

## **ИНДИКАТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДВИГАТЕЛЯ 4ЧН 11,0/12,5 ПРИ РАБОТЕ НА СМЕСЕВОМ ТОПЛИВЕ**

Р. С. ДАРГЕЛЬ, ассистент  
А. Н. КАРТАШЕВИЧ, д-р техн. наук, профессор

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

Каждый год парк автотракторной техники по всему миру идет на возрастание в больших объемах. Естественно, с таким ростом и увеличивается мощность, а также расширяется сфера применения техники. Во время эксплуатации техники с отработавшими газами (ОГ) выбрасывается огромное количество различных токсичных элементов, которые негативно воздействуют на экологию окружающей среды. Содержание вредных веществ (ВВ) в кбинах различной техники в несколько раз превышает допустимые нормы. К таким ВВ можно отнести оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ), углеводороды ( $\text{C}_n\text{H}_m$ ), оксиды углерода (СО), сажа (С), а также и полициклические ароматические углеводороды [1, 2].

В роли основного источника энергии для автотракторной техники применяют двигатели внутреннего сгорания, которые подразделяются на дизельные и бензиновые. Огромную популяцию в автотракторной, дорожной, сельскохозяйственной и строительной технике имеют дизельные двигатели. Этот факт обусловлен лучшей топливной экономичностью, наибольшей мощностью при наименьшей частоте вращения коленчатого вала в отношении к бензиновым двигателям, меньшими выбросами оксидов углерода и углеводородов. Двигатели, работающие на дизельном топливе, наиболее приспособлены к работе на топливах с различными физико-химическими свойствами. Такое обстоятельство показывает то, что альтернативные топлива легче и проще реализовать на базе дизельных двигателей, нежели чем на бензиновых. На больших степенях сжатия и коэффициентах избытка воздуха в значительной степени эффективнее сжигание тяжелых и легких топлив в дизельных двигателях, нежели чем в бензиновых двигателях [3, 4, 5].

Одними из основных путей по снижению загрязнения окружающей среды при работе автотракторной техники можно отметить следующие: снижение расхода топлива, улучшение качества рабочего процесса двигателей внутреннего сгорания и распространение автотрактор-

ной техники, работающей на альтернативных возобновляемых видах топлива [6].

Значительное отрицательное воздействие автотракторной техники на окружающую среду можно снизить, используя двухтопливные системы питания. Такие системы питания позволяют работать двигателям по как на дизельном топливе, так и на смесевом. В качестве компонента смесевого топлива можно применять сурепное масло, которое является одним из возобновляемых источников. Сурепное масло дает хорошую возможность полностью или частично заместить топливо нефтяного происхождения. Ведь известно, что применение биотоплив очень положительно воздействует на парниковый эффект и снижает вредные выбросы ОГ [7, 8].

Исследование показателей процесса сгорания при работе на ДТ и на смесях 90 % ДТ + 10 % СУРМ и 80 % ДТ + 20 % СУРМ производилось с помощью индицирования на номинальном скоростном режиме с частотой вращения 1800 мин<sup>-1</sup>. Снятие индикаторных диаграмм осуществлялось при определённых ранее рациональных значениях установочного угла опережения впрыскивания топлива и постоянных для каждого из скоростных режимов значениях среднего эффективного давления  $p_e$ .

Анализируя график (рис. 1) видно, что при увеличении содержания в смеси СУРМ, кривая сдвигается в сторону поздних углов  $\varphi_i$ . Таким образом  $\varphi_{i \text{ ДТ}} = 20,2$  градуса, а значения углов, соответствующих действительному моменту впрыскивания при работе дизеля на смесях 90 % ДТ + 10 % СУРМ и 80 % ДТ + 20 % равны  $\varphi_{i \text{ СУРМ10}} = 21,2$  градуса и  $\varphi_{i \text{ СУРМ20}} = 21,5$  градус. По аналогии наблюдается снижение давления  $P_z$  с увеличением концентрации СУРМ в смеси.

Анализ данных обработки индикаторных диаграмм по методике ЦНИДИ на ЭВМ показал, что работа дизеля на смесях 90% ДТ + 10% СУРМ и 80% ДТ + 20% сопровождается изменением характеристик тепловыделения (рис. 2).

Так, при частоте вращения 1800 мин<sup>-1</sup> и работе на чистом ДТ  $T_{\text{max}} = 2835$  К, при работе на смесях 90 % ДТ + 10 % СУРМ и 80% ДТ + 20 %  $T_{\text{max}} \text{ СУРМ10} = 2750$  К и  $T_{\text{max}} \text{ СУРМ20} = 2580$  К.

Сопоставление кривых выделения теплоты  $\chi$ , активного тепловыделения  $\chi_i$  и динамики использования теплоты позволяет заключить, что сгорание смесей 90 % ДТ + 10 % СУРМ и 80 % ДТ + 20 % начинается позже, чем ДТ и протекает медленнее. Данное обстоятельство

можно объяснить тем, что смесевое топливо на основе ДТ и СУРМ имеет меньшее значение ЦЧ, чем ДТ.

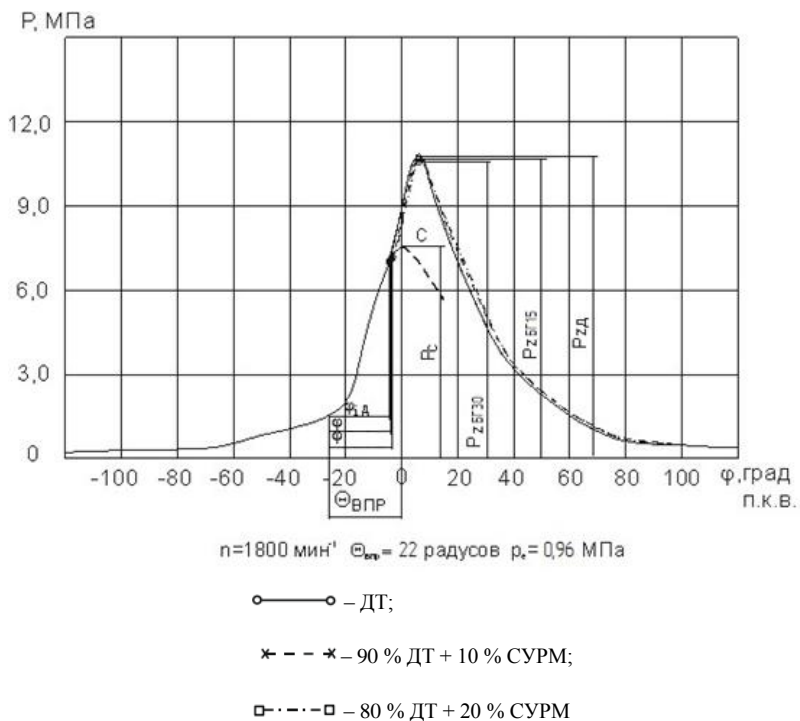


Рис. 1. Влияние применения смесей 90 % ДТ + 10 % СУРМ, 80 % ДТ + 20 % СУРМ на индикаторные диаграммы дизеля 4ЧН 11,0/12,5

В в. м. т. при работе на ДТ доля активного тепловыделения составляет 0,16 от общего количества выделившейся теплоты. При содержании 90 % ДТ + 10 % СУРМ  $\chi_{i \text{ СУРМ}} = 0,15$ , а при 80 % ДТ + 20 % СУРМ  $\chi_{i \text{ СУРМ}20} = 0,11$ . По кривым динамики активного тепловыделения видно, что выделение теплоты с увеличением содержания СУРМ в смесевых составах замедляется, процесс сгорания заканчивается позднее.

Замедление процесса сгорания обуславливает снижение скорости тепловыделения. Если для дизельного процесса  $(d\chi / d\phi)_{\text{max ДТ}} = 0,093$ , то при работе на смесях 90 % ДТ + 10 % СУРМ и 80 % ДТ + 20 % эти

значения равны, соответственно,  $(d\chi / d\varphi)_{\max\text{СУРМ}10} = 0,089$  и  $(d\chi / d\varphi)_{\max\text{СУРМ}20} = 0,081$ .

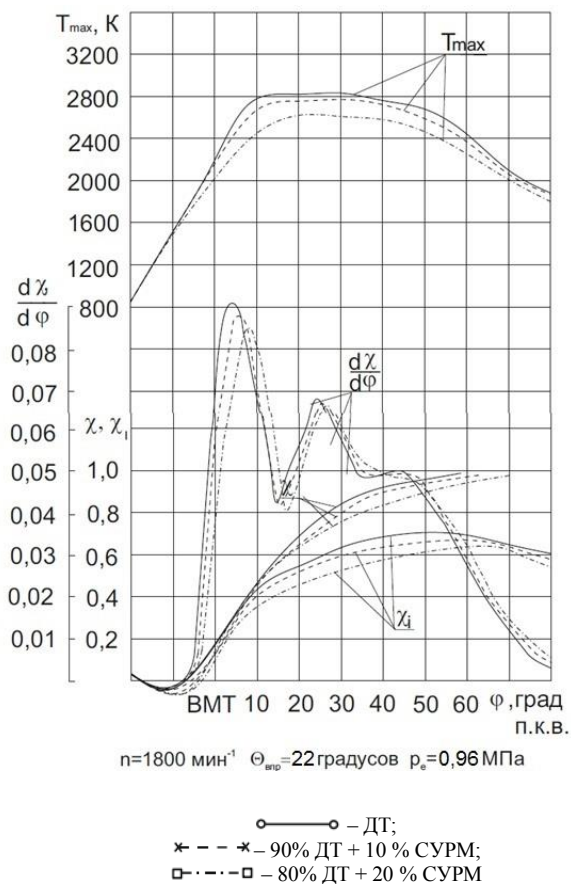


Рис. 2. Влияние применения смесей 90 % ДТ + 10 % СУРМ, 80 % ДТ + 20 % СУРМ на характеристики тепловыделения дизеля 4ЧН 11,0/12,5

Понижение максимальной скорости тепловыделения обуславливается увеличением периода задержки воспламенения и меньшей скоростью сгорания смесевых составов.

Рассмотрев показатели индикаторной диаграммы и тепловыделения дизеля 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2), следует то, что с увеличением содержания СУРМ в смесевых составах замедляется процесс сгорания. Это обстоятельство также подтверждает сдвиг оптимальных значений эффективных показателей регулировочной характеристики в сторону более ранних углов опережения впрыскивания топлива.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Альтернативные виды топлива для двигателей / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2012. – 376 с.
2. Малышкин, П. Ю. Влияние отработавших газов дизелей на окружающую среду / П. Ю. Малышкин // Материалы междунар. науч.-техн. конф. молод. ученых. – Могилев: БРУ, 2011. – С. 155.
3. Звонов, В. А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания. – Москва: Машиностроение, 1981. – 160 с.
4. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. – Lyon, 2006. – 25 с.
5. Гутаревич, Ю. Ф. Охрана окружающей среды от загрязнения выбросами двигателей / Ю. Ф. Гутаревич. – Москва: Транспорт, 1989. – 200 с.
6. Белоусов, В. А. Дымность отработавших газов грузовых автомобилей, следующих транзитом через Республику Беларусь / В. А. Белоусов, А. А. Сушнев // Технические вузы – Республике. – Минск: БГПА, 1997. – Ч. 3. – С. 65.
7. Покровская, С. Ф. Влияние загрязнения воздуха на растения / С. Ф. Покровская. – Москва, 1973. – 52 с.
8. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.

*Аннотация.* Приведены результаты экспериментальных исследований показателей процесса сгорания в дизельном двигателе 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) при работе на дизельном топливе (ДТ) и на смесях 90 % ДТ + 10 % СУРМ и 80 % ДТ + 20 % СУРМ. Данные экспериментальные исследования выполнены на кафедре «Тракторы, автомобили и машины для природообустройства» БГСХА в научно-исследовательской лаборатории «Испытание двигателей внутреннего сгорания». Объектом исследования является процесс сгорания в дизельном двигателе 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) при работе на ДТ с добавлением СУРМ по массе. Целью исследования явилось построение индикаторной диаграммы и характеристики тепловыделения дизеля 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) при работе на ДТ с добавлением СУРМ.

*Ключевые слова:* сурепное масло, смесевое топливо, автотракторный двигатель, экологические показатели, индикаторная диаграмма.