

УДК 621.43

Ван Юань (асп., каф. ДВС), М.Р. Петриченко, д.т.н., проф.

## УЛУЧШЕНИЕ ПУСКОВЫХ СВОЙСТВ ДИЗЕЛЕЙ ЗАКРУТКОЙ ВОЗДУШНОГО ЗАРЯДА

Крупномасштабные вихревые структуры наделяют потоки вязкого газа удивительными свойствами. Многие из этих свойств имеют технические приложения (эффект Ранка [1], газодинамическая температурная стратификация А.И. Леонтьева [2], управление гидравлическим сопротивлением напорных потоков и потоков со свободной поверхностью поперечной циркуляцией и т.п.).

В настоящей заметке обсуждается возможность применения осевой закрутки воздушного заряда для снижения потерь теплоты. Возможность этого впервые убедительно продемонстрирована в натуральных экспериментах Р.З. Кавтарадзе [3].

Физическая картина такова. Пусть имеется вихрь конечной длины (или вихревая нить), ось которого совпадает с осью цилиндра. На торцевых поверхностях (на поршне и на крышке цилиндра), ограничивающих нить, образуется пограничный слой. В этом пограничном слое частицы газа тормозятся силами трения. Благодаря тому, что градиент давления и в пограничном слое и вне его один и тот же и направлен от оси вихря, траектории жидких частиц в пограничном слое движутся к центру вращения как к фокусу. Поэтому необходимо возникает вторичное течение, направленное от стенки в ядро, компенсирующее накопление частиц газа вблизи оси вихря. Вторичное течение (прорыв газа из пограничного слоя в ядро) играет роль завесы, препятствующей переносу теплоты от газа к стенкам.

В ряде ситуаций это вторичное течение является единственным инструментом, способным управлять интенсивностью теплопередачи от газа к стенкам. К ним относятся «холодный» пуск транспортных ДВС с подогревом и без подогрева воздушного заряда. На режимах «холодной прокрутки» двигателя (работа без подачи топлива и без подогрева смазки и охлаждающей жидкости) тепловой поток направлен от газа в стенки цилиндра. Тогда политропа холодного сжатия проходит всюду ниже адиабаты, что приводит к дефициту температуры и давления в конце сжатия и к ухудшению условий воспламенения топлива. Единственным способом удержать теплоту в цилиндре является его изоляция. Для изоляции цилиндра предлагается использовать не экстенсивные приемы, а внутреннее свойство заряда. Дело в том, что наличие теплоизоляции стенок цилиндра еще не гарантирует перехвата теплового потока, поскольку существует так называемый эффект регенерации теплоты в слое изоляции. Благодаря этому эффекту температурный напор между воздушным зарядом и стенкой отделен от нуля почти для всех значений времени (угла поворота коленчатого вала), кроме адиабатных точек. Изоляция внутренняя влияет только на коэффициент теплообмена, теоретически уменьшая его до нуля.

Вместе с тем возникает ряд задач принципиального и прикладного содержания, решение которых необходимо для достижения внутренней изоляции. Эти задачи и некоторые подходы к их решению и предлагаются к обсуждению. К их числу относятся следующие задачи и вопросы.

- Организация закрутки и параметры вихревого потока. Впуск воздушного заряда возможно организовать посредством тангенциальных каналов и направляющих шпир на клапанах. При этом, строго говоря, образуется не осевой вихрь, а некоторый цилиндрический слой газа, вращающийся вокруг оси цилиндра. Каковы его теплоизолирующие свойства?
- Каково влияние подвижной границы (поршня) на теплоизоляцию самого поршня и днища крышки?

– Каково влияние турбулентности потока и его турбулизации клапаном и ширмой на теплоизоляцию? Имеются опыты, демонстрирующие затухание мелкомасштабной турбулентности под влиянием крупных вихревых структур.

В качестве инструмента анализа предлагается обсудить возможность использования условия минимума диссипации в вихревом потоке:

$$\int_0^S dx \int_0^R dr \cdot r \cdot \left\{ \left( \frac{\partial c}{\partial r} \pm \frac{c}{r} \right)^2 + \left( \frac{\partial c}{\partial x} \right)^2 \right\} \rightarrow \inf \geq 0,$$

в области  $\Omega = (x, r : 0 < x < S, 0 \leq r < R)$  с ограничениями на орбитальный момент:

$$\int_0^S dx \int_0^R dr \cdot r \cdot c = \Lambda = \text{inv}.$$

Здесь  $S$  – осевой размер цилиндра,  $R$  – его радиус,  $c = c_\theta$  – азимутальная компонента вектора скорости.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Газовая динамика. Механика жидкости и газа. Под редакцией Леонтьева А.И. – М.: МГТУ, 1997. – 671 с.
2. Леонтьев А.И. Температурная стратификация сверхзвукового газового потока. Доклады РАН, т. 354, №4, с.475...477.
3. Кавтарадзе Р.З. Влияние вихревого движения заряда на нестационарный локальный теплообмен в камере сгорания быстроходного дизеля. В сборнике «Проблемы газовой динамики и тепломассобмена в энергетических установках». – М.: МЭИ, 1999, с. 127...130.