

## **РЕЦИРКУЛЯЦИЯ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

**Куватов И.Р., Кураксин И.Р., студенты 3 курса факультета лётной  
эксплуатации и управления воздушным движением,**

**ФГБОУ ВО УИГА**

**Научный руководитель – Марьин Д.М.,**

**кандидат технических наук, доцент**

**ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

***Ключевые слова:** двигатель внутреннего сгорания, отработавшие газы, рециркуляция*

*На текущий день одной из актуальнейших проблем конструирования современных двигателей сгорания (ДВС) является соответствие экологических требований. В данной статье представлена система рециркуляции отработавших газов ДВС как наиболее эффективное средство уменьшения выбросов NOx в окружающую среду.*

Одной из главных причин усовершенствования рабочих процессов двигателям внутреннего сгорания двигателя, за счет выбора конструктивных и регулировочных характеристик двигателя и топливной аппаратуры, является ужесточение экологических требований. Однако, достичь уровня токсичности отработанных газов (ОГ), соответствующих экологическим требованиям при сохранении на высоком уровне топливной экономичности, не удастся [1-3]. Одним из способов достижения данных требований является применение системы рециркуляции отработанных газов (EGR – Exhaust Gas Recirculation).

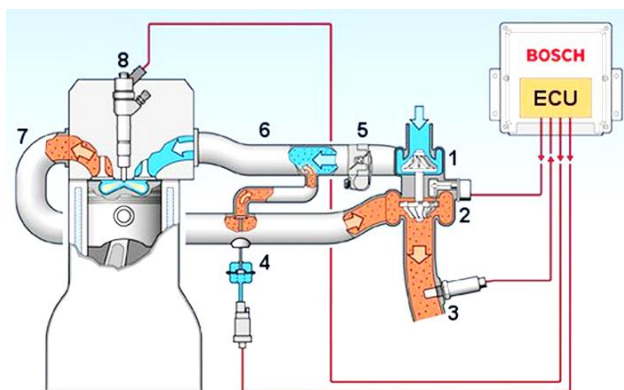
Система EGR используется как на дизельных, так и на бензиновых двигателях. На бензиновых ДВС, оборудованных турбонаддувом, система рециркуляции отработавших газов не применяется.

Система EGR подразделяется на внутреннюю и внешнюю.

При внутренней системе EGR регулирование количества отработавших газов в цилиндрах двигателя выполняется перестановкой по фазе впускных и выпускных валов, что позволяет создать условия для поступления ОГ из выпускных во впускные каналы во время перекрытия фаз газораспределения. При этом количество рециркулируемых газов зависит главным образом от времени перекрытия фаз. К преимуществам внутренней рециркуляции ОГ по сравнению с внешней рециркуляцией относятся ускоренная реакция системы и повышенная равномерность распределения рециркулируемых газов по цилиндрам.

Принцип работы внешней системы заключается в отведении части ОГ из выпускного коллектора во впускной коллектор. Определенная часть отработавших газов, пройдя клапан рециркуляции (клапан EGR), поступает во впускной коллектор двигателя и смешивается с воздухом, после чего ОГ повторно участвуют в горении. Управление клапаном EGR осуществляется с помощью электронного блока управления двигателем, как правило, общего с системой питания

Схема системы внешней рециркуляции ОГ представлена на рисунке 1.



**Рис. 1 – Схема внешней рециркуляции отработавших газов:**

*1 – компрессор; 2 – турбина; 3 – датчик кислорода; 4 – клапан EGR; 5 – дроссель; 6 – впускной коллектор; 7 – выпускной коллектор; 8 – топливный инжектор.*

Количество рециркулируемых отработавших газов зависит от частоты вращения коленчатого вала двигателя, количества

впрыскиваемого топлива, объема, температуры и давления всасываемого воздуха.

В зависимости от стандарта токсичности отработавших газов, на ДВС применяются следующие схемы системы рециркуляции ОГ: высокого давления, низкого давления и комбинированная система рециркуляции.

**Система EGR высокого давления** используется на дизельных двигателях, соответствующих требованиям Евро 4 (содержание NOx в отработавших газах не более 0,25 г/км). Система выполняет отвод части отработавших газов непосредственно из выпускного коллектора перед турбокомпрессором и подачу в канал перед впускным коллектором.

Дизельные двигатели, соответствующие нормам Евро 5 (содержание NOx в отработавших газах не более 0,18 г/км) комплектуются **системой рециркуляции отработавших газов низкого давления**. Отработавшие газы отводятся после сажевого фильтра, охлаждаются в радиаторе системы рециркуляции, проходят через клапан (заслонку) рециркуляции и подаются в впускную систему непосредственно перед турбокомпрессором.

Дизельные двигатели, соответствующие нормам Евро 6 (содержание NOx в отработавших газах не более 0,08 г/км) комплектуется **комбинированной системой рециркуляции отработавших газов**. Данная система оснащена двумя отдельными магистралями рециркуляции отработавших газов – высокого и низкого давления.

Количество отработавших газов, участвовавших в рециркуляции, может достигать 20...50% общего расхода, при этом содержание NOx уменьшается до 60%. Система рециркуляции выключается при работе двигателя на холостом ходу, потому что образование окислов азота на этом режиме незначительно. На режимах полных нагрузок или близких к ним, рециркуляция осуществляется непродолжительное время, а в режиме частичных нагрузок более длительное время и эффективность действия системы на этом режиме наивысшая.

Применение системы рециркуляции ОГ позволяет повысить эффективность работы двигателя, снизить расход топлива и «жесткость» работы дизельного двигателя. В бензиновых двигателях она снижает насосные потери за счет снижения перепада давления на

дроссельной заслонке. Более низкие температуры сгорания предотвращают детонацию, поэтому может быть установлен более ранний момент зажигания, что обеспечит повышение крутящего момента.

### Библиографический список:

1. Прошкин, Е.Н. Виды воздействий при техническом обслуживании машин / Е.Н. Прошкин, В.Е. Прошкин, Д.М. Марьин // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы XI Международной научно-практической конференции. – Ульяновск, ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, 2022, Т 3. – С. 185-191.

2. Марьин, Д.М. Результаты моторных испытаний экспериментального бензинового двигателя внутреннего сгорания /Д.М. Марьин, И.Р. Салахутдинов, Д.Е. Молочников, Р.Н. Мустякимов, И.Н. Гаязиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. –Т. 14. № 4-2 (56). – С. 64-68.

3. Уханов, А.П. Методика и результаты трибологических исследований смесового рыжико-минерального топлива / А.П. Уханов, В.А. Мачнев, Е.Г. Ротанов, А.Л. Хохлов, Д.М. Марьин, А.А. Хохлов // Наука в центральной России. – 2019. – № 2 (38). – С. 108-116.

## ENGINE EXHAUST GAS RECIRCULATION INTERNAL COMBUSTION

**Kuvatov I.R., Kuraksin I.R.**

**Keywords:** *internal combustion engine, exhaust gases, recirculation*

*To date, one of the most urgent problems of creating modern combustion engines (ICE) is the problem of ecology. In this article, the exhaust gas recirculation system of the internal combustion engine is considered as the most effective means of reducing NOx emissions into the environment.*