

УДК 621.43

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК  
НА ОСНОВНЫЕ ДЕТАЛИ ДВИГАТЕЛЯ  
METHODS TO REDUCE HEAT LOADS  
BASIC ENGINE PARTS

О. Даминов, доц., А.А. Мирзаев, асс.,  
Ташкентский государственный технический университет,  
г. Ташкент, Узбекистан

O. Daminov, Associate Professor, A. Mirzaev, Assistant,  
Tashkent State Technical University, Tashkent, Uzbekistan

*Аннотация. В статье описываются качества, которым должна удовлетворять любая программная продукция.*

*Abstract. In article describes the quality, which must satisfy any software products.*

*Ключевые слова: двигатель, расчетной комплекс, анализ качество, моделирование.*

*Key words: engine, settlement complex, quality analysis, modeling.*

## ВВЕДЕНИЕ

При проектировании перспективных поршневых двигателей, а также при доводке существующих, обычно возникают две противоположные задачи:

1. Уменьшить отвод теплоты от рабочего тела, чтобы снижать потери в рабочем цикле. Это позволит увеличить индикаторный КПД двигателя;

2. Обеспечить необходимое охлаждение для защиты теплонапряженных деталей от высоких термических нагрузок со стороны рабочего тела. Это, наоборот, приводит к интенсивному отводу теплоты от рабочего тела и уменьшению КПД двигателя.

## МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК НА ОСНОВНЫЕ ДЕТАЛИ ДВИГАТЕЛЯ

Основными способами снижения тепловых нагрузок на деталях ДВС путем регулирования рабочего процесса являются:

1) снижение температурного уровня рабочего цикла его максимальной температуры;

### Секция «ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

2) снижение скорости и уровня турбулентности газа в цилиндре двигателя;

3) снижение выделения сажи, основного генератора излучения, в камере сгорания дизеля;

4) обеспечение целенаправленной закрутки заряда, приводящей к так называемому явлению «самоадиабатизации» рабочего тела, блокирующего теплообмен в камерах сгорания (КС);

5) теплоизоляция отдельных деталей и камеры сгорания в целом.

Последний пункт мы не случайно относим к основным способам воздействия на рабочий процесс в целях снижения тепловых нагрузок, так как применение теплоизоляторов, а также любое другое ограничение отвода теплоты от рабочего тела непременно приводят к повышению его средней и максимальной температур. Этот способ находится в противоречии с указанной выше первой задачей, подразумевающей уменьшение отвода теплоты от рабочего тела, и может значительно увеличить выброс оксидов азота [1].

Снижение скорости движения и уровня турбулентности газа в цилиндре двигателя приводит к снижению интенсивности конвективного теплообмена, а снижение выделения сажи - к снижению интенсивности лучистого теплообмена. Следует учесть, что интенсивное выделение сажи способствует образованию слоя нагара – естественного теплоизолятора и необходимого атрибута гетерогенного сгорания, на тепловоспринимающей поверхности КС. Однако толщина слоя нагара, и соответственно его теплоизоляционное воздействие, в КС имеют сугубо локальный характер [2], и могут способствовать возникновению больших градиентов температуры в деталях КС и увеличению термических напряжений.

С другой стороны, снижение скорости газа и уровня его турбулентности, а также уменьшение выделения сажи могут значительно ухудшать процессы смесеобразования и сгорания и снижение тепловых нагрузок и концентрации оксидов азота будет происходить на фоне увеличения расхода топлива и концентрации других вредных компонентов *СО* и *СН*.

Очевидно, что задача одновременного снижения тепловых нагрузок и концентрации оксидов азота очень сложная, не имеет готовых «рецептов» для применения отдельных способов и ее следует решать комплексно с учетом специфики исследуемого двигателя.

### *Секция «ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»*

Исследования, проведенные автором [3] показали, что применение гильзы с керамической втулкой на двигателе 1Ч 12/9,6 приводит к повышению средней результирующей температуры газа в цилиндре примерно на 30–52 °С. При этом температура контрольной точки, расположенной на торцевой поверхности гильзы в месте контакта с теплоизолятором, снижается примерно на 12–25 °С и не превышает 185 °С. Это является хорошим результатом, если учесть, что предельно допустимая температура для чугуна (материала для гильзы) составляет примерно 400–450 °С.

Кроме того, температура в верхнем поясе гильзы на тепловоспринимающей поверхности керамики повышается, что препятствует отложению нагара на этом участке поверхности камеры сгорания. Таким образом, применение гильзы с керамической втулкой по сравнению с базовой гильзой позволяет в определенной мере «ослабить» требования, предъявляемые к системе охлаждения.

В частности, снизить производительность водяного насоса и вентилятора, соблюдая при этом допустимые границы тепловых нагрузок и термических напряжений.

Подчеркнем, что при одновременном применении теплоизолированного поршня, а также теплоизолированной головки, этот эффект усиливается и может привести к снижению расхода топлива примерно до 200 г/(кВт/ч) на режимах холостого хода, и до 220 г/(кВт/ч) на номинальном режиме, что для двигателя данного класса является хорошим результатом [4].

Увеличение температуры заряда в цилиндре позволяет использовать в дизелях более тяжелые и низкокачественные топлива с относительно высокой температурой самовоспламенения, так как повышение температуры заряда интенсифицирует процессы смесеобразования и сгорания.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Осуществление целенаправленной закрутки заряда с профилем тангенциальной скорости, не выходящим из границ, может дополнительно снизить температуры в характерных точках поверхности камеры сгорания. По предварительным оценкам, это снижение составляет примерно 12–15 °С на кромке поршня. При этом увеличение за-

### *Секция «ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»*

крутки лучше осуществить оптимальным профилированием впускных клапанов, чем с помощью заширмленного впускного канала, так как установка ширмы примерно на 5–10% может ухудшить наполнение цилиндра из-за возрастания гидравлического сопротивления впускного тракта.

Как видно, снижение отвода теплоты от рабочего тела и тепловых нагрузок на деталях путем воздействия на рабочий процесс в целом приводит к улучшению эффективных показателей двигателя, однако практически всегда сопровождается с ростом температуры газа. Это делает необходимым исследования экологических показателей двигателя, в частности, концентрации оксидов азота в выпускных газах.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Тулаев Б.Р., Елин Е.А. Автоматизация приведения показателей испытываемого двигателя внутреннего сгорания к стандартным атмосферным условиям. – Сборник трудов. «Современные тенденции развития автомобилестроения в России», №3. Тольятти, 2004. 179–181 сс.

2. Тулаев, Б. Математическое моделирование процессов теплообмена в ДВС. Монография. – Ташкент: Adabiyot uchquni, 2018. – 176 с.

3. Tulaev, V. Математическая модель перемещения рейки топливного насоса двигателя внутреннего сгорания / V. Tulaev, J.O. Khakimov, J.B. Mirzaabdullaev / East European Scientific Journal. Warsaw, Poland: 2018. № 2 (30). part 2, pp. 66–68.

4. Тулаев Б.Р., Даминов О.О. Автоматизированный расчетно-графический комплекс проектирования двигателей внутреннего сгорания. «IV Резниковские чтения». IV международная научно-техническая конференция «Теплофизические и технологические аспекты повышения эффективности машиностроительного производства». Тольятти, 27–29 май 2015 г.

Представлено 17.05.2019