

УДК 621.43.057

**МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РЕЦИРКУЛЯЦИИ
ОТРАБОТАННЫХ ГАЗОВ С РАННИМ И ПОЗДНИМ ЗАКРЫТИЕМ
ВПУСКНОГО КЛАПАНА В ТУРБИРОВАННЫХ ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЯХ
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЗАГАЗОВАННОСТИ РФ**

Березин В. В., Хисматуллин Р. М., Ахметшина Э. Р., Салахов Р. Р.

Казанский национальный исследовательский технический университет
имени А. Н. Туполева, г. Казань

В 2013 году Федеральная служба государственной статистики (Росстат) опубликовала бюллетень «Основные показатели охраны окружающей среды», где, среди прочего, были представлены данные за 2013 год по 181 городу России по выбросам загрязняющих веществ стационарными источниками и автомобильным транспортом. Цифры показали ужасное положение дел в больших городах. Данная проблема связана с низким классом экологичности двигателей наших транспортных средств. Машины, автобусы окружают нас каждодневно, у нас нет возможности спрятаться от их выбросов. Все больший и больший процент населения республики имеет хронические заболевания [1]. И в этой ситуации транспорт играет не последнюю роль. Необходимо находить и воплощать в жизнь технологические решения по уменьшению выбросов в атмосферу отработанных газов. Исходя из вышеизложенного, целью данного исследования являлось моделирование комбинированной системы рециркуляции отработанных газов в турбированных газовых двигателях внутреннего сгорания для снижения загазованности в России путем сокращения вредных выбросов от грузовых автомобилей общего пользования, а также общественного транспорта [2].

Токсичность отработавших газов двигателей можно уменьшить путем предупреждения образования токсичных компонентов или посредством их нейтрализации.

Уменьшение содержания окиси азота в отработавших газах достигается путем ограничения максимальных температур сгорания и уменьшения количества подаваемого топлива или одновременным использованием двух этих способов. Подобные результаты можно получить установкой более позднего зажигания, обогащения или значительного обеднения смеси, а также посредством направления части отработавших газов обратно в цилиндр двигателя. Выделение токсичных соединений свинца и серы можно уменьшить только путем ограничения их содержания в топливе или полного их исключения из него.

При сгорании топлива в цилиндрах двигателя образуется множество токсичных веществ, наибольшую опасность из которых представляют разнообразные оксиды азота. Один из способов уменьшения количества этих веществ – установка в выпускной системе двигателя каталитического нейтрализатора. Однако есть и иной путь снизить выбросы в атмосферу оксидов азота – изменить режим горения топливовоздушной смеси в камере сгорания.

Оксиды азота образуются в камере сгорания вследствие химической реакции азота и кислорода воздуха при высокой температуре, и чем она выше, тем активнее идет окисление азота. Поэтому самый простой путь решения проблемы оксидов – несколько снизить температуру сгорания топливно-воздушной смеси в цилиндрах двигателя. Достигается данная цель с помощью рециркуляции выхлопных газов, то есть возврата некоторого количества отработанных газов (ОГ) в цилиндры ДВС вместе с новой порцией горючей смеси.

Выхлопные газы двигателя, считаются условно инертными, так как являются продуктами горения, и сами уже не горят. Поэтому их подмешивание к топливовоздушной смеси снижает максимальную температуру ее сгорания, а это снижает активность образования оксидов азота. Такое решение приводит к незначительному снижению мощности двигателя, но оно не существенно.

Таким образом, система рециркуляции выхлопных газов (EGR – Exhaust Gas Recirculation) снижает токсичность выхлопа двигателя, значительно повышая его экологичность.

За счет рециркуляции ОГ увеличивается общее наполнение цилиндра ДВС при неизменном количестве свежей смеси, вследствие чего снижается расход топлива.

Итог исследования можно сформулировать в несколько основных выводов, а также рекомендаций для проведения дальнейших исследований.

Рециркуляция повсеместно применяется на современных двигателях внутреннего сгорания. При исследованиях двигателя КАМАЗ 820.13–400 была выяснена возможность перепуска части отработанных газов. Однако при моделировании внешней рециркуляции с использованием клапана EGR возникал отрицательный перепад давлений, который не позволял выхлопным газам самопроизвольно перетекать из выпускного коллектора во впускной. Для решения данной проблемы инженерами Mercedes-Benz были приняты дополнительные конструкторские решения, значительно усложняющие проектирование данного двигателя.

Дальнейшие исследования двигателя проводились с возможностью управления фазами газораспределения для достижения его улучшенных выходных характеристик. Было выяснено, что запаздывание и опережение закрытия впускного клапана по-своему оказывают влияние на отдельные выходные характеристики данного двигателя. Однако моделирование этих процессов не всегда достаточно точно отражает реальную картину явлений происходящих в двигателе. Вследствие этого можно выдвинуть некоторые рекомендации и предложения для проектировщиков ДВС:

- внешняя рециркуляция не всегда эффективна и должна предварительно моделироваться для каждого конкретного семейства двигателей;
- выбраны наиболее оптимальные значения углов запаздывания закрытия выпускного клапана и опережения открытия впускного клапана;
- необходимо проведение реальных испытаний для более точной оценки влияния изменения фаз газораспределения на выходные характеристики двигателя КАМАЗ 820.13–400.

Результаты исследования в данный момент уже находятся на рассмотрении в НТЦ ПАО «КАМАЗ», а также готовятся к отправке на рецензирование в журнал «Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. «Серия Машиностроение».

Все эти меры не решат все экологические проблемы в нашей республике, но помогут приблизиться к этому. Небольшими шагами мы сможем сделать нашу жизнь безопасной, и окружающую природу здоровой и красивой!

Библиографический список.

1. Загазованность атмосферного воздуха [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.ecoloresult.ru/resels-63-1.html>
2. Система рециркуляции выхлопных газов [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.autoopt.ru/articles/products/3853576/>.