

УДК 621.43

И. С. ЧЕРНОВ, А. В. ЧУХАРКИН, Э. С. САВЕНКО

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОБАВОК ВОДЫ В ТОПЛИВО НА ПАРАМЕТРЫ РАБОТЫ ДВС

Аннотация. Статья посвящена вопросам исследования эффективности впрыска воды в топливо двигателя внутреннего сгорания и его влияния на его параметры рабочего цикла и технические показатели. Приведена методика расчета параметров цикла со впрыском воды.

Ключевые слова: впрыск воды, температура в конце сжатия, среднее индикаторное давление, степень сжатия, парообразование, двигатель внутреннего сгорания.

ВВЕДЕНИЕ

Создание и дальнейшее совершенствование новых двигателей внутреннего сгорания всегда связано с решением двух проблем при их проектировании: экономичность и экологичность. Одним из способов обеспечения топливной экономичности и снижения токсичности дизельного двигателя является использование воды в качестве добавки к дизельному топливу.

Данная тема является актуальной, так как её раскрытие позволит определить, насколько эффективным может оказаться впрыск воды в топливо двигателя внутреннего сгорания, позволит рассчитать влияние впрыска на показатели и характеристики работы ДВС.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследование рабочего цикла ДВС со впрыском воды во впускной коллектор на примере бензинового двигателя.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

При впрыске воды во впускной коллектор в цилиндре будет сжиматься двухфазовая смесь, состоящая из заряда (воздух, остаточные газы, бензин) и воды в тонкораспыленном (аэрозольном) виде. По мере прогрева заряда и воды вследствие сжатия поршнем в цилиндре вода достигнет точки кипения. Поскольку при росте давления температура кипения воды повышается, точка кипения определялась наложением графиков зависимости температуры кипения от давления [1] и температуры заряда в цилиндре от давления в нем (рисунок 1). В точке пересечения кривых начинается процесс парообразования.

Парообразование сопровождается поглощением паром теплоты, полученной от заряда воздуха в цилиндре. Удельная теплота парообразования, кДж/кг, вычислена по эмпирической формуле для диапазона температур от 373 до 473 К [2]:

$$q = 2189,802 + 1,302T. \quad (1)$$

Абсолютная величина теплоты парообразования, кДж:

$$Q_{\text{пар}} = q \cdot m_{\text{воды}}. \quad (2)$$

Поскольку процесс парообразования является изотермическим, теплоту, отведенную от заряда, можно выразить формулой для изотермического процесса.

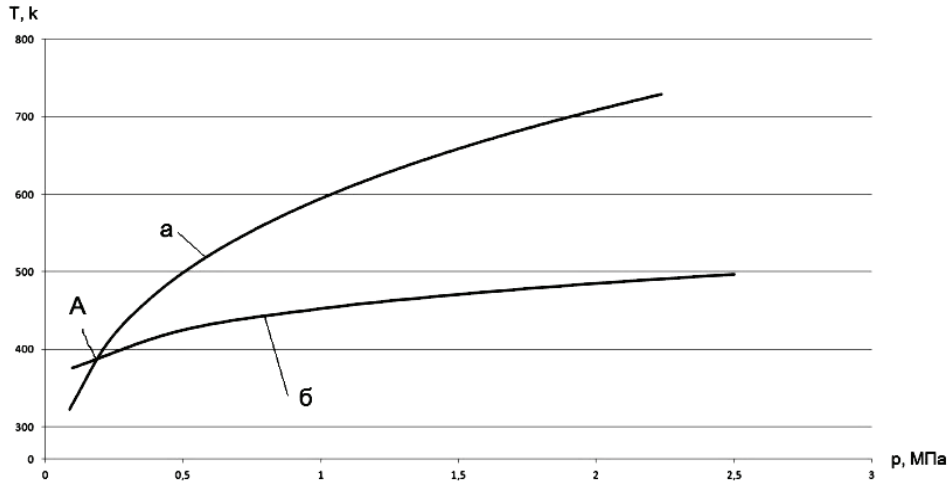


Рисунок 1 – График кривых зависимостей температуры от давления: а) зависимость температуры от давления в цилиндре, б) зависимость температуры кипения воды от давления. Точке А соответствуют значения $p_A = 0,1884$ МПа, $T_A = 386,33$ К.

$$Q_3 = Q_{пар} = m_{вод} \cdot R_{вод} \cdot T_A \cdot \ln(V_k / V_n), \quad (3)$$

где V_k и V_n – текущие объемы цилиндра в процессе сжатия, соответствующие концу и началу парообразования.

Отсюда можно выразить отношение объемов:

$$\frac{V_k}{V_n} = e^{\frac{q}{RT_{вод}}}. \quad (4)$$

С учетом этого, можно вычислить температуру заряда в конце сжатия:

$$T'_C = T_A \cdot \left(\frac{\varepsilon}{e^{\frac{q}{RT_{вод}}}} \right)^{(n_1-1)}. \quad (5)$$

За счет отвода теплоты от заряда снижается работа сжатия, с учетом чего возрастает среднее индикаторное давление. Если также учесть работу пара против внешних сил, определяемую по формуле

$$L_{пар} = m_{воды} \cdot p \cdot (V_n - V_ж),$$

где V_n – удельный объем пара при заданной температуре T_A , определяется по таблицам [3];
 $V_ж$ – удельный объем жидкой воды;

тогда теоретическое среднее индикаторное давление определяется как

$$p'_c = p_c \cdot \frac{q}{n_2 - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{(n_2-1)}} \right) - \frac{L_{пар}}{V_c \cdot p_c} - \frac{1}{n_1 - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{(n_1-1)}} \right) + \frac{q_n}{V_c \cdot p_c}. \quad (6)$$

Расчет, проведенный для дозы впрыскиваемой воды $m_{воды} = 5...15$ мг, дал результаты, показанные на рисунках 2 и 3.

ВЫВОД

Исследование зависимости параметров работы ДВС от количества впрыснутой воды показало, что данный способ является эффективным средством снижения теплонапряженности деталей и одновременно, повышения индикаторных показателей цикла.

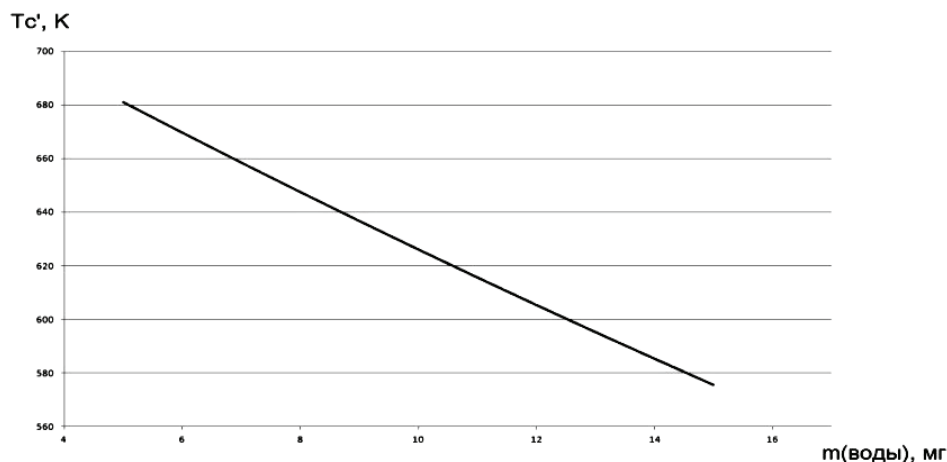


Рисунок 2 – График зависимости температуры в конце сжатия от количества впрыснутой воды.

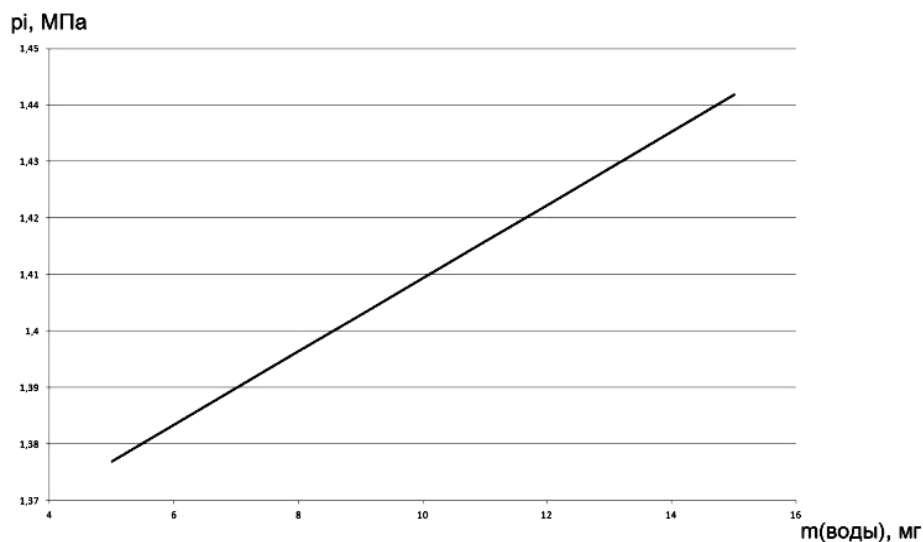


Рисунок 3 – График зависимости среднего индикаторного давления от количества впрыснутой воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белоусов, Е. В. Моделирование процесса сжатия с охлаждением воздушного заряда путем распыливания воды в рабочем цилиндре ДВС: рабочие процессы ДВС [Текст] / Е. В. Белоусов // Двигатели внутреннего сгорания. – 2006. – № 1. – С. 48–51.
2. Свойства насыщенного пара [Электронный ресурс] // Справочные таблицы. – Электр. дан. – Режим доступа : http://www.fptl.ru/spravo4nik/sv-va_para.html.

Получено 26.04.2019

І. С. ЧЕРНОВ, А. В. ЧУХАРКІН, Е. С. САВЕНКО
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОБАВОК ВОДИ В ПАЛИВО НА
ПАРАМЕТРИ РОБОТИ ДВЗ
ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Стаття присвячена питанню дослідження ефективності впорскування води в паливо двигуна внутрішнього згорання і його впливу на параметри робочого циклу і технічні показники. Наведено методику розрахунку параметрів циклу з уприскуванням води.

Ключові слова: уприскування води, температура в кінці стиску, середній індикаторний тиск, ступінь стиску, пароутворення, двигун внутрішнього згорання.

ILIA CHERNOV, ARTEM CHUHARKIN, EDUARD SAVENKO
STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF WATER ADDITIVES IN FUEL ON THE
PARAMETERS OF THE ENGINE

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article is devoted to the study of the efficiency of water injection into the fuel of an internal combustion engine and its effect on its working cycle parameters and technical indicators. The method of calculating the parameters of the cycle with water injection is given.

Key words: water injection, temperature at the end of compression, average indicator pressure, compression ratio, vaporization, internal combustion engines.

Чернов Илья Сергеевич – студент ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: повышение эффективности работы параметров двигателей.

Чухаркин Артем Витальевич – старший преподаватель кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, технологических машин и оборудования ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: рабочие процессы тепловых двигателей.

Савенко Эдуард Станиславович – кандидат технических наук, доцент кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, технологических машин и оборудования ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: работоспособность технологических машин.

Чернов Ілля Сергійович – студент ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: підвищення ефективності роботи параметрів двигунів.

Чухаркін Артем Віталійович – старший викладач кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, технологічних машин та обладнання ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: робочі процеси транспортних двигунів.

Савенко Едуард Станіславович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, технологічних машин та обладнання ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: працездатність технологічних машин.

Chernov Iliа – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientifics interests: improving the efficiency of the engine parameters.

Chukharkin Artem – senior lecturer, Technical Exploitation and Service of Automobiles, Technological Machines and Equipment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientifics interests: internal processes of vehicle's engines.

Savenko Eduard – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technical Exploitation and Service of Automobiles, Technological Machines and Equipment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientifics interests: performance of technological machines.