

ВЛИЯНИЕ СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА НА ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТОПЛИВНОГО ФАКЕЛА В СИЛОВОЙ УСТАНОВКЕ ТРАКТОРА

*инженер Товстыка В.С.,
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия*

THE INFLUENCE OF MIXED FUELS TO MODIFY FUEL TORCH IN THE POWER PLANT OF THE TRACTOR

*engineer, Tawstyka V. S.,
Belarusian state agricultural Academy*

Аннотация. Описывается влияние смешанного топлива на основе рапсового масла на изменение параметров топливного факела силовой установки трактора. Теоретически исследуется чистое дизельное топливо, топливо, содержащее 20 % и 40 % рапсового масла. Рассматривается целесообразность использования смешанного топлива переменного состава при работе дизеля с устройством, позволяющим изменять концентрацию рапсового масла в смеси в зависимости от режима работы дизеля.

Annotation. Describes the influence of mixed fuel based on rapeseed oil to modify fuel torch power plant of the tractor. Theoretically investigated the pure diesel fuel, fuel containing 20 % and 40 % rapeseed oil. Examines the feasibility of using mixed fuel of variable composition during the operation of a diesel engine with a device that allows you to modify the concentration of rapeseed oil in the mixture depending on the operation mode of the diesel engine.

Ключевые слова: смешанное топливо, топливный факел, трактор, силовая установка.

Keywords: composite fuel, torch fuel, tractor, power unit.

Известно, что при эксплуатации трактора наибольший вред окружающей среде (ОС) приносит его силовая установка. Двигатель создаёт шум, вибрацию и выбрасывает в атмосферу вредные вещества. Отработавшие газы (ОГ) дизелей содержат более 1000 токсичных компонентов, большую часть из которых представляют различные углеводороды. Токсичные компоненты ОГ силовых установок тракторов наносят значительный вред здоровью человека, могут накапливаться в воде, растениях и почве [1]. В воздухе они могут превращаться в другие вещества, которые в определенных условиях могут быть более токсичными, чем исходные продукты. Загрязнение окружающей среды токсичными компонентами ОГ силовых установок тракторов приводит к снижению продуктивности животноводства и ухудшению качества продукции [2].

Воздействие ОГ ДВС на растительность обусловлено попаданием ОГ как на поверхность растений, так и в клетки (с почвенными водами). Особенно растения чувствительны к оксидам серы и азота, а также соединениям оксидов азота с углеводородами.

Состав ОГ тракторов в большой мере обуславливается типом используемого топлива. В настоящее время одним из перспективных моторных видов топлива является рапсовое масло и его смеси с дизельным топливом. Рапсовое масло имеет ряд достоинств: оно не токсично и не огнеопасно, не содержит сернистых соединений, является возобновляемым топливом. Использование его в тракторах возможно и перспективно [1]. Поскольку адаптировать новые топлива к существующим тракторам достаточно сложно, целесообразно оценить влияние альтернативным видам топлив на рабочий процесс силовых установок тракторов. Качество рабочего процесса дизеля во многом обуславливается процессами впрыска, распыливания и смесеобразования топлива.

Характеристики процесса топливоподачи в дизелях зависят от скорости истечения топлива из сопловых отверстий, скорости продвижения переднего фронта факела и глубины его проникновения в камеру (дальнобойности), угла конуса факела, распределения топлива в объёме факела, мелкость и однородность его распыливания.

Исследование процессов топливоподачи возможно как экспериментальными методами, так и моделированием этих процессов с использованием различных математических моделей. При этом моделирование позволяет уменьшить материальные затраты и сократить время исследований.

При рассмотрении процессов впрыскивания и распыливания важными показателями, влияющими на качество смесеобразования являются: длина струи L , угол конуса раскрытия струи β , мелкость распыливания.

При рассмотрении процессов смесеобразования необходимо определять динамику развития струй распыленного топлива [3, 4, 5]. Произведём расчёт основных параметров топливного факела по методике, предложенной А.С. Лышевским [5]. Длина струи распыленного топлива определяется следующим образом:

$$L = \sqrt{\frac{d_c \cdot U_c}{\sqrt{2} \cdot a_{\pi}}} \cdot t, \quad (1)$$

где d_c – диаметр соплового отверстия форсунки, м; U_c – скорость истечения топлива из отверстия форсунки, м/с; a_{π} – коэффициент, зависящий от критериев Вебера и Лапласа; t – время истечения струи, с.

Зависимость для определения угла конуса раскрытия струи α имеет вид:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 0.00751 \cdot \frac{W_e^{0.32} \cdot \sqrt{\rho}}{M^{0.07}}, \quad (2)$$

где W_e – числовой критерий Вебера; ρ – отношение плотности воздуха в камере сгорания к плотности топлива; M – числовой критерий Лапласа.

Мелкость распыливания оценим по среднему диаметру капель, взвешенному по удельной поверхности:

$$D = 1.445 \cdot d_c \cdot \frac{M^{0.0733}}{(\rho \cdot W_e)^{0.266}}. \quad (3)$$

Произведём расчёт для условий работы дизеля Д-245.5S2 на трёх режимах работы согласно восьмиступенчатого испытательного цикла правил ЕЭК ООН № 96. Данные расчёта по формулам (1–3) представлены на рисунке 1.

Расчёты показывают, что с ростом концентрации рапсового масла в дизельном топливе длина струи и средний диаметр капель увеличиваются, а угол конуса раскрытия топливной струи уменьшается. При этом эти показатели изменяются в зависимости от режима работы дизеля. Так с уменьшением нагрузки снижается плотность воздуха в камере сгорания и давление впрыска топлива форсункой, при этом увеличивается дальность струи и средний диаметр капель, а угол конуса раскрытия струи снижается.

Как видно из рисунка 1 при работе дизеля на номинальном режиме на чистом ДТ длина струи составляет 41,6 мм, а при работе дизеля на топливе с содержанием рапсового масла 40 % и чистом РМ – 49,1 и 63 мм соответственно. При снижении нагрузки на дизель длина струи уменьшается, но увеличивается средний диаметр капель распыленного топлива. На номинальном режиме для ДТ он составляет 20 мкм, при отсутствии нагрузки и минимальных холостых оборотах двигателя – 29,6 мкм. При работе дизеля на РМ этот показатель составляет 31,6 мкм и 44,7 мкм соответственно. Угол конуса раскрытия струи топлива снижается с увеличением количества РМ в ДТ на всех режимах работы дизеля. Для дизельного топлива на номинальном режиме он равен 21,7°, на холостом ходе – 12,9°. Для рапсового масла на номинальном режиме угол составляет 13,6°, на режиме холостого хода – 8°.

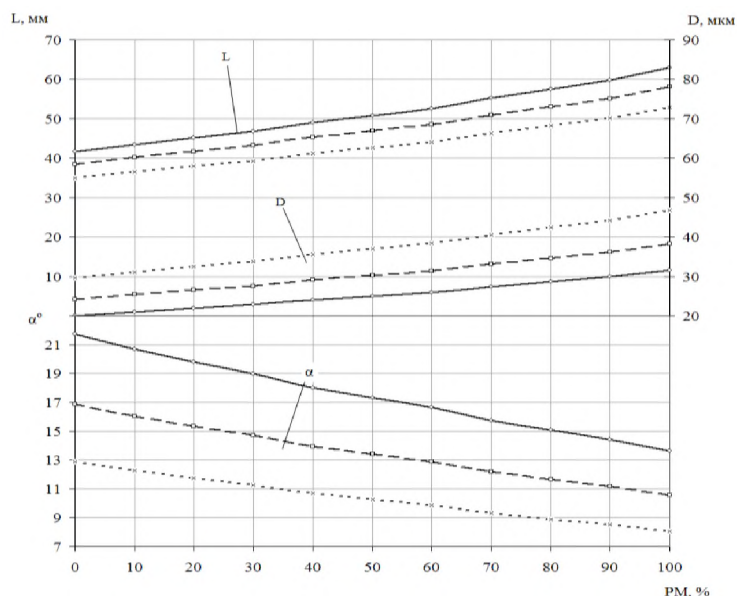


Рисунок 1 – Влияние смесового топлива на основе рапсового масла на параметры распыливания: —○— – режим № 1, частота вращения номинальная $n = 1800$ мин-1, нагрузка 100 % от номинальной; —□— – режим № 3, частота вращения номинальная $n = 1800$ мин-1, нагрузка 50 % от номинальной; —×— – режим № 8, частота вращения $n = 830$ мин-1, нагрузка 0

Рассчитаем изменение показателей впрыска топлива в зависимости от режима работы дизеля согласно 8-ми ступенчатого испытательного цикла на чистом ДТ, смесовом топливе, содержащем 20 % РМ и 40 % РМ и смесовом топливе переменного состава при работе дизеля с устройством, позволяющим изменять концентрацию рапсового масла в смесовом топливе в зависимости от режима работы дизеля [6] (рисунок 2).

Из данных, приведенных на рисунке 2 можно видеть, что значения параметров впрыска на всех рассматриваемых режимах значительно отличаются от параметров на номинальном режиме.

При впрыске ДТ предельные значения параметров составляют $L_{\max} = 41,6$ мм; $D_{\max} = 34,1$ мкм; $\alpha_{\min} = 11,3^\circ$. В то время как при использовании смеси с концентрацией рапсового масла 40 % – $L_{\max} = 49,1$ мм; $D_{\max} = 41$ мкм; $\alpha_{\min} = 9,4^\circ$; при использовании разработанного устройства – $L_{\max} = 49,1$ мм; $D_{\max} = 34,1$ мкм; $\alpha_{\min} = 11,3^\circ$. Применение разработанного устройства позволяет сгладить параметры впрыска смесового топлива, уменьшив максимальный диаметр капель с 41 мкм для смеси с концентрацией рапсового масла 40 % до 34, мкм, соответствующе-

го впрыску чистого ДТ и увеличив угол распыла с $9,4^\circ$ до $11,3^\circ$ соответственно.

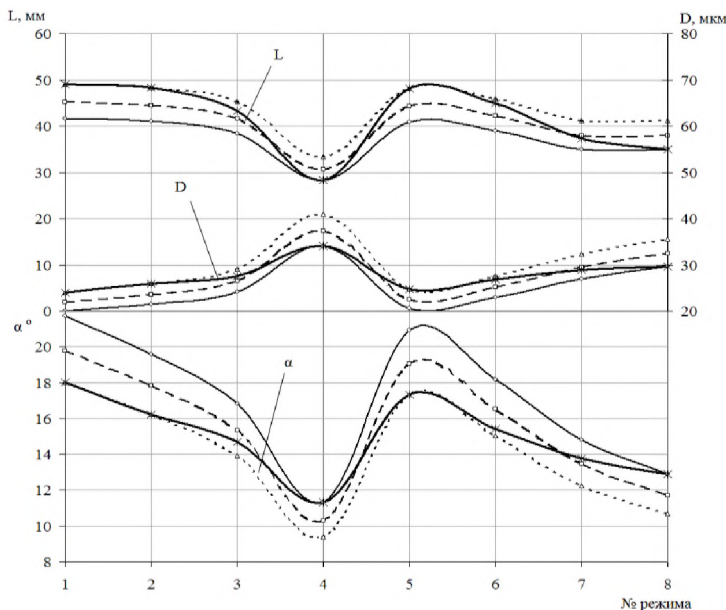


Рисунок 2 – Зависимость показателей впрыска топлива от режима работы дизеля по восьмиступенчатому испытательному циклу правил ЕЭК ООН № 96: —○— — дизельное топливо; —□— — топливо 20 % РМ + 80 % ДТ; —•— — топливо 40 % РМ + 60 % ДТ; —*— — СТ переменного состава (концентрация рапсового масла от 0 до 40 %)

Такое изменение показателей впрыска топлива при использовании системы регулирования состава топлива в зависимости от режима работы двигателя должно положительно сказаться на эксплуатационных параметрах дизеля, так как позволяет уменьшить максимальный диаметр капель впрыскиваемого топлива с 41 мкм до 34,1 мкм и увеличить минимальный угол распыла с $9,4^\circ$ до $11,3^\circ$.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ефанов, А.А. Улучшение экологических характеристик дизеля регулированием состава смешанного биотоплива: дис. ... канд. техн. наук: 05.04.02. / А.А. Ефанов. – Москва, 2008. – 127 с.
- 2 Лиханов, В.А. Разработка и исследование инженерно-технических средств охраны труда и окружающей среды путем снижения токсичности и дымности отработавших газов трактора класса 6кН при эксплуатации в животноводческих помещениях: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03, 05.04.02. / ЛСХИ – Л., Пушкин, 1982. – 19 с.
- 3 Астахов, И.В. Подача и распыливание топлива в дизелях / И.В. Астахов, В.И. Трусков, А.С. Хачиян. – М: «Машиностроение», 1971. – 356 с.
- 4 Кутовой, В.А. Впрыск топлива в дизелях / В.А. Кутовой. – М: «Машиностроение», 1981. – 119 с.
- 5 Лышевский, А.С. Процессы распыливания топлива дизельными форсунками / А.С. Лышевский. – М: «Машиностроение», 1963. – 179 с.
- 6 Патент на полезную модель №6626. Система регулирования состава смешанного топлива для дизельного двигателя с наддувом / А.Н. Карташевич, В.С. Товстыка; заявитель и патентообладатель Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. Заявлен: 04.01.2010; зарегистрирована в государственном реестре полезных моделей 29.06.2010; опубликован: 30.10.2010. // Афіцыйны бюлетэнь: Вынаходніцтвы. Карысныя мадэлі. Прамысловыя узоры. – Мн.: Дзяржаўны патэнтны камітэт Рэспублікі Беларусь, 2010. – №5, – 4 с.