

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЯ  
4Ч 11,0/12,5 ПРИ РАБОТЕ НА ЭТЭ В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ ИЗМЕНЕНИЯ УСТАНОВОЧНОГО УГЛА ОПЕРЕЖЕНИЯ  
ВПРЫСКИВАНИЯ ТОПЛИВА**

***Ключевые слова:** дизель, этанол, расход топлива, установочный угол, этанола-топливная эмульсия, эффективная мощность.*

***Аннотация.** В данной статье рассмотрены проблемы эффективных показателей дизельных двигателей и возможность расширения топливной базы имеющихся современных дизелей. Статья содержит результаты исследований, проведенных на двигателе Д-240 (4Ч11,0/12,5), при работе на этанола-топливной эмульсии. Представлено исследование применения этанола-топливной эмульсии на эффективные показатели дизельного двигателя на номинальном режиме и режиме максимального крутящего момента в зависимости от изменения установочного угла опережения впрыскивания топлива.*

В последние десятилетия в связи с быстрым развитием автомобильного транспорта существенно обострились проблемы воздействия его на окружающую среду. Транспортно-дорожный комплекс является мощным источником загрязнения природной среды. Ежегодно в атмосферу Земли выбрасывается 250 млн тонн мелкодисперсных аэрозолей. Сейчас в биосфере содержится около 3 млн химических соединений, никогда ранее не встречавшихся в природе. Из большого количества вредных выбросов 89 % приходится на выбросы автомобильного транспорта и предприятий дорожно-строительного комплекса. Постоянный рост количества автомобилей оказывает определенное отрицательное влияние на окружающую среду и здоровье человека. Считается, что из-за выхлопных газов ежегодно умирают тысячи людей, а ущерб, который они наносят окружающей среде, оценивают в миллиарды долларов. Выбросы выхлопных газов влияют на развитие многих болезней. Поэтому на сегодняшний день главная задача двигателестроения состоит в создании транспортных средств, работающих на альтернативных видах моторного топлива не нефтяного происхожде-

ния, улучшении качества, эффективных и экологических показателей двигателей.

В качестве альтернативного топлива может послужить этанол (этиловый спирт), который снизит токсичность и дымность [1, 2, 3, 4, 5]. В связи с малыми запасами нефтяного сырья этанол можно получить из растительного сырья (древесины, торфа, отходов сельскохозяйственного и текстильного производства, растительного и вторичного сырья).

Самый эффективный способ применения этанола в двигателе – это добавление его в виде эмульсий с дизельным топливом и пакетом присадок, которые улучшают эффективные и экологические показатели двигателя. Причем этот способ не требует значительных затрат и может применяться на уже используемых двигателях без внесения каких-либо изменений.

В соответствии с поставленными задачами и методикой исследований нами были проведены стендовые испытания дизеля 4Ч 11,0/12,5 на альтернативном топливе – этанола-топливной эмульсии (ЭТЭ).

Регулировочные характеристики для определения эффективных показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения значения установочного УОВТ при работе на ДТ и ЭТЭ на номинальной частоте вращения коленчатого вала ( $n = 2200 \text{ мин}^{-1}$ ) и на частоте вращения максимального крутящего момента ( $n = 1700 \text{ мин}^{-1}$ ) представлены на рисунке 1.

Из графиков видно, что при работе на ДТ на номинальном режиме ( $n = 2200 \text{ мин}^{-1}$ ,  $p_e = 0,63 \text{ МПа}$ ) и значении установочного УОВТ  $\Theta_{\text{впр дт}} = 20^\circ$  до ВМТ, при постоянном часовом расходе ДТ  $G_T = 13,55 \text{ кг/ч}$  эффективная мощность  $N_e$  составляет 53,8 кВт, а значение удельного эффективного расхода ДТ  $g_e$  составляет 250,2 г/(кВт·ч). При увеличении значения установочного УОВТ до  $\Theta_{\text{впр дт}} = 26^\circ$  до ВМТ эффективная мощность  $N_e$  увеличивается до 54,5 кВт, при этом значение  $g_e$  уменьшается до 248,2 г/(кВт·ч). При значении установочного УОВТ  $\Theta_{\text{впр дт}} = 29^\circ$  до ВМТ происходит снижение эффективной мощности  $N_e$  до значения 53,1 кВт, при этом значение  $g_e$  увеличивается до 256,1 г/(кВт·ч). При значении установочного УОВТ  $\Theta_{\text{впр дт}} = 23^\circ$  до ВМТ эффективная мощность  $N_e$  принимает максимальное значение 55,1 кВт, при этом значение  $g_e$  имеет минимальное значение 244,1 г/(кВт·ч).

Рассматривая зависимости  $N_e$ ,  $G_T$ , и  $g_e$ , можно отметить, что при работе на ДТ и частоте вращения  $n = 2200 \text{ мин}^{-1}$  по условию наилучшей экономичности значение установочного УОВТ равно  $\Theta_{\text{впр дт}} = 23^\circ$

до ВМТ. Это значение установочного УОВТ рекомендовано заводом-изготовителем.

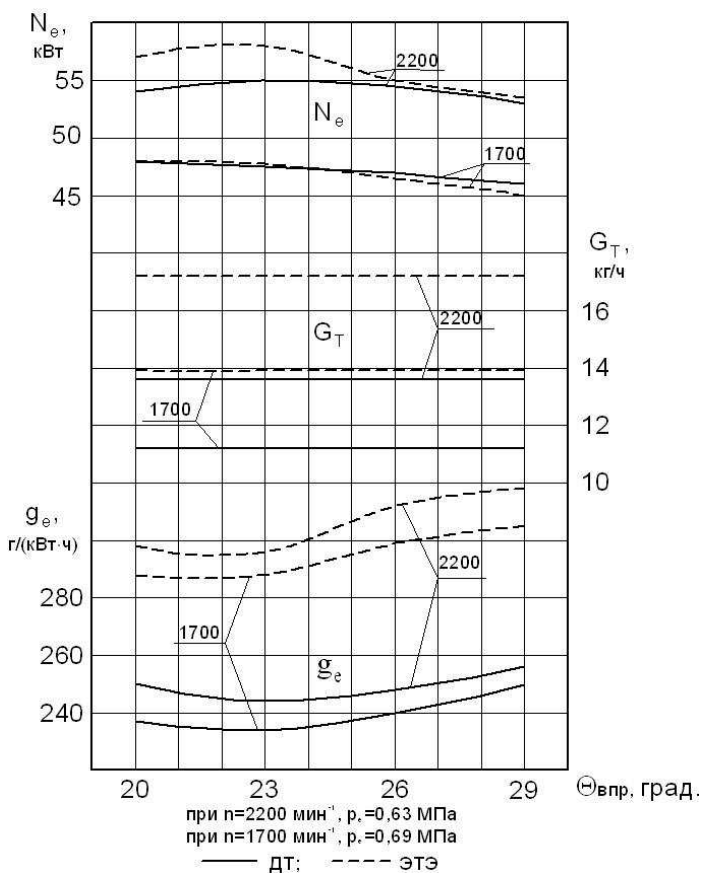


Рисунок 1 – Изменение мощностных и экономических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 при различных установочных УОВТ ДТ и ЭТЭ при  $n = 2200 \text{ мин}^{-1}$  и  $n = 1700 \text{ мин}^{-1}$

Рассматривая показатели работы дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на ЭТЭ на номинальном режиме ( $n = 2200 \text{ мин}^{-1}$ ,  $p_c = 0,63 \text{ МПа}$ ), можно отметить, что при значении установочного УОВТ  $\Theta_{впр \text{ МТЭ}} = 20^\circ$  до ВМТ, при постоянном значении часового расхода топлива  $G_t = 17,22 \text{ кг/ч}$  эффективная мощность  $N_e$  составляет 56,9 кВт, а зна-

чение  $g_e = 298,3$  г/(кВт·ч). При увеличении значения установочного УОВТ до  $\Theta_{\text{впр мтэ}} = 26^\circ$  до ВМТ происходит снижение эффективной мощности  $N_e$  до значения 55,0 кВт, при этом происходит увеличение значения  $g_e$  до 302,5 г/(кВт·ч). При значении установочного УОВТ  $\Theta_{\text{впр мтэ}} = 29^\circ$  до ВМТ происходит снижение эффективной мощности  $N_e$  до значения 53,6 кВт, при этом происходит увеличение значения  $g_e$  до 318,1 г/(кВт·ч). При значении установочного УОВТ  $\Theta_{\text{впр мтэ}} = 23^\circ$  до ВМТ эффективная мощность  $N_e$  достигает максимального значения и составляет 58,0 кВт, при этом значение  $g_e$  принимает минимальное значение и составляет 295,5 г/(кВт·ч).

Увеличение значений  $G_T$  и  $g_e$  при работе дизеля при всех значениях установочных УОВТ на ЭТЭ по сравнению с работой на ДТ объясняется меньшим значением теплотворной способности ЭТЭ по сравнению с ДТ. Из анализа графиков  $N_e$ ,  $G_T$ , и  $g_e$  следует, что при работе на ЭТЭ значение оптимального установочного УОВТ на номинальном режиме по условию наилучшей экономичности равно  $23^\circ$  до ВМТ.

Проводя анализ графиков работы дизеля 4Ч 11,0/12,5 на режиме максимального крутящего момента ( $n = 1700$  мин<sup>-1</sup>,  $p_e = 0,69$  МПа) при работе на ДТ, можно отметить, что при постоянном значении часового расхода ДТ  $G_T = 11,15$  кг/ч при значении установочного УОВТ  $\Theta_{\text{впр дт}} = 20^\circ$  до ВМТ эффективная мощность  $N_e$  составляет 47,5 кВт, а значение  $g_e = 237,2$  г/(кВт·ч). При увеличении значения установочного УОВТ до  $\Theta_{\text{впр дт}} = 26^\circ$  до ВМТ эффективная мощность  $N_e$  уменьшается до 47,1 кВт, а значение  $g_e$  увеличивается и составляет 240,0 г/(кВт·ч). При значении установочного УОВТ  $\Theta_{\text{впр дт}} = 29^\circ$  до ВМТ происходит снижение эффективной мощности  $N_e$  до 45,9 кВт, при этом значение  $g_e$  увеличивается до 249,7 г/(кВт·ч). При значении установочного УОВТ  $\Theta_{\text{впр дт}} = 23^\circ$  до ВМТ происходит увеличение эффективной мощности  $N_e$  до максимального значения 47,6 кВт, при этом значение  $g_e$  имеет минимальное значение 234,2 г/(кВт·ч).

Рассматривая показатели работы дизеля 4Ч 11,0/12,5 на режиме максимального крутящего момента ( $n = 1700$  мин<sup>-1</sup>,  $p_e = 0,69$  МПа) при работе на ЭТЭ, можно отметить, что при значении установочного УОВТ  $\Theta_{\text{впр мтэ}} = 20^\circ$  до ВМТ, при постоянном часовом расходе топлива  $G_T = 13,91$  кг/ч эффективная мощность  $N_e$  составляет 47,9 кВт, а значение  $g_e$  составляет 288,3 г/(кВт·ч). При значении установочного УОВТ  $\Theta_{\text{впр мтэ}} = 23^\circ$  до ВМТ эффективная мощность увеличивается до максимального значения  $N_e = 48,0$  кВт, а значение  $g_e$  имеет минимальное значение и составляет 288,0 г/(кВт·ч). При значении установочного УОВТ  $\Theta_{\text{впр мтэ}} = 26^\circ$  до ВМТ эффективная мощность  $N_e$  сни-

жается до значения 46,5 кВт, а значение  $g_e$  увеличивается и составляет 298,7 г/(кВт·ч). При значении установочного УОВТ  $\Theta_{\text{впр мтэ}} = 29^\circ$  до ВМТ происходит снижение эффективной мощности  $N_e$  до значения 45,0 кВт, при этом значение  $g_e$  увеличивается до 305,5 г/(кВт·ч).

Из анализа регулировочной характеристики по установочному УОВТ следует, что для всех режимов работы дизеля, исходя из минимального значения удельного эффективного расхода топлива  $g_e$ , при работе на ДТ оптимальным значением установочного УОВТ является  $\Theta_{\text{впр дт}} = 23^\circ$  до ВМТ, а при работе на ЭТЭ  $\Theta_{\text{впр мтэ}} = 23^\circ$  до ВМТ.

В результате проведенных исследований физико-химических ЭТЭ различного состава в качестве оптимальной для дизеля 4Ч 11,0/12,5 была принята эмульсия следующего состава: ДТ – 67,5 %, вода – 7 %, этанол – 25 %, присадка сукциминиды С-5А – 5 %. Все стендовые испытания дизеля проводились на топливе данного состава. На основании проведенных экспериментальных стендовых исследований рабочего процесса дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на ЭТЭ определены значения оптимальных условий углов опережения впрыскивания топлива: для ЭТЭ –  $23^\circ$  п.к.в. до ВМТ, для ДТ –  $23^\circ$  п.к.в. до ВМТ. При этом установлена возможность сохранения мощностных показателей на уровне серийного дизеля при концентрации этанола в составе ЭТЭ – 25 %, этим достигается экономия ДТ до 30 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование рабочих процессов в цилиндре газодизеля 4Ч 11,0/12,5 / В. А. Лиханов, [и др.]. // Монография. Киров: Вятская ГСХА, 2004. 330 с.

2. Лиханов В. А. Снижение токсичности и улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей путем применения метанола. Киров: Вятская ГСХА, 2001. 212 с.

3. Лиханов В. А., Лопатин О. П. Образование и нейтрализация оксидов азота в цилиндре газодизеля: Монография. Киров: Вятская ГСХА, 2004. 106 с.

4. Лиханов В. А., Сайкин А. М. Снижение токсичности автотракторных дизелей. 2-е изд., испр. и доп. М.: Колос, 1994. 224 с.

5. Чупраков А. И. Этанол как альтернатива нефтяным моторным топливам. // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания: Материалы II Всероссийской науч.-практ. конф. «Наука – Технология – Ресурсосбережение»: сборник научных трудов. С.-Петербург– Киров: Российская академия транспорта–Вятская ГСХА, 2008. Вып. 5

**RESEARCH OF EFFECTIVE INDICATORS OF THE DIESEL  
ENGINE 4Ч 11,0/12,5 AT WORK ON ETHANOL AND FUEL MIX  
IN DEPENDENCE FROM CHANGE OF THE  
ADJUSTING CORNER OF THE ADVANCING OF INJECTION  
OF FUEL**

***Keywords:** a diesel engine, ethanol, the fuel expense, an adjusting corner, an ethanol and fuel mix, effective power.*

***Annotation.** In given article problems of effective indicators of diesel engines and possibility of expansion of fuel base of available modern diesel engines are considered. Article contains results of the researches spent on engine D-240 (4Ч11,0/12,5) at work on a mix of fuel and ethanol. Research of application of a mix of fuel and ethanol on effective indicators of the diesel engine on a nominal mode and a mode of the maximum twisting moment depending on change of an adjusting corner of an advancing of injection of fuel is presented.*

---

**ЗОНОВ АНТОН ВАСИЛЬЕВИЧ** – доцент кафедры «Начертательная геометрия и черчение», Вятский государственный университет, Россия, Киров, (antonzonov@yandex.ru).

**ZONOV ANTON VASIL`EVICH** – the senior lecturer of chair «Descriptive geometry and plotting», Vjatka state university, Russia, Kirov, (antonzonov@yandex.ru).

---