

4. Скотников, В. А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля / В. А. Скотников, А. А. Машенский, А. С. Солонский. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 383 с.

5. Автомобильные транспортные средства. Топливная экономичность. Методы испытаний. ГОСТ Р 54810-2011; введ. РФ 13.12.2011. – Москва: Стандартинформ, 2012.

6. LADA GRANTA 2190 с двигателем 1,6. Устройство, обслуживание, диагностика, ремонт. Иллюстрированное руководство. – Москва: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2012. – 288 с.

Аннотация. Приведены результаты оценки топливной экономичности автомобиля при установленном движении, условия и методику проведения испытаний. Выполнен анализ экономической характеристики автомобиля LADA GRANTA 2190 и представлена зависимость для быстрой оценки топливной экономичности автомобиля в зависимости от скорости движения.

Ключевые слова: топливная экономичность, автомобиль, скорость движения, путевой расход топлива.

УДК 621.43.057

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ 4ЧН 11,0/12,5 НА АКТИВИРОВАННОМ ТОПЛИВЕ

С. А. ПЛОТНИКОВ, д-р техн. наук, профессор
М. В. МОТОВИЛОВА, аспирант

ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»,
Киров, Российская Федерация

Введение. При эксплуатации силовых установок основное внимание уделяется мощности двигателя, его КПД, а также экономическим и экологическим характеристикам. Имея более высокий КПД, меньший расход топлива, лучшую экологичность (более эффективное сгорание топлива), дизельный двигатель широко используется в транспортной сфере [1–3].

Выполнение нормативных условий, касающихся двигателей с воспламенением от сжатия, возможно при полноценном рабочем процессе двигателя. Одним из действенных способов влияния на рабочий процесс дизельного двигателя является физическое воздействие на процесс смесеобразования за счет предварительной активации дизельного топлива, то есть передачи топливу дополнительного количества тепла [4–9]. Оказание данного теплового воздействия в топливопроводе высокого давления перед форсунками положительно сказывается на фи-

зико-механических свойствах дизельного топлива, а также приводит к изменению в смесеобразовании и в процессе сгорания в целом. Распыление активированного топлива ведет к ранней деструкции топливного факела на более мелкие фракции. При определении среднего диаметра капли распыленного топлива применяются уравнения, где определяются основные критерии Лапласа, Вебера, Рейнольдса, которые учитывают физические свойства топлива при изменении его температуры (таблица) [10, 11].

Показатели деструкции факела

№ п/п	Показатели	ДТ без подогрева	ДТ ($t_1 = 150$ °С)	ДТ ($t_2 = 300$ °С)
1	Число Вебера, We	158022	280847	$1782 \cdot 10^3$
2	Число Лапласа, La	443	2185	79504
3	Число Рейнольдса, Re	26520	45770	374400
4	Средний диаметр капель ДТ при впрыске по Заутеру, d_{32} , мкм	26,31	19,42	4,52
5	Угол топливного факела, Θ , град.	15	20	51
6	Длина топливной струи, s , мм	26,5	22,1	15

Площадь контакта капель ДТ (дизельное топливо) с воздушным зарядом увеличивается, а процесс испарения интенсифицируется, число центров воспламенения возрастает. Химические реакции окисления углеводородного топлива начинаются в жидкой фазе активированного топлива. Процесс сгорания происходит интенсивнее. Это положительно сказывается на динамике процесса сгорания и эффективных показателях дизеля [12].

Основная часть. Для подтверждения сформулированных положений были проведены исследования эффективных показателей тракторного дизеля при работе на активированном топливе в соответствии с ГОСТ [13, 14, 15]. В работе использовался электротормозной стенд RAPIDO SAK N670 с установленным на нем двигателем Д-245.5S2. Применялся комплект приборов и устройств для снятия показаний скоростной характеристики двигателя, а также показателей дымности и токсических параметров в отработавших газах.

Нагрев производился за счет устройства, установленного на топливopовод высокого давления непосредственно перед форсунками. В качестве нагревательного элемента использовался нихромовый про-

водник с керамическими элементами. Контроль температуры дизельного топлива корректировался регулятором мощности. Регулятор мощности и нагревательное устройство подключались в электрическую цепь с напряжением 220 В. Температура фиксировалась при помощи термопар, установленных перед форсунками и подключенных к восьмиканальному ПИД регулятору.

Оценка влияния от предварительно подогретого топлива на эффективные показатели производилась на основе анализа скоростных характеристик. Скоростная характеристика двигателя представлена на рис. 1 при оптимальном значении угла опережения впрыскивания топлива ($\Theta_{впр} = 22^\circ$ до ВМТ).

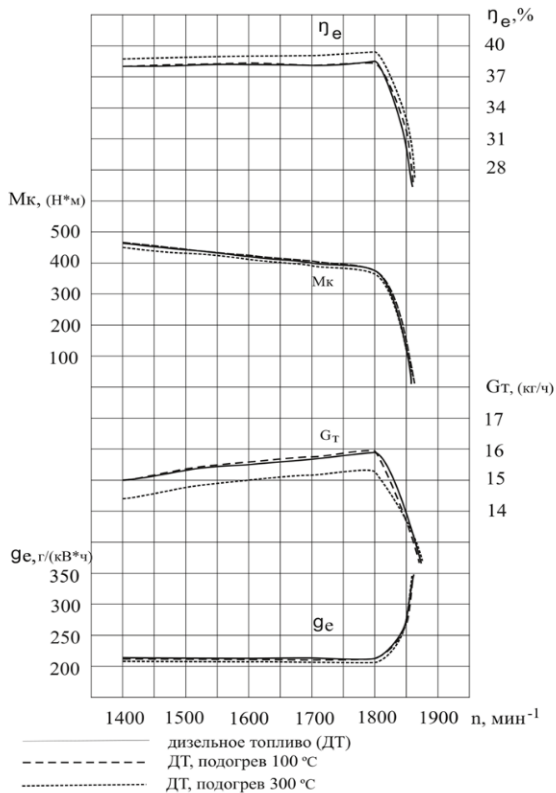


Рис. 1. Влияние активированного топлива на показатели дизеля 4ЧН 11,0/12,5 в зависимости от частоты вращения

С увеличением частоты вращения (до номинального значения) эффективный КПД при работе двигателя на подогретом ДТ до 300 °С больше на 0,8–1,0 % по сравнению с режимом работы двигателя на чистом ДТ на всем участке частот вращения (1400–1800 мин⁻¹).

Максимальное значение крутящего момента достигается при частоте вращения 1400 мин⁻¹ и составляет при работе двигателя без подогрева ДТ и с предварительным подогревом до 300 °С – 463,4 Нм и 453,8 Нм, соответственно.

Также с увеличением частоты вращения коленчатого вала до номинального значения увеличивается эффективная мощность двигателя.

Повышение частоты вращения выше номинальной приводит к увеличению цикловой подачи топлива. При этом значения эффективного КПД (η_e), эффективной мощности (N_e), крутящего момента (M_k) резко уменьшаются.

Из графиков можно видеть, что значения эффективного КПД (η_e), крутящего момента (M_k), удельного расхода топлива (g_e) имеют близкие значения к значениям кривых зависимостей при работе двигателя на чистом дизельном топливе. Имеются изменения эффективных показателей в положительную сторону.

Заключение. На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Применение активированного топлива при работе двигателя влияет на мощностные и экономические показатели дизеля 4ЧН 11,0/12,5 в зависимости от частоты вращения. Имеет место изменение эффективных параметров η_e и g_e .

2. При использовании активированного топлива эффективный КПД двигателя повышается на 0,8–1,0 % на всем участке частот вращения до номинальной частоты 1800 мин⁻¹.

3. Улучшаются экономические показатели двигателя, за счет уменьшения часового расхода топлива на 2,8–3,1 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаенко, А. В. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей / А. В. Николаенко. – Москва: Колос, 1984. – 335 с.
2. Ассад, М. С. Продукты сгорания жидких и газообразных топлив: образование, расчет, эксперимент / М. С. Ассад, О. Г. Пенязков. – Минск: Беларус. навука, 2010. – 305 с.
3. Кавтарадзе, Р. З. Теория поршневых двигателей / Р. З. Кавтарадзе – Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. – 720 с.

4. Мартынова, И. Б. Исследование особенностей топливоподачи и экономичности дизеля на долевых нагрузках при подогреве топлива: автореферат дисс. ... канд. техн. наук / И. Б. Мартынова. – Калининград: КГТУ, 1996. – 23 с.
5. Плотников, С. А. Прогнозирование процессов воспламенения и сгорания нагретого топлива в дизеле / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, В. Ф. Атаманюк // Проблемы интенсификации животноводства с учетом пространственной инфраструктуры сельского хозяйства и охраны окружающей среды. – Фаленты-Варшава, 2012. – С. 216–220.
6. Плотников, С. А. Исследование показателей работы дизеля с термофорсированием / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, В. Ф. Атаманюк // Вестник Марийского государственного университета. – 2015. – С. 39–43.
7. Плотников, С. А. Анализ процесса сгорания и тепловыделения тракторного дизеля с термической подготовкой топлива / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, А. Л. Бирюков // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – № 3 (27). – С. 114–124.
8. Храмов, М. Ю. Улучшение характеристик двигателя путем термофорсирования топлива / М. Ю. Храмов, М. Х. Садеков // Вестник АГТУ. – 2007. – № 6 (41). – С. 83–86.
9. Балабин, В. Н. Особенности применения термофорсирования топлива на локомотивных дизелях / В. Н. Балабин, В. Н. Васильев // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – № 4. – С. 107–113
10. Лышевский, А. С. Процессы распыливания топлива дизельными форсунками / А. С. Лышевский. – Москва: Машгиз, 1963. – 281 с.
11. Вулис, Л. Я. Аэродинамика факела / Л. А. Вулис, Л. П. Ярин. – Ленинград: Энергия, 1978. – 216 с.
12. Плотников, С. А. Расчет характеристик впрыскивания при работе дизеля на активированном топливе / С. А. Плотников, П. Я. Кантор, М. В. Мотовилова // Двигателестроение. – 2020. – № 2. – С. 19–23.
13. ГОСТ 18509-88 Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний. – Москва: Изд-во стандартов, 1988. – 128 с.
14. ГОСТ 20915-2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний. – Москва: Изд-во стандартов, 2013. – 27 с.
15. ГОСТ 7057-2001 Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний. – Москва: Изд-во стандартов, 2001. – 11 с.

Аннотация. В процессе эксплуатации двигателя основное внимание уделяется мощности двигателя, КПД, экономическим показателям и эмиссии отработавших газов. В статье представлены эффективные показатели работы двигателя 4ЧН 11,0/12,5 на активированном дизельном топливе. По результатам обоснована возможность применения данного вида активации дизельного топлива на стандартном двигателе с измененными условиями смесеобразования и процесса сгорания.

Ключевые слова: дизель, активированное топливо, эффективные показатели, скоростная характеристика.