

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ДОВЕДЕННОСТИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ТРАКТОРА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА

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

ASSESSMENT OF THE DEGREE OF BRINGING THE WORKING PROCESS OF THE POWER PLANT OF THE TRACTOR WHEN USING MIXED FUEL

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

Аннотация. Приводится аналитическая зависимость, позволяющая обосновать необходимость изменения концентрации рапсового масла в смесевом топливе в зависимости от режима работы трактора и связывающая динамическую испаряемость топлива с приведенным вихревым отношением, скоростью движения трактора и силой тяги на крюке.

Annotation. Analytical dependence, allowing to justify the need for changes in the concentration of rapeseed oil in mixed fuel depending on the mode of operation of the tractor and connecting the dynamic evaporation of fuel with the vortex ratio, the speed of movement of the tractor and thrust force on the hook.

Ключевые слова: трактор, силовая установка, смесевое топливо, рапсовое масло.

Keywords: tractor, engine, composite fuel, rapeseed oil.

В качестве силовой установки тракторов используют дизельные двигатели крутящий момент в которых возникает за счёт преобразования химической энергии топлива в механическую энергию вращения коленчатого вала. На каждом из режимов работы силовой установки крутящий момент определяется количеством энергии вводимой в цилиндр с цикловой дозой топлива. При изменении химического состава и физических свойств топлива протекание процессов впрыскивания, распыливания и смесеобразования изменится, что повлечёт за собой изменение крутящего момента силовой установки, тяговых и топливно-экономических качеств трактора.

Практически во всех существующих дизелях, реализующих смесеобразование от объёмного до пристеночного, процесс смешения топлива с воздухом является определяющим для обеспечения полного и эффективного сгорания, так как время, требуемое для смешения больше времени химического реагирования [1].

Анализируя процессы смесеобразования, используем относительную оценку его совершенства, как условие достижения минимального удельного расхода топ-

лива, а так же минимального содержания сажи в отработавших газах (ОГ) [1].

Известно [1, 2], что любую существующую модель дизеля с присущими ей параметрами смесеобразования, топливоподачи и конструкции можно оценить по степени доведенности рабочего процесса или совершенства смесеобразования, т.е. степени согласования интенсивности вихревого движения заряда, длительности впрыскивания и угла раскрытия топливных струй. В работе [3] предложено для оценки степени доведенности рабочего процесса использовать отношение δ/δ_0 . Для дизелей с наддувом это соотношение примет вид [1].

$$k = \delta \cdot \sqrt[4]{\pi_k} / \delta_0, \quad (1)$$

где δ – приведенное вихревое отношение, π_k – степень повышения давления при наддуве.

При работе на чистом дизельном топливе (ДТ) для дизелей существует частота вращения, при которой удельный расход топлива и содержание сажи в ОГ стремятся к минимуму. Так же можно предположить, что на этом режиме и другие токсичные компоненты ОГ будут минимальны. Для этого режима с достаточной степенью точности справедливо выражение [1, 3]

$$k = \delta \cdot \sqrt[4]{\pi_k} / \delta_0 \rightarrow 1. \quad (2)$$

Из выражения (2) видно, что существует соотношение между скоростью вихревого движения заряда в КС, количеством и степенью испарения топлива, обеспечивающее оптимальное смесеобразование и наименьшие параметры топливной экономичности и токсичности ОГ.

Перевод дизеля на работу на смесевые топлива на основе рапсового масла (РМ) будет сопровождаться неизбежным нарушением оптимального процесса смесеобразования. В работе [3] показано, что уменьшение испаряемости топлива при утяжелении его фракционного состава позволяет повысить потребную скорость движения воздушного заряда. Минимум удельного расхода топлива по скоростной характеристике с утяжелением фракционного состава топлива смещается в сторону больших частот вращения.

В работе [1] показано, что при переходе дизеля для работы с ДТ на топливо с другим фракционным составом, условие достижения минимального

удельного расхода топлива выражается зависимостью вида

$$i_{v,i} \cdot n \cdot \delta / \delta_o = \text{idem.} \quad (3)$$

Однако изменение рабочего цикла дизеля с целью снижения удельного расхода топлива обычно приводит к уменьшению содержания в ОГ сажи (твёрдых частиц) и СО [4]. Поэтому выполнение выражения (3) при переходе дизеля на топливо с другим фракционным составом будет так же являться условием достижения минимального значения экологических показателей работы дизеля.

Выражение (3) не позволяет достоверно оценивать изменение эксплуатационных показателей работы дизеля по нагрузочным характеристикам. Для того чтобы иметь возможность оценить влияние нагрузки на двигатель при одинаковой частоте вращения в формулу (3) необходимо ввести показатель значения крутящего момента на валу дизеля $M_{кр}$. С уменьшением нагрузки на двигатель снижается цикловая подача топлива, следовательно уменьшается среднее давление впрыска форсункой, что приводит к снижению качества распыла топлива и соответственно будет требоваться повышение интенсивности вихревого движения в цилиндре двигателя. В связи с этим предположим, что при переходе дизеля для работы с ДТ на топливо с другим фракционным составом, условие достижения минимального удельного расхода топлива и низких значений токсичных компонентов выражается зависимостью вида

$$N = i_{v,i} \cdot n \cdot M_{кр} \cdot \delta / \delta_o = \text{idem.} \quad (4)$$

Из формулы (4) следует, что при работе дизеля на смесевых видах топлива на основе РМ для сохранения параметров работы дизеля на высоком уровне при небольших нагрузках и частотах вращения коленчатого вала дизеля можно уменьшить концентрацию РМ в смесевом топливе (динамическая испаряемость топлива $i_{v,i}$ будет снижаться), т.е. облегчить фракционный состав топлива [5].

Выражение (4) отражает только направление изменения концентрации РМ в смесевом топливе, но не численные значения частоты вращения и крутящего момента в зависимости от режима работы двигателя. Окончательный вывод о влиянии смесевых топлив на основе рапсового масла на изменение топливной экономичности и экологические показатели дизеля, и численные значе-

ния концентраций РМ в смесевом топливе на каждом из режимов работы двигателя могут дать экспериментальные исследования.

Дизельный двигатель является основной силовой установкой для сельскохозяйственных и промышленных тракторов. Трактора в период своей эксплуатации выполняют работы с различными агрегатами и орудиями требующие изменение как нагрузочного, так и скоростного режима работы дизеля. Однако для получения наибольшей отдачи от трактора при эксплуатации и снижения затрат стремятся вывести работу его силовой установки на определённый оптимальный режим. Изменение показателей качества топлива повлечёт за собой необходимость изменения режима работы дизеля и соответственно для сохранения оптимальных параметров работы силовой установки потребуется изменение режима работы трактора. В формуле (4) показатели частоты вращения и крутящего момента с учётом известных зависимостей [4] заменим на действительную скорость движения трактора и силу тяги на крюке. Тогда, для получения низких удельных показателей расхода топлива и токсичных компонентов при переходе трактора для работы с ДТ на топливо с другим фракционным составом, должно выполняться следующее условие

$$N = i_{v,i} \cdot \frac{\delta}{\delta_o} \cdot \frac{3 \cdot 10^4}{\pi \cdot \left(1 - \frac{v}{100}\right) \cdot \eta_{тр}} \cdot V_d \cdot (P_{кр} + P_f) = idem \quad (5)$$

Рассчитаем показатель N по формуле (5) для работы трактора с разными силами тяги на крюке и скоростями движения для ДТ и смесевых топлив с содержанием РМ 10 %, 20 %, 30 % и 40 % (таблица).

Лучшее смесеобразование соответствует большему значению параметра N [5]. Для оптимальной работы трактора необходимо, чтобы усилие на крюке и скорость движения были наибольшими, то есть соответствовали номинальному режиму работы дизеля. При небольшом изменении скорости движения трактора и значительном снижении нагрузки на крюке показатель N снижается. То же самое наблюдается при неизменном $P_{кр}$ и уменьшении V_d . Так при работе трактора на СТ состоящем из 60 % ДТ и 40 % РМ при $P_{кр} = 8,2$ кН и $V_d = 7,5$ км/ч показатель $N = 575872$.

Таблица – Данные расчета параметра N на различных режимах работы трактора

V _д , км/ч	P _{кр} , кН	Значение параметра N				
		100 % ДТ	90 %ДТ+ +10 % РМ	80 %ДТ+ +20 % РМ	70 %ДТ+ +30 % РМ	60 %ДТ+ +40 % РМ
6,9	22,5	1679329	1622980	1571411	1494067	1410744
7,2	15,3	1139567	1101329	1066335	1013851	957309
7,5	8,2	685510	662508	641457	609885	575872
5,4	22,5	1260890	1218582	1179862	1121790	1059229
5,6	15,3	852892	824273	798083	758802	716484
5,9	8,2	495660	479028	463807	440979	416386

При необходимости поддержания трактором этого режима работы увеличить показатель N можно уменьшив концентрацию РМ в СТ и при работе на чистом ДТ показатель N примет значение 685510. Поэтому для улучшения показателей работы трактора на смесевом топливе при изменении нагрузки на крюке и скорости движения необходимо изменять концентрацию РМ в СТ. Значения концентрации РМ в СТ в зависимости от режима работы трактора можно определить проведя ряд необходимых экспериментов.

Аналитическая зависимость (5) связывает динамическую испаряемость топлива с приведенным вихревым отношением, скоростью движения трактора и силой тяги на крюке и показывает, что улучшить показатели работы трактора на режимах с низкой нагрузкой, можно уменьшив динамическую испаряемость топлива, то есть, снизив концентрацию рапсового масла в смесевом топливе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Камфер, Г.М. Научные основы эффективного применения топлив различного состава в автотракторных дизелях: дис. ... д-ра. техн. наук: 05.04.02. / Г.М. Камфер. Москва, 2004. 369 л.
2. Камфер, Г.М. Сравнительный анализ процессов испарения в дизелях с различными способами смесеобразования / Г.М. Камфер // Двигателестроение. 1985. с. 3–7.
3. Камфер, Г.М. Комплексный показатель смесеобразования для дизелей с камерой в поршне / Г.М. Камфер // Двигателестроение. 1986. №4. с. 1–6.
4. Гуськов, В.В. Тракторы. Часть II. Теория / В.В. Гуськов. – Минск: «Высш. школа», 1977. – 384 с.
5. Карташевич, А.Н. Влияние смесового топлива на эксплуатационные показатели дизеля при различных режимах работы / А.Н. Карташевич, В.С. Товстыка // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Горки. 2010. № 4. С. 138 – 142.