

ТОКСИЧНОСТЬ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ДОБАВКЕ ВОДОРОДА НА РЕЖИМАХ ПУСКА И ПРОГРЕВА

Русаков М.М., Бортников Л.Н., Афанасьев А.Н., Павлов Д.А.

Тольяттинский государственный университет

На долю отработавших газов (ОГ) двигателей внутреннего сгорания (ДВС) в крупных городах приходится, по различным оценкам, до 40-60% от суммарного выброса вредных веществ в окружающую среду. При этом, вследствие постоянного роста парка автомобилей, эта доля увеличивается [1,2]. Для сдерживания роста количества токсичных выбросов используют ряд законодательных мер, которые ограничивают токсичность ОГ двигателей выпускаемых автомобилей. Кроме этого, изменяется и порядок сертификации автомобилей на соответствие этим нормам. Например, в правилах Евро-3 исключен сорокасекундный прогрев двигателя перед началом выполнения ездового цикла, а перспективные правила Евро-4 предусматривают испытания автомобиля при температуре -7°C.

Таким образом, время работы двигателя с пониженной температурой, заметно увеличивается, что приводит к увеличению токсичных выбросов ДВС. Поэтому актуальность вопроса о возможности улучшения экологических и экономических показателей двигателя на режимах пуска и прогрева двигателя повышается.

Режим пуск-прогрев ДВС характеризуется значительным количеством выбрасываемых токсичных компонентов: несгоревшими углеводородами $СН$ и монооксидом углерода $СО$, т.е. продуктами неполного сгорания. Это объясняется необходимостью обогащения рабочей смеси для обеспечения надежного пуска и стабильной работы на режиме прогрева двигателя.

Известно, что использование водорода в качестве добавки к основному топливу позволяет, вследствие его физико-химических свойств, повысить пределы стабильного горения рабочей смеси [3,4,5]. Перевод работы двигателя на режимах пуска и прогрева в область стехиометри-

ческих и бедных составов позволит уменьшить количество CH и CO , приходящиеся на долю, обусловленную неполнотой сгорания.

Для количественной оценки эффекта снижения CH и CO при использовании водорода на режиме прогрева двигателя был проведен ряд экспериментальных работ.

Экспериментальные работы проводились в моторном боксе кафедры «Тепловые двигатели» Тольяттинского госуниверситета, оснащенным оборудованием в соответствии с ГОСТ № 14846-81. Для подачи водорода стенд был дооборудован системой подачи водорода. Принципиальная схема подачи водорода представлена на рис. 1.

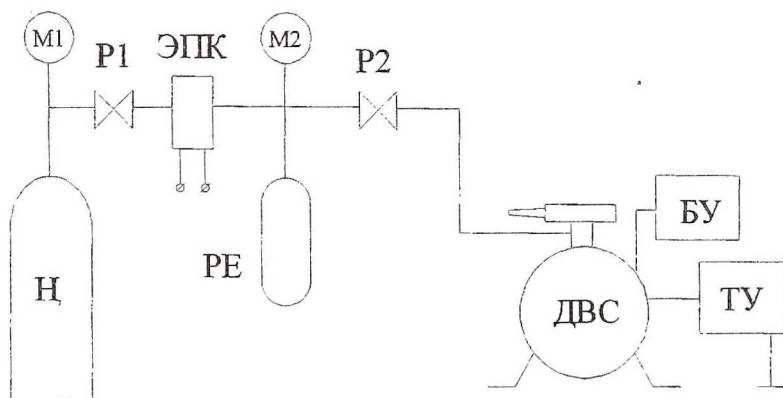
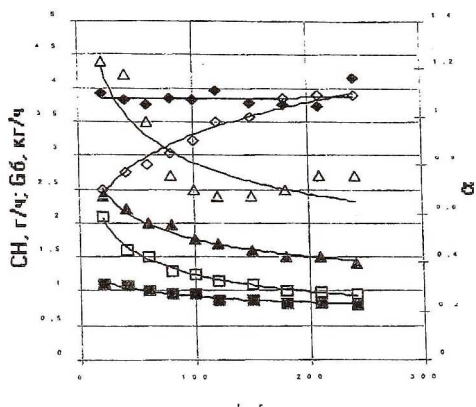


Рис.1 Схема системы подачи водорода H_2 - баллон с водородом, M1-M2 – манометры, P1-P2 - редукторы, ЭПК - электропневмоклапан, РЕ – расходная емкость, БУ - блок управления, ТУ - тормозное устройство стенда.

Объектом испытаний являлся двигатель ВАЗ-2111 с электронной системой управления впрыском топлива. Изменение параметров двигателя осуществлялось изменением калибровочных таблиц контроллера «Январь 4.1». Измерение состава отработавших газов проводились газоанализатором YNACO EIR 2105. Отбор газа осуществлялся через штуцер, установленный в выпускной трубе двигателя на расстоянии 0,8 м от выпускного коллектора.

На рис. 2-3 для иллюстрации представлено сравнение результатов испытаний двигателя, полученных при работе двигателя без водорода и с водородом (расход водорода 0,04 кг/ч).



- Gб, кг/ч без водорода △ CH, г/ч без водорода
 ■ Gб, кг/ч с водородом ▲ CH, г/ч с водородом
 ◇ ALFA без водорода ◆ ALFA с водородом

Рис.2 Результаты испытаний двигателя

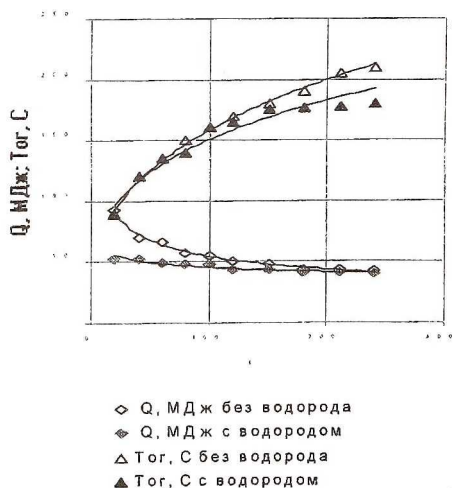


Рис.3 Результаты испытаний двигателя

Из сравнения результатов испытаний, представленных на рис.2, можно видеть, что использование водорода позволило снизить CH на 20-30%, расход бензина $G_{бенз}$ на 10-15%, при этом стабильная работа двигателя обеспечивалась при коэффициенте избытка воздуха $\alpha = 1,05$. На рис.3 представлено сравнение температуры отработавших газов $T_{ог}$, которая измерялась термопарой X-A в сечении, отстоящем от выпускного коллектора на 0,9 м и подведенного с топливом тепла (Q), при работе двигателя с добавкой водорода и без неё. Как видно из рис.3 $T_{ог}$ при использовании водорода несколько снизилась, а количество тепла Q заметно сократилось. Одной из причин, объясняющих снижение Q , можно считать устранение потерь тепла, обусловленных неполнотой сгорания топлива.

Для оценки возможности практического использования полученных результатов была разработана система подачи водорода на базе электролизера, которая позволила провести ряд экспериментальных работ непосредственно на авто-

мобиле ВАЗ-21102. Принципиальная схема разработанной системы подачи водорода на автомобиле представлена на рис.4. Алгоритм ее работы заключается в следующем. В период холодного пуска и прогрева ДВС водород подается из накопительной емкости (1) в ДВС. При этом параметры подачи водорода контролируются блоком управления (3). Накопительная емкость наполняется во время движения автомобиля с помощью источника водорода, в данном случае - электролизера (2).

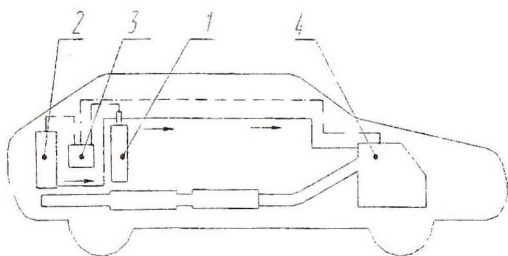


Рис.4 Схема системы подачи водорода на автомобиле 1 – водородный баллон, 2 – электролизер, 3 – блок управления, 4 – двигатель внутреннего сгорания

На основе результатов совместных стендовых испытаний ДВС и системы подачи водорода, а также статических испытаний автомобиля, оснащенного системой подачи водорода, были определены основные параметры работы системы подачи водорода и ДВС.

На рис. 5 представлены некоторые результаты статических испытаний

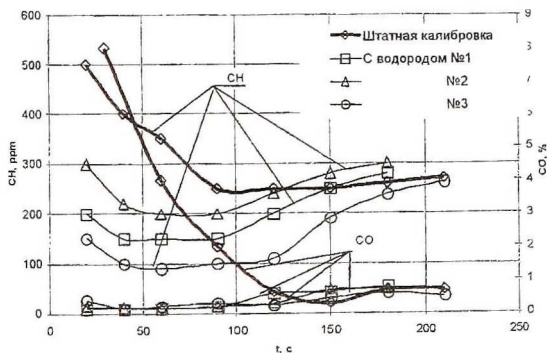


Рис. 5. Изменение концентрации СН и СО при пуске и прогреве двигателя на режиме холостого хода

автомобиля, оснащенного системой подачи водорода, при применении различных вариантов калибровочных таблиц системы управления двигателем, которые отличаются величиной коэффициента избытка воздуха. При этом, выбранные параметры системы подачи водорода имели

следующие значения: начальное давление водорода в накопительной емкости - 30 кПа, время истечения водорода ~ 100 с, начальный (максимальный) расход водорода - 0,06кг/ч.

Как видно из рис.5, использование водорода при прогреве двигателя на режиме ХХ позволяет снизить объёмное содержание CH в 2 и более раз, а CO - в 7 раз, по сравнению со штатными значениями.

По результатам работы можно сделать следующий вывод: добавка водорода к основному топливу позволяет обеспечить устойчивую работу двигателя на режимах пуска и прогрева при $\alpha = 1$, что приводит к заметному снижению выбросов CH и CO .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хиллиард Д, Спрингер Дж. Топливная экономичность автомобилей с бензиновыми двигателями. – М.: Машиностроение, 1988. – 459с.
2. Exhaust Gas Igniton. / E a d e D., Grley R., Rutter D. // Automotive Engineering.1996.April. – С.70-73.
3. Мищенко А.И. Применение водорода для автомобильных двигателей. – Киев.: Наука думка, 1984. – 265с.
4. Русаков М.М. Пределы стабильного сгорания обеднённых бензовоздушных смесей в ДВС при различных способах интенсификации. Сб. трудов XI симпозиум по горению и взрыву. Черногловка,1996. - с.108-119.
5. Водород. Свойства, получение, хранение, транспортирование, применение. / Гамбург Д.В., Семенов В.П., Дубовкин Н.Ф., Смирнова Л.Н. // Справ. изд. – М.: Химия,1989. – 546с.

УДК 621.455 – 63.03.0

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ГОРЕНИЯ В КАМЕРАХ СГОРАНИЯ С ВЫНОСНЫМИ ЖАРОВЫМИ ТРУБАМИ ДВИГАТЕЛЕЙ ГТУ

Савченко В.П.

ОАО СНТК им. Н.Д. Кузнецова, г. Самара

При повышении параметров рабочего цикла ГТУ особо остро встают задачи повышения энергетической эффективности и надёжности эксплуатации в течение длительного ресурса. При этом возникают задачи не только повышения эффективности сгорания топлива, но и обеспечения многих других характеристик и, особенно, устойчивости горения по