

## Снижение эмиссии вредных веществ

Целью разработчиков двигателей является создание таких двигателей, которые обеспечивали бы оптимальное использование энергии, низкий расход топлива и высокие показатели мощности и крутящего момента. Все эти характеристики должны сочетаться с еще одним существенным фактором: максимально низкой токсичностью ОГ при сгорании рабочей смеси.

### Обзор

Развитие электронных систем управления двигателем позволило обеспечить точное впрыскивание необходимого количества топлива и точную установку момента зажигания, а также оптимизацию управления всеми узлами, зависящими от режима работы двигателя, что наряду с повышением мощности двигателей, привело к заметному улучшению качества ОГ.

Однако не следует пренебрегать и качеством топлива, требования к которому возросли также из-за увеличения мощности двигателей. Переход на неэтилированный бензин стал вехой на пути к обеспечению выхлопа с низким содержанием вредных веществ.

Внедрение этих мер, начиная с 70-х гг., позволило уменьшить эмиссию неочищенных ОГ примерно на 80%. Но лишь за счет дополнительной очистки ОГ в каталитическом нейтрализаторе стало возможным соблюдать нормы по предельным значениям вредных веществ в ОГ.

### Совершенствование двигателей

Одним из способов снижения токсичности ОГ является использование системы управления распределительным валом, позволяющей изменять фазы газораспределения, а следовательно, иметь большие возможности в управлении процессом сгорания. Другим способом снижения эмиссии вредных веществ стало улучшение конструктивной формы камеры сгорания, а именно:

- оптимизация геометрии камеры;
- многоклапанная технология;
- центральное положение свечи зажигания;
- двойное зажигание с двумя свечами зажигания для каждого цилиндра в многоклапанных двигателях;
- высокая степень сжатия;
- оптимизированное положение форсунки высокого давления при непосредственном впрыскивании.

Снаружи двигателя устанавливаются другие системы и узлы, которые потенциально могут влиять на снижение эмиссии вредных веществ. Например:

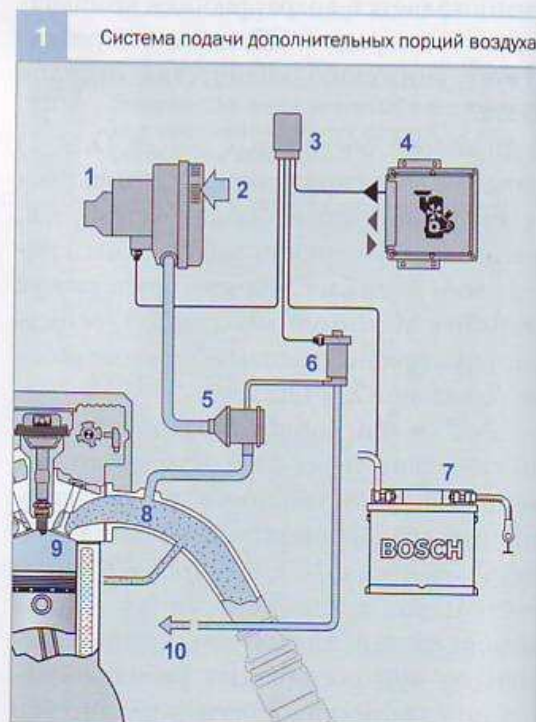
- системы, обеспечивающие дожигание ОГ;
- рециркуляция ОГ;
- система улавливания и дожигания паров топлива.

### Добавочная термическая обработка

Несгоревшее топливо при такте выпуска поступает в выпускную систему и, следовательно, не участвует в генерировании крутящего момента. По этой причине всегда образуется эмиссия СН и СО.

Рис. 1

1. Насос для подачи дополнительного воздуха
2. Поступление дополнительного воздуха
3. Реле
4. Электронный блок управления двигателем
5. Клапан регулирования подачи дополнительных порций воздуха
6. Управляющий клапан
7. Аккумуляторная батарея
8. Патрубок, связанный с выпускным трактом
9. Выпускной клапан
10. К впускному трубопроводу





На холодном двигателе дополнительно на стенках цилиндров конденсируется топливо, которое несгоревшим покидает камеру сгорания. Для того чтобы сохранить ровную и устойчивую работу двигателя, необходимо обогащать рабочую смесь на фазе прогрева двигателя, что приводит к резкому повышению концентрации СН и СО в неочищенных ОГ. Дело усложняется тем, что каталитический нейтрализатор для эффективного преобразования вредных веществ должен достичь своей минимальной рабочей температуры, составляющей около 300 °С.

Поэтому, во-первых, важно минимизировать эмиссию неочищенных ОГ на стадии прогрева двигателя и, во-вторых, принять меры по ускорению нагревания каталитического нейтрализатора до его рабочей температуры. Мерами для снижения эмиссии неочищенных ОГ до момента начала эффективной очистки ОГ с помощью каталитического нейтрализатора являются:

- оптимизированные процессы пуска двигателя (моменты впрыска и зажигания);
- прогрев на обедненной смеси (предполагается возможность двигателя работать на обедненных смесях);
- подача дополнительных порций воздуха.

Мерами, которые ускоряют включение каталитического нейтрализатора в работу, являются:

- высокая температура ОГ за счет установки более позднего опережения зажигания и обеспечения большего массового расхода газа;
- размещение каталитических нейтрализаторов рядом с двигателем;
- двойное впрыскивание на двигателях с непосредственным впрыскиванием топлива.

Подача дополнительных порций воздуха. Электроприводный насос 1 (рис. 1) дополнительного воздуха всасывает воздух 2 и нагнетает его в выпускной тракт 8 в процессе управления клапаном 5 регулирования подачи дополнительных пор-

ций воздуха. Клапан не допускает обратного прохода ОГ в насос и в систему управления воздухоподачей и поэтому при выключенном насосе должен оставаться закрытым.

Для включения насоса дополнительного воздуха требуется электрический ток большой силы, поэтому насос включается через реле 3. Электроуправляемый клапан 6 связан с клапаном 5 регулирования подачи дополнительных порций воздуха. Этот клапан 5 посредством электроуправляемого клапана управляет расходом воздуха между клапаном регулирования и впускным трубопроводом (клапан открывается) или наружным воздухом (клапан закрывается). Работа насоса и электроуправляемого клапана регулируется блоком управления двигателем 4 таким образом, что дополнительные порции воздуха могут подаваться точно в определенный момент, зависящий от условий работы двигателя.

Дополнительный воздух должен подаваться в выпускной тракт как можно ближе к выпускному клапану 9, для того чтобы использовать высокую температуру для образования экзотермической реакции. При этом клапан дополнительного воздуха должен быть размещен не слишком близко от выпускного коллектора, так чтобы не допустить слишком высокой термической нагрузки. С другой стороны, очень важно предотвратить резонанс в трубопроводе между клапаном дополнительного воздуха и местом подачи этого воздуха в выпускной коллектор (так называемый эффект «курительной трубки»).

Дополнительный воздух необходим только после пуска двигателя при его прогреве (при  $\lambda < 1$ ). Экзотермическая реакция, во-первых, снижает высокую концентрацию СН и СО в ОГ, имеющую место на этой фазе работы двигателя. Во-вторых, этот процесс окисления высвобождает тепло, поэтому ОГ больше нагреваются и быстрее нагревают каталитический нейтрализатор. Следовательно, подача дополнительных порций воздуха является удобным способом быстрого нагревания до рабочей температуры каталитического нейтрализатора, что позволяет быстрее очищать ОГ от  $\text{NO}_x$ .