

## СКОРОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ОТРАБОТАВШИХ ГАЗАХ ДИЗЕЛЯ 4С11,0/12,5 В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА

**Ключевые слова:** дизель, дымность, оксиды азота, токсичность, экологические показатели, этанол, этанола-топливная эмульсия.

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены проблемы токсичности дизельных двигателей и возможность расширения топливной базы имеющихся современных дизелей. Статья содержит результаты исследований, проведенных на двигателе Д-243 (4С11,0/12,5), при работе на этанола-топливной эмульсии. Представлено влияние применения этанола-топливной эмульсии на экологические показатели дизельного двигателя на различных скоростных и нагрузочных режимах.

К настоящему времени в нашей стране, как и во всем мире, складывается неблагоприятная экологическая обстановка. Существенный вклад в загрязнение окружающей среды, и в первую очередь воздуха, безусловно, вносит и автомобильный транспорт. Одним из наиболее эффективных способов снижения отработавших газов (ОГ) является использование альтернативных топлив, в том числе из возобновляемого сырья. Такими топливами являются метиловый и набирающий большую актуальность этиловый спирты и эмульсии на его основе [1, с. 52; 4, с. 36]. В то же время использование этих топлив в двигателях с искровым зажиганием применяется достаточно давно и показало свою эффективность (снижение выбросов вредных веществ, при использовании газового и спиртового топлива, составляет на разных двигателях, по оценке специалистов, от 20 до 40%) [5, с. 27]. При этом практически не изучен вопрос об использовании вышеуказанных топлив в автомобильных и тракторных дизелях. А это на основании уже проведенных нами исследований, подтвержденных документально, позволя-

ет значительно снизить выбросы с ОГ таких токсичных компонентов, как оксиды азота  $\text{NO}_x$  (до 30%) и сажи (до 90%) [2, с. 54; 3, с. 75]. Столь существенное сокращение выбросов вредных веществ с ОГ позволит уже существующим и находящимся в эксплуатации двигателям соответствовать современным экологическим требованиям.

Скоростные характеристики изменения содержания токсичных компонентов в ОГ дизеля 4С11,0/12,5 на оптимальном установочном УОВТ в зависимости от изменения частоты вращения коленчатого вала представлены на рис. 1 [1, с. 53; 2, с. 55; 5, с. 156].

Из графиков видно, что при работе дизеля на ДТ на всем скоростном диапазоне работы содержание углеводородов  $\text{CH}_x$  в ОГ увеличивается. При увеличении частоты вращения уменьшается содержание оксидов азота  $\text{NO}_x$  в ОГ от 1175 ppm при  $n = 1200 \text{ мин}^{-1}$  до 830 ppm при  $n = 2400 \text{ мин}^{-1}$ . Уменьшение содержания  $\text{NO}_x$  составляет 29,4 %. При увеличении частоты вращения уменьшается содержание  $\text{CO}_2$  в ОГ. Так, при  $n = 1200 \text{ мин}^{-1}$  значение  $\text{CO}_2$  составляет 7,0 %, а при  $n = 2400 \text{ мин}^{-1}$  значение  $\text{CO}_2$  составляет 6,4 %. Содержание  $\text{CO}_2$  в ОГ уменьшается на 8,6 %. Содержание CO в ОГ понижается с 0,225 % при  $n = 1200 \text{ мин}^{-1}$  до 0,120 % при  $n = 2400 \text{ мин}^{-1}$ , или в 1,9 раза. Дымность ОГ с увеличением частоты вращения увеличивается. Так, при  $n = 1200 \text{ мин}^{-1}$  дымность ОГ составляет 2,5 единицы по шкале Bosch, а при частоте  $n = 2400 \text{ мин}^{-1}$  – 3,1 единицы по шкале Bosch, т.е. дымность повышается в 1,24 раза.

Если рассматривать изменение токсических показателей при работе дизеля на ЭТЭ можно сделать следующие выводы. При увеличении частоты вращения уменьшается содержание  $\text{NO}_x$  в ОГ от 785 ppm при  $n = 1200 \text{ мин}^{-1}$  до 605 ppm при  $n = 2400 \text{ мин}^{-1}$ . Уменьшение содержания  $\text{NO}_x$  составляет 23 %. При работе дизеля на ЭТЭ при увеличении частоты вращения коленчатого вала содержание  $\text{CH}_x$  в ОГ увеличивается на всем скоростном диапазоне работы. При увеличении частоты вращения снижается содержание  $\text{CO}_2$  в ОГ. Так, при  $n = 1200 \text{ мин}^{-1}$  содержание  $\text{CO}_2$  в ОГ составляет 7,9 %, а при увеличении частоты вращения до максимальной, т.е. при  $n = 2400 \text{ мин}^{-1}$ , содержание  $\text{CO}_2$  в ОГ составляет 6,1 %. Содержание  $\text{CO}_2$  снижается на 22,8 %. Содержание CO в ОГ снижается с 0,145 % при  $n = 1200 \text{ мин}^{-1}$  до 0,095 % при  $n = 2400 \text{ мин}^{-1}$ , или на 34,5 %. Дымность ОГ (С) с увеличением частоты вращения увеличивается. Так, при  $n = 1200 \text{ мин}^{-1}$  дымность ОГ составляет 0,9 единицы по шкале Bosch, а при  $n = 2400 \text{ мин}^{-1}$  – 1,4 единицы по шкале Bosch, т.е. повышается в 1,6 раза.

Анализируя изменение содержания токсичных компонентов в ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 при переходе с ДТ на ЭТЭ при работе дизеля на оптимальном установочном УОВТ в зависимости от изменения частоты вращения коленчатого вала, можно отметить следующее. Содержание  $\text{NO}_x$  в ОГ при работе дизеля на ЭТЭ меньше, чем при работе дизеля на ДТ. Так, при  $n = 1200 \text{ мин}^{-1}$  содержание  $\text{NO}_x$  снижается с 1175 ppm при работе дизеля на ДТ до 785 ppm при работе дизеля на ЭТЭ. Снижение составляет 33,2 %. На большей частоте вращения коленчатого вала также происходит снижение содержания  $\text{NO}_x$ . Так, при  $n = 2400 \text{ мин}^{-1}$  содержание  $\text{NO}_x$  при работе дизеля на ДТ составляет 830 ppm, а при работе дизеля на ЭТЭ составляет 605 ppm. Снижение составляет 27,1 %. Содержание  $\text{CH}_x$  в ОГ при работе дизеля на ЭТЭ на малой частоте вращения ( $n = 1200 \text{ мин}^{-1}$ ) повышается и составляет 0,070 % по сравнению с содержанием  $\text{CH}_x$  при работе дизеля на ДТ, которое составляет 0,046 %, т.е. увеличивается в 1,5 раза. При увеличении частоты вращения до  $n = 2400 \text{ мин}^{-1}$  содержание  $\text{CH}_x$  в ОГ при работе дизеля на ЭТЭ также возрастает и составляет 0,35 % по сравнению с содержанием  $\text{CH}_x$  при работе дизеля на ДТ, которое равно 0,074 %, т.е. увеличивается в 4,7 раза.

Содержание  $\text{CO}_2$  в ОГ при работе дизеля на ДТ при частоте вращения  $n = 1200 \text{ мин}^{-1}$  составляет 7,0 %, а при работе дизеля на ЭТЭ – 7,9 %, т.е. повышается на 12,9 %. При увеличении частоты вращения до  $n = 2400 \text{ мин}^{-1}$  содержание  $\text{CO}_2$  в ОГ при работе дизеля на ДТ составляет 6,4 %, а при работе дизеля на ЭТЭ – 6,1 %. Т.е. снижение содержания  $\text{CO}_2$  составляет 4,7 %. Содержание  $\text{CO}$  в ОГ при частоте вращения  $n = 1200 \text{ мин}^{-1}$  на ДТ составляет 0,225 %, а при работе дизеля на ЭТЭ – 0,145 %. Содержание  $\text{CO}$  в ОГ уменьшается в 1,6 раза. При увеличении частоты вращения до  $n = 2400 \text{ мин}^{-1}$  содержание  $\text{CO}$  в ОГ при работе дизеля на ДТ составляет 0,12 %, а при работе дизеля на ЭТЭ 0,095 %, т.е. уменьшается в 1,3 раза. Дымность ОГ (С) при работе дизеля на ЭТЭ, по сравнению с работой на ДТ, изменяется с увеличением частоты вращения. Так, при  $n = 1200 \text{ мин}^{-1}$  при работе дизеля на ДТ, значение дымности составляет 2,5 единицы по шкале Bosch, а при работе дизеля на ЭТЭ – 0,9 единицы по шкале Bosch. При увеличении частоты вращения до  $n = 2400 \text{ мин}^{-1}$  значение дымности при работе дизеля на ДТ составляет 3,1 единицы по шкале Bosch, а при работе дизеля на ЭТЭ 1,4 единицы по шкале Bosch, т.е. дымность снижается более чем в 2 раза.

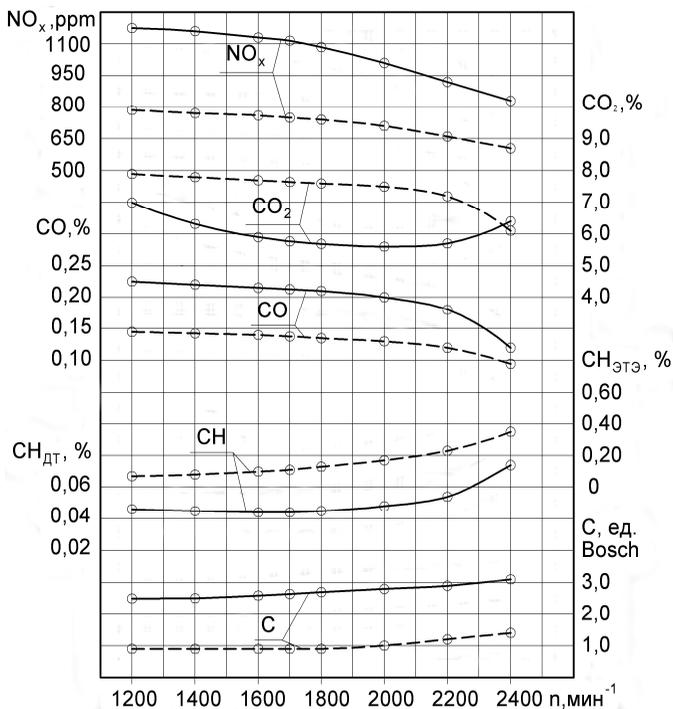


Рисунок 1 – Влияние применения ЭТЭ на токсические показатели дизеля 4С 11,0/12,5 в зависимости от изменения частоты вращения коленчатого вала: — — дизельный процесс, - - - - ЭТЭ

Анализируя изменение содержания токсичных компонентов в ОГ дизеля 4С 11,0/12,5 при переходе с ДТ на ЭТЭ, отметим, что при работе дизеля на ЭТЭ на всем скоростном диапазоне уменьшается содержание в ОГ дизеля оксида углерода СО, происходит увеличение диоксида углерода СО<sub>2</sub>, возрастает содержание суммарных углеводородов СН<sub>х</sub>. При этом значительно снижается содержание оксидов азота NO<sub>х</sub> и уменьшается дымность ОГ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зонов А.В. Исследование применения ЭТЭ на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4СН11,0/12,5 в зависимости от угла поворота коленчатого вала. С. 52–53.
2. Зонов А.В., Лиханов В.А., Чупраков А.И., Шаромов И.М. Влияние применения этанола-топливной эмульсии на эффективные показатели дизеля 4СН11,0/12,5. Транспорт на альтернативном топливе. 2011. Т. 22. № 4. С. 54–56.
3. Зонов А.В., Лиханов В.А., Чупраков А.И., Шаромов И.М. Влияние этанола на процесс сгорания в цилиндре дизеля 4СН11,0/12,5. Транспорт на альтернативном топливе. 2012. № 3. С. 75–77.
4. Лиханов В.А., Сайкин А.М. Снижение токсичности авто-тракторных дизелей. 2-е изд., испр. и доп. М.: Колос, 1994. 224 с.
5. Лиханов В.А. Снижение токсичности и улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей путем применения метанола. Киров: Вятская ГСХА, 2001. 212 с.

## VELOCITY CHARACTERISTICS OF CHANGE OF TOXIC COMPONENTS RATE IN 4СН11.0/12.5 DIESEL WORKED-OUT GASES IN DEPENDENCE ON FREQUENCY OF CRANKSHAFT ROTATION

*Keywords:* toxicity, diesel, ethanol, ethanol and fuel emulsion, ecological indicators, nitrogen oxides, smoke.

*Annotation.* This article examines the problem of toxicity of diesel engines and the possibility of expanding the base of available fuel for modern diesel engines. The article contains the results of studies on the engine D-243 (4СН11,0/12,5), while working on ethanol and fuel emulsion. It shows the effect of the use of ethanol and fuel emulsion on the ecological indicators of diesel engine at different speed and load conditions.

---

**ЗОНОВ АНТОН ВАСИЛЬЕВИЧ** – кандидат технических наук, доцент кафедры начертательной геометрии и черчения, Вятский государственный университет, Россия, Киров, ([antonzonov@yandex.ru](mailto:antonzonov@yandex.ru)).

**ZONOV ANTON VASILYEVICH** – candidate of Technical Sciences, docent of the chair «Descriptive geometry and drawing», Vyatka State University, Russia, Kirov, ([antonzonov@yandex.ru](mailto:antonzonov@yandex.ru)).

---