

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 10.02.2019 12:33:31

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabb73e45d7a48311da5680b9

## 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 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	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: ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ , 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  $\text{CO}$*  — образуется в ходе предпламенных реакций, при сгорании углеводородного топлива с некоторым недостатком воздуха, а также при диссоциации  $\text{CO}_2$  (при температурах более 2000 К).

В дизелях, работающих при коэффициенте избытка воздуха  $\alpha > 1$  (бедная смесь), вероятность образования  $\text{CO}$  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  $\text{CO}_2$*  является не токсичным, но вредным веществом в связи с фиксируемым повышением его концентрации в атмосфере планеты и его влиянием на изменение климата.

$\text{CO}$  (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  $30 \text{ мг/м}^3$ , при длительном контакте -  $10 \text{ мг/м}^3$ . Если концентрация оксида углерода во вдыхаемом воздухе превысит  $14 \text{ мг/м}^3$ , то возрастает смертность от инфаркта миокарда.

Основная доля образовавшихся в камере сгорания СО окисляется до  $\text{CO}_2$ , 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  $\text{CO}_2$  происходит в выпускной трубе, а также в нейтрализаторах ОГ.

*Оксиды азота  $\text{NO}_x$*  представляют набор следующих соединений:  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}_5$ . Преобладает  $\text{NO}$  (99% в бензиновых двигателях и более 90% в дизелях). В атмосфере при нормальных условиях  $\text{NO}$  окисляется до  $\text{NO}_2$ . В камере сгорания  $\text{NO}$  может образовываться:

- при высокотемпературном окислении азота воздуха (термический  $\text{NO}$ );
- в результате низкотемпературного окисления азотсодержащих соединений топлива (топливный  $\text{NO}$ );
- из-за столкновения углеводородных радикалов с молекулами азота в зоне реакций горения при наличии пульсаций температуры (быстрый  $\text{NO}$ ).

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

*Углеводороды  $\text{C}_x\text{H}_y$*  — 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 м<sup>3</sup> отработавших газов они становятся видимыми, при содержании 600 мг в 1 м<sup>3</sup> - 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  $\text{SO}_2$ .

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  $\text{H}^+$  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 ( $\text{C}_x\text{H}_y$ ), оксидов азота (в пересчете  $\text{NO}_2$ ), твердых частиц (С), сернистого ангидрида ( $\text{SO}_2$ ).

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 <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>

*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  $M_{1y}$  (т) рассчитывается по формуле

$$M_{1y} = m_{1ij} \cdot L_{1j} \cdot K_{ri} \cdot 10^{-6},$$

где  $m_{1ij}$  - пробеговый выброс  $i$ -го загрязняющего вещества легковым автомобилем с двигателем  $j$ -го рабочего объема, г/км (табл.2);

$L_{1j}$  - 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 <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
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 <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
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 <sub>x</sub> Н <sub>y</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
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 <sub>x</sub> Н <sub>y</sub>		NO <sub>2</sub>		SO <sub>2</sub>
	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, $\gamma$	Значения $K_{nis}$ в зависимости от коэффициента использования пробега, $\beta$			
		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 <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	< 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 <sub>2</sub>	< 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 <sub>2</sub>	< 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  $\gamma$ ,  $\beta$  принимается  $\gamma = 0,6 - 0,8$ ;  $\beta = 0,5$ .

Таблица 7

Значения  $K_{nis}$  для грузовых автомобилей с дизелем

Загрязняющее вещество	Коэффициент использования грузоподъемности, $\gamma$	Значения $K_{nis}$ в зависимости от коэффициента использования пробега, $\beta$			
		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 <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	< 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 <sub>2</sub>	< 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 <sub>2</sub>	< 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  $\gamma$ ,  $\beta$  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	Пробеговой выброс $m_{2ks}$ , г/км			
		CO	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
0,5 - 2,0	Б	15,2	1,9	2,1	0,13
	Г	26,3	2,6	4,1	0,16
2,0 - 5,0	Г	13,1	1,5	4,1	0,14
	Д	2,5	0,8	6,9	0,96
	Б	40,8	4,1	8,0	0,19
5,0 - 8,0	Г	20,2	2,4	8,0	0,17
	Д	2,6	1,2	9,10	1,03
	Б	50,5	4,5	8,5	0,26
8,0 - 16,0	Д	3,2	1,4	10,7	1,28
	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	Пробеговой выброс $m_{1ims}$ , г/км			
		CO	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
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 <sub>x</sub> Н <sub>y</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
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 <sub>x</sub> Н <sub>y</sub>					
NO <sub>2</sub>					
SO <sub>2</sub>					

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.