токсичных компонентов в ОГ АТС.
4. Классификация и инвентаризация выбросов.

Список использованных источников

1. Луканин, В.Н. Промышленно-транспортная экология [Текст]: учеб. для вузов / В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко. – М.: Высшая школа, 2001. – 273 с. Библиогр.: с. 264-266.
2. Гетманец, Г.В. Социально-экологические проблемы автомобильного транспорта [Текст]: справочное пособие / Г.В. Гетманец, В.А. Лиханов – М.: АСПОЛ, 1993. – 330 с.
3. Амбарцумян, В.В. Экологическая безопасность автомобильного транспорта [Текст]: Учеб. пособие для вузов / В.В. Амбарцумян, В.В. Носов, В.И. Тагасов – М.: ООО “Научтехлитиздат”, 1999. – 208 с. Библиогр.: с. 204 - 206.