

Студенты гр. 10115119 Протосевич П.В., Сушкевич А.В.

Научный руководитель - Абметко О.В.

Белорусский национальный технический университет

Ускоренное развитие производство автомобилей увеличивает количество машин, что является причиной образования пробок на улицах. Это, в свою очередь приводит к резкому росту массового количества токсичного дыма, выходящего из автомобилей, что оказывает вредное воздействие на здоровье человека и окружающую среду. В отработавших (выхлопных) газах содержится множество вредных веществ, в том числе окись углерода (СО), углеводород (СН), оксид азота (NO<sub>x</sub>) и другие газы.

Наиболее опасны для здоровья человека:

**Окись углерода (СО)** — газ без цвета и запаха. Приводит к развитию у человека кислородной недостаточности, нарушению центральной нервной системы, поражению дыхательной системы, ухудшению зрения. Увеличенные среднесуточные концентрации СО способствуют возрастанию смертности лиц с сердечно-сосудистыми заболеваниями. При содержании в воздухе 0,05 % СО слабое отравление наступает через 1 ч, при 1 % человек теряет сознание через несколько вдохов

**Оксиды азота (NO<sub>x</sub>)** представляют собой смесь NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. В результате их воздействия нарушается функция бронхов и легких, особенно у людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями. При концентрации в воздухе 0,001 % по объему оксиды азота вызывают раздражение слизистых оболочек носа и глаз, при 0,002 % начинается кислородное голодание, при 0,008 % — отек легких

**Сернистый ангидрид** — бесцветный газ с резким запахом, становится причиной возникновения бронхитов, астмы и других респираторных заболеваний

**Углеводороды** (частично и полностью несгоревшие) — группа соединений углеводородов. В результате реакции с окислами азота образуют смог

**Соединения свинца** — появляются в отработавших газах в случае применения этилированного бензина, поражают центральную нервную систему и кроветворные органы человека

**Сажа (С)** — твердый фильтрат отработавших газов, сам по себе опасности не представляет, но является накопителем канцерогенных веществ

Загрязняющие вещества, попадающие в атмосферу от автомобилей, составляют 75-90 %. Опасности от отработавших газов преобладают в крупных городах. Выхлопные газы влияют на демографию, рост инвалидности, на здоровье населения. Стремительное развитие автомобильной промышленности, потоки машин в мегаполисах, многочасовые пробки, все это в конечном итоге наносит огромный вред здоровью населения. Загрязнение окружающей среды отрицательно влияет на организм, если физические и химические параметры превышают предельно допустимые концентрации (ПДК).

Интенсивное развитие автотранспорта стало оказывать серьезное негативное воздействие на все компоненты биосферы, причем наибольшая доля загрязнения атмосферы выхлопными газами приходится на легковому автомобилю (рисунок 1).

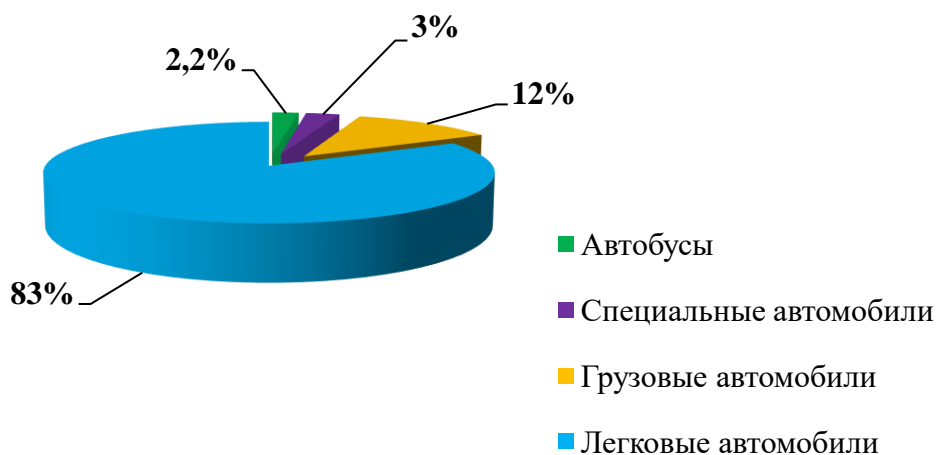


Рисунок 1 – Структурные доли загрязнения окружающей среды различными видами автомобилей, %

Содержание CO в отработавших газах зависит прежде всего от соотношения смеси воздух-топливо, но даже при получении стехиометрического состава долю CO нельзя довести ниже 0,5%. Вместе с тем уменьшение CO путем подбора соответствующего стехиометрического состава смеси воздух-топливо приводит одновременно к усилению образования NO<sub>x</sub>, при этом необходимо отметить, что процессы окисления NO до двуокиси NO<sub>2</sub> и дальнейшая полимеризация двуокиси до четырехокиси N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> являются сложными, длительными и до настоящего времени основательно не изученными.

Образование NO<sub>x</sub> определяется в значительной степени температурой сгорания топлива в цилиндре двигателя, а также неравномерностью этой температуры по объему рабочей камеры, причем степень окисления NO<sub>x</sub> зависит в дальнейшем от скорости движения газов и их температуры в выпускном тракте двигателя.

Проблема экологической безопасности автомобильного транспорта и снижение количества вредных выбросов является важнейшей задачей современности, решение которой возможно как за счет совершенствования конструкции двигателя, так и улучшения качества топлива.

Для снижения количества выбрасываемых в окружающую среду вредных веществ разрабатывается ряд мер, которые направлены на достижение как можно более полного сгорания топлива. Для этого необходимо улучшать процессы смесеобразования, обеспечивать приготовление оптимального состава горючей смеси для каждого режима работы двигателя. С этой целью создают все более совершенные конструкции карбюраторов, обеспечивают подогрев топлива на различных участках впускной системы, используют электронное управление не

только системой питания, но и зажиганием, а также планируется полный переход на впрысковую систему питания бензиновых двигателей.

Один из путей снижения токсичности отработавших газов заключается в утилизации их энергии. Процессы утилизации (отбора) энергии отработавших газов связаны с их охлаждением, увеличением плотности и снижением скорости движения в системе выпуска ДВС.

С целью нейтрализации отработавших газов по содержанию в них оксидов азота, в основном  $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$ , в конструкции системы выпуска ДВС применяют теплообменник, имеющий вид змеевика и установленный внутри глушителя шума в его резонансных камерах. Теплообменник утилизирует теплоту ОГ, в том числе и теплоту от реакции окисления окислов азота. Понижение температуры отработавших газов способствует увеличению скорости окисления окиси азота  $\text{NO}$  до двуокиси  $\text{NO}_2$  и дальнейшей полимеризации двуокиси  $\text{NO}_2$  до четырехокиси  $\text{N}_2\text{O}_4$  при выделении значительного количества теплоты. Охлаждение способствует существенному снижению в отработавших газах содержания окиси азота  $\text{NO}$  и двуокиси азота  $\text{NO}_2$ , а также их суммы. Это объясняется тем, что с падением температуры и снижением скорости движения газов время окисления окислов азота сокращается, степень окисления возрастает и большая часть окиси азота  $\text{NO}$  переходит в  $\text{NO}_2$ , но одновременно и двуокись азота  $\text{NO}_2$  полимеризуется в четырехокись  $\text{N}_2\text{O}_4$ , причем, чем интенсивнее охлаждение потока, тем активнее происходят окислительные процессы в отработавших газах.

Необходимо отметить эффект, который имеет место в данной конструкции нейтрализатора – повышение эффективности шумоподавления путем охлаждения отработавших газов. Так, например, охлаждение потока газов только на  $80^\circ\text{C}$  приводит к снижению уровня звукового давления на 4,0 дБ в среднем по всему среднегеометрическому спектру частоты от 63 до 8000 Гц. Таким образом, изменяя интенсивность охлаждения, можно регулировать эффективность работы теплообменника как нейтрализатора и уровень звукового давления системы выпуска ДВС.