

*Аннотация.* Целью настоящей работы является определение критерия эффективности применения того или иного вида и состава СТ в тракторных дизелях. Научная новизна заключается в определении количественных показателей параметров эффективности рабочего цикла дизеля в зависимости от вида и состава СТ. Для достижения поставленной цели было решено несколько задач. Во-первых, определен критерий эффективности параметров рабочего цикла тракторного дизеля. Во-вторых, определены количественные зависимости между видами и составом СТ, а также параметрами эффективности рабочего цикла дизеля.

*Ключевые слова:* смесевое топливо, растительные масла, рапсовое масло, рабочий процесс, показатели рабочего процесса.

УДК 631.372.43.03

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ ПРИ РАБОТЕ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВАХ**

Ш. В. БУЗИКОВ, канд. техн. наук, доцент  
С. А. ПЛОТНИКОВ, д-р техн. наук, профессор

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

**Введение.** В настоящее время альтернативные топлива (АТ) стремительно теснят традиционные. Данный факт объясняется нестабильной ситуацией на рынке традиционных энергоносителей во всем мире [1]. Основными видами АТ в основном являются растительные масла – соевое, сурепное, редьковое, рыжиковое, льняное, горчичное, сафлоровое, соевое и другие [2].

Основным преимуществом применения таких АТ является отсутствие значительных изменений исходных регулировок систем питания [2].

В исследованиях, проведенных ранее [3–6] были определены количественные зависимости параметров рабочего цикла тракторного дизеля от содержания растительного масла в АТ без внесения изменений в систему питания. В результате были определены количественные изменения параметров рабочего цикла тракторного дизеля. Отсюда

установлено, применяя АТ в тракторном дизеле не удалось сохранить заданные заводом-изготовителем параметры, такие как эффективная мощность и крутящий момент.

В связи с этим возникает проблема определения вида и концентрации АТ, с точки зрения эффективности рабочего процесса тракторного дизеля [7]. Для решения данной проблемы необходимо определить эффективность применения вида и концентрации АТ для тракторного дизеля. В связи с этим определение степени эффективности применения АТ в тракторных дизелях представляет научный интерес.

В связи с этим целью нашей работы является определение эффективности рабочего процесса тракторного дизеля при работе на АТ. Научная новизна заключается в определении количественных показателей эффективности рабочего процесса тракторного дизеля в зависимости от вида и состава АТ. Для достижения поставленной цели необходимо решить несколько задач. Во-первых, определить эффективность рабочего процесса тракторного дизеля. Во-вторых, определить количественные зависимости между видами и составом АТ, а также параметрами эффективности рабочего процесса тракторного дизеля.

**Основная часть.** Основным и главным условием при использовании АТ является сохранение для тракторного дизеля заданных заводом-изготовителем скоростных и нагрузочных характеристик таких же как при работе на дизельном топливе (ДТ) [8]. А именно сохранение зависимостей номинальной эффективной мощности  $N_e$  и крутящего момента  $M_{кр}$  от частоты вращения коленчатого вала  $n$  и нагрузки  $p_e$ :  $N_e^{CT}(n, p_e) = N_e^{DT}(n, p_e)$  и  $M_{кр}^{CT}(n, p_e) = M_{кр}^{DT}(n, p_e)$ , соответственно.

В исследованиях проведенных нами ранее [7] было установлено, что на зависимости  $N_e$  и  $M_{кр}$  оказывает влияние только  $p_e$ , а все остальные показатели входящие в данные выражения зависят только от конструктивных параметров самого тракторного дизеля. В связи с этим для обеспечения требований [8], необходимо чтобы:  $p_e^{DT} = p_e^{CT}$ . Таким образом, удастся добиться сохранения скоростных и нагрузочных характеристик тракторного дизеля, установленные заводом-изготовителем.

Среднее эффективное давление определяется как:

$$p_e = p_i - p_m, \quad (1)$$

где  $p_i$  – среднее индикаторное давление, МПа;

$p_m$  – среднее давление механических потерь, МПа;

В исследованиях, проведенных ранее [7] нами было установлено что  $p_m$  не зависит от вида и концентрации применяемого АГ.

Среднее индикаторное давление определяется:

$$p_i = p_i^t \cdot \varphi_n, \quad (2)$$

где  $p_i^t$  – теоретическое среднее индикаторное давление, МПа;

$\varphi_n$  – коэффициент полноты диаграммы.

В исследованиях [6] было установлено что  $\varphi_n$  не зависит от вида, свойств и концентраций применяемого АГ.

Теоретическое среднее индикаторное давление в общем виде для тракторного дизеля выглядит следующим образом:

$$p_i^t = \frac{p_c}{\varepsilon - 1} \left[ \frac{\lambda \cdot p}{n_2 - 1} \left( 1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left( 1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) + \lambda(p - 1) \right], \quad (3)$$

где  $p_c$  – давление в цилиндре тракторного дизеля в конце процесса сжатия, МПа;

$\varepsilon$  – степень сжатия тракторного дизеля;

$\lambda$  – степень повышения давления;

$\rho$  – степень предварительного расширения;

$n_2$  – средний показатель политропы расширения;

$\delta$  – степень последующего расширения;

$n_1$  – средний показатель политропы сжатия.

Давление в цилиндре тракторного дизеля в конце процесса сжатия, найдется:

$$p_c = \left( p_k - (\beta^2 + \zeta_{вп}) \cdot \frac{\left( \left( R \pi^2 D^2 \sqrt{1 + \frac{R}{L_{ш}}} / 120 \cdot f_{вп} \right)^2 \cdot \pi^2 \right)}{2} \cdot \frac{p_k}{R_g T_k} \right) \cdot \varepsilon^{n_1}, \quad (4)$$

где  $p_k$  – давление воздуха во впускном коллекторе тракторного дизеля, МПа;

$\beta$  – коэффициент затухания скорости движения заряда в рассматриваемом сечении цилиндра;

$\zeta_{вп}$  – коэффициент сопротивления впускной системы, отнесенной к наиболее узкому ее сечению;

$R$  – радиус кривошипа тракторного дизеля, м;

$\pi$  – число пи;

$D$  – диаметр поршня тракторного дизеля, м;

$L_{ш}$  – длина шатуна, м;

$f_{вп}$  – площадь наименьшего сечения впускной системы, м<sup>2</sup>;

$R_g$  – удельная газовая постоянная воздуха, Дж/(кг·град);

$T_k$  – температура воздуха во впускном коллекторе тракторного дизеля, К.

Степень повышения давления:

$$\lambda = \frac{p_z}{p_c}, \quad (5)$$

где  $p_z$  – давление газов в цилиндре в конце сгорания, МПа

Степень предварительного расширения:

$$\rho = \frac{\mu}{\nu_z} \cdot \frac{T_z}{T_c} \quad (6)$$

где  $\mu$  – действительный коэффициент молекулярного изменения рабочей смеси;

$\nu_z$  – давление газов в цилиндре дизеля в конце процесса сгорания, МПа;

$T_z$  – температура газов в конце видимого сгорания, К;

$T_c$  – температура заряда в конце такта сжатия, К.

Средний показатель политропы расширения:

$$n_2 = 1 + \frac{0,215}{\frac{(m \cdot C_v)_{T_z}^{T_z} - (m \cdot C_v)_{T_b}^{T_b}}{T_z - T_b}} \quad (7)$$

где  $(m \cdot C_v)_{T_z}^{T_z}$ ,  $(m \cdot C_v)_{T_b}^{T_b}$  – средние мольные теплоёмкости рабочей смеси в конце процесса сгорания и в конце процесса расширения, кДж/(кмоль·град);

$T_b$  – температура газов в цилиндре дизеля в конце процесса расширения, К.

Степень последующего расширения:

$$\delta = \frac{\varepsilon}{\rho} \quad (8)$$

Средний показатель политропы сжатия:

$$n_1 = 1 + \frac{0,215}{\frac{(m \cdot C_v)_{T_c}^{T_c} - (m \cdot C_v)_{T_k}^{T_k}}{T_c - T_k}} \quad (9)$$

где  $(m \cdot C_v)_{T_c}^{T_c}$ ,  $(m \cdot C_v)_{T_k}^{T_k}$  – средние мольные теплоёмкости свежего заряда в конце такта сжатия и в конце такта впуска, кДж/(кмоль·град);

$T_k$  – температура в конце такта впуска, К.

**Заключение.** Как видно из проведенных исследований, на величину среднего индикаторного давления значительное влияние оказывают физико-химические свойства применяемого АТ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Биотоплива для двигателей внутреннего сгорания / В. А. Марков [и др.]. – Москва: НИЦ «Инженер», 2016. – 292 с.
2. Марков, В. А. Физико-химические свойства нефтяных моторных топлив с добавками растительных масел и их влияние на показатели дизеля / В. А. Марков, Н. Д. Чайнов, С. С. Лобода // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. Машиностроение. – 2018. – № 5 (122).
3. Уханов, А. П. Опыт использования сурепно-минерального топлива в дизеле сельскохозяйственного трактора / А. П. Уханов, Д. А. Уханов. – Москва, 2016.
4. Уханов, А. П. Экспериментальная оценка влияния ультразвуковой обработки сурепно-минерального топлива на показатели тракторного дизеля / А. П. Уханов, Е. А. Сидоров // Научное обозрение. – 2016. – № 1. – С. 108–114.
5. Количественные соотношения и свойства смесевых систем углеводородного состава для дизельного двигателя / Ю. В. Панков [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 12 (154).
6. Исследование показателей работы тракторного дизеля при использовании минерально-сафлоровых смесей / Л. А. Новопашин [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 1 (155).
7. Бузиков, Ш. В. Улучшение эксплуатационных показателей дизелей сельскохозяйственных машин путем оптимизации составов смесевых топлив / Ш. В. Бузиков // Аграрная наука – сельскому хозяйству. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2021. – С. 12–13.
8. ГОСТ 18509-88. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний (с Изменением № 1).

*Аннотация.* Целью работы является определение эффективности рабочего процесса тракторного дизеля при работе на АТ. Научная новизна заключается в определении количественных показателей эффективности рабочего процесса тракторного дизеля в зависимости от вида и состава АТ. Для достижения поставленной цели необходимо решить нескольких задач. Во-первых, определить эффективность рабочего процесса тракторного дизеля. Во-вторых, определить количественные зависимости между видами и составом АТ, а также параметрами эффективности рабочего процесса тракторного дизеля.

*Ключевые слова:* альтернативные топлива, растительные масла, рапсовое масло, рабочий процесс, показатели рабочего процесса