

## ИЗУЧЕНИЕ ПРИЧИН МЦН В ДВИГАТЕЛЯХ С ИСКРОВЫМ ЗАЖИГАНИЕМ НА РЕЖИМЕ ХОЛОСТОГО ХОДА

Костычев В. Н., Приходьков К. В., Федянов Е. А., Шумский С. Н. (Волгоградский государственный технический университет);

Двигатели автомобилей в условиях современного городского движения значительную часть времени работают на холостом ходу. Режим холостого хода является особо неблагоприятным для сгорания топлива: велика доля остаточных газов, низок коэффициент наполнения, недостаточна интенсивность турбулентности. На этом режиме становится особенно заметной негативная роль межциклового неидентичности (МЦН) рабочего процесса, свойственной двигателям легкого топлива с искровым зажиганием. Для обеспечения устойчивой работы двигателя на холостом ходу приходится или обогащать топливовоздушную смесь, что ведет к повышению содержания оксида углерода в отработавших газах, или увеличивать частоту вращения коленчатого вала, вследствие чего возрастает расход топлива.

Снижение уровня МЦН на холостом ходу является важной задачей, решение которой позволит уменьшить эксплуатационный расход топлива автомобилем в городских условиях движения, а также снизить выбросы вредных веществ в атмосферу.

Для решения этой задачи необходимо знать физическую природу МЦН и особенности её проявления на режиме холостого хода. Для изучения таких особенностей нами проведены теоретические и экспериментальные исследования. Теоретические исследования выполнены на основе стохастического математического моделирования рабочего процесса двигателя.

Стохастическая математическая модель, созданная для такого исследования, объединяет математические модели индикаторного процесса и процесса образования и развития начального очага (НО) горения. Последняя позволяет воспроизводить случайные вариации в динамике развития НО, которые, как известно [2], определяют стохастичность протекания всего процесса горения. В отличие от ранее проведенных в ВолгГТУ исследований [1], модель образования и развития НО дополнена описанием процесса формирования ядра воспламенения в результате выделения энергии емкостной фазы разряда. Это позволило исследовать влияние вариаций энергии емкостной фазы разряда, обусловленных случайными изменениями величины пробивного напряжения.

Расчет индикаторного процесса по двузонной математической модели позволял определять не только индикаторную работу каждого цикла, но и параметры остаточных газов для последующего рабочего цикла.

В результате теоретических исследований установлено, что на уровень МЦН на холостом ходу существенное влияние оказывают не только турбулентность и вариации коэффициента избытка воздуха, но и случайные межцикловые различия в пробивных напряжениях.

Так, уменьшение коэффициента вариации пробивного напряжения с 12% (характерно для режима холостого хода) до 10% приводит к снижению коэффициента вариации времени формирования НО с 54% до 43%.

Следует отметить, что негативная роль вариаций коэффициента избытка воздуха усиливается по мере обеднения. При обеднении смеси от  $\alpha=0,95$  до  $\alpha=1,05$  и коэффициенте вариации этой величины равным 0,1 разброс энергий среднего индикаторного давления в цикле возрастает в 1,5 раза.

Вариации коэффициента остаточных газов, как показали проведенные исследования, не оказывают непосредственного влияния на уровень МЦН, однако повышение доли таких газов в рабочей смеси приводит к росту нестабильности пробивного напряжения.

Существенное влияние вариаций пробивного напряжения в межэлектродном зазоре свечи зажигания на МЦН воспламенения и сгорания на холостом ходу обусловлено тем, что при значительной забалластированности топливовоздушной смеси усиливается роль энергии искрового разряда в тепловом балансе НО.

Случайные межцикловые изменения величины пробивного напряжения и, собственно, энергии, выделяющейся в емкостной фазе искрового разряда, связаны, в том числе, со случайными вариациями состояния и скорости движения газа в межэлектродном зазоре.

Так как в условиях камеры сгорания двигателя движение газа в межэлектродном зазоре определяется, в первую очередь, интенсивностью турбулентности, то было изучено на специально созданной установке влияние интенсивности турбулентности на параметры искрового разряда. Эксперименты подтвердили существенное влияние турбулентности на вариации пробивного напряжения. При этом установлено, что при неизменной интенсивности турбулентности заметное влияние на величину вариаций пробивного напряжения оказывает ориентация бокового электрода свечи зажигания относительно направления потока.

Экспериментальная проверка возможности снижения нестабильности пробивного напряжения и, соответственно, уровня МЦН путем выбора положения бокового электрода относительно потока газа выполнена на двигателе ВАЗ 21083, установленном на испытательном стенде.

МЦН оценивалась по вариациям частоты вращения коленчатого вала. Положение электродов свечи задавалось с помощью изменения толщины проставки между свечой зажигания и головкой блока цилиндров.

На рис.1 приведена построенная на основе результатов экспериментов гистограмма, иллюстрирующая изменение коэффициента вариации в зависимости от угловой координаты бокового электрода. За нулевое было принято такое положение свечи, при котором стойка бокового электрода расположена диаметрально противоположно от впускного клапана.

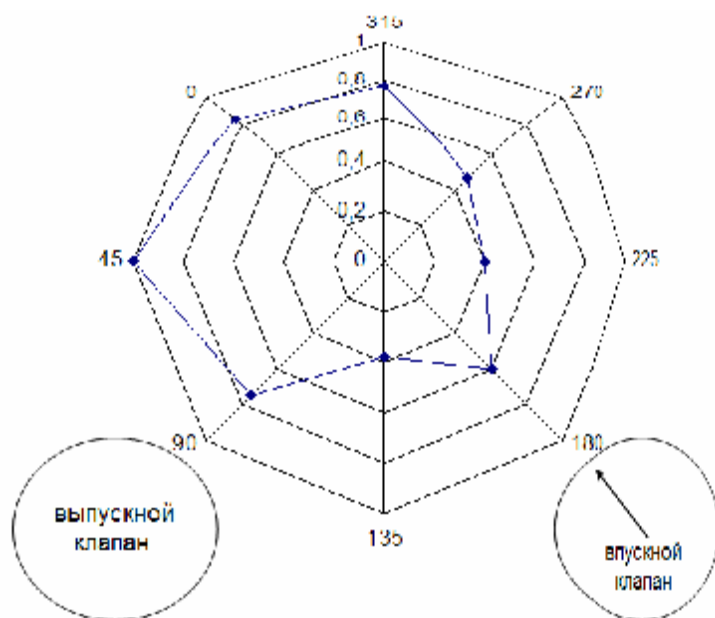


Рис.1. Влияние положения бокового электрода на межцикловую неидентичность работы двигателя

Как видно, изменением положения бокового электрода относительно направления потока газа в камере сгорания можно обеспечить снижение уровня МЦН на холостом ходу на 60%.

#### **Литература:**

1. Злотин, Г.Н. Моделирование стохастичности воздействия турбулентности на развитие начального очага горения при искровом зажигании / Г. Н. Злотин, А. Ю. Свитачев, Е. А. Федянов // Химическая физика. 2001. Т.20, № 7. С. 105-111.
2. Young, M.B. Cyclic Dispersion in the Homogeneous Charge Spark Ignition Engine - A Literature Survey //SAE Paper. -1981. -N.810020.-P.1-20

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ НА РЕЖИМАХ И ХАРАКТЕРИСТИКАХ ПОСТОЯННОЙ МОЩНОСТИ**

**Матиевский Г.Д., Кулманаков С.П.** (Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова)

Выбор режимов и характеристик работы двигателя, согласованных с потребителем, является одним из средств достижения ряда преимуществ двигателя и энергоустановки в целом по эксплуатационному расходу топлива, упрощению конструкции, облегчению труда оператора, лучшему «восприятию» переменных нагрузок и др. К таким режимам и характеристикам можно отнести режимы и характеристики постоянной мощности.

Они объединяются условием сохранения постоянной мощности при определенных сочетаниях параметров ее определяющих, которые вытекают из формулы эффективной мощности

$$N_e = \frac{v g_m \cdot n \cdot i}{t} h_e = const,$$

где  $v$  – постоянная,  $\tau$  – тактность,  $g_m$  – цикловая подача топлива,  $n$  – частота вращения вала,  $\eta_e$  – эффективный КПД.

Рассмотрим вариант сочетания цикловой подачи, частоты вращения и эффективного КПД, обеспечивающего получение постоянной мощности при изменении частоты вращения коленчатого вала, то есть по сути работу двигателя по скоростной характеристике постоянной мощности  $N_e = const$ . Внимание исследователей к этим характеристикам вызвано возможностью получения высоких значений коэффициента приспособляемости  $K_n \geq 1,4$  и ряда преимуществ, отмеченных выше, для двигателей промышленного и сельскохозяйственного назначения при работе в условиях переменной нагрузки [1]. Двигатели с коэффициентом приспособляемости  $K_n \geq 1,4$  получили название двигателей постоянной мощности (ДПМ).

Известны два направления в осуществлении работы дизеля с коэффициентом приспособляемости  $K_n \geq 1,4$ .

Первое – это в ДПМ, у которых скоростная характеристика  $N_e = const$  с уровнем мощности  $N_{e\ const}$ , равной номинальной мощности  $N_{e\ ном}$ , является внешней скоростной характеристикой.

Второе – это в традиционном двигателе, способном работать по характеристике  $N_e = const$  с уровнем мощности  $N_{e\ const}$ , меньшим номинальной, и являющейся частичной скоростной характеристикой [2]. Такие двигатели получили название двигателей с двумя уровнями мощности на номинальном скоростном режиме. Первый уровень – номинальная мощность двигателя, второй –  $N_{e\ const}$ .