

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАШИНО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ ПРИ РАБОТЕ ДИЗЕЛЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ БИОНЕФТЯНОГО ТОПЛИВА

Уханов Александр Петрович¹, доктор технических наук, профессор кафедры «Технический сервис машин»

Сидоров Евгений Алексеевич², кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология производства и ремонт машин»

Сидорова Лилия Ильдаровна³, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология производства и ремонт машин»

¹ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ

440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30, тел.: +79272881135

Email: dispgau@mail.ru

^{2,3}ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: 8 (8422) 55-95-97

Email: sidorovevgeniy@yandex.ru

Ключевые слова: дизель, нефтяное дизельное топливо, дизельное смесевое бионефтяное топливо, горчичное, сурепное и редечное масла

Одним из направлений в решении задач по ограничению потребления не возобновляемых нефтяных ресурсов является применение в качестве моторного топлива дизельного смесевого бионефтяного топлива (ДСБНТ) на основе товарного нефтяного дизельного топлива (НТДТ) и растительного масла, обладающего функциями не только биокомпонента (совместимость, растворимость и др.), но и биодобавки (для улучшения смазывающих, противозносных и экологических свойств и др.). Для экономии трудовых, материальных и денежных затрат проверку целесообразности использования того или иного вида ДСБНТ необходимо проводить на этапе теоретических исследований по основным эксплуатационным показателям машинно-тракторного агрегата (МТА). Одним из важнейших комплексных эксплуатационных показателей МТА являются общие удельные энергетические затраты, характеризующие количество теплоты, выделяемой при сгорании ДСБНТ в дизеле и затрачиваемой трактором на выполнение полезной работы. Цель исследований – теоретически оценить эксплуатационные показатели МТА при работе дизеля на различных видах ДСБНТ в сравнении с работой на НТДТ. В качестве биологической составляющей ДСБНТ использованы горчичное, сурепное и редечное масла. Предлагаемая методика расчёта общих удельных энергозатрат МТА учитывает технико-экономические показатели дизеля, тягово-скоростные показатели МТА, параметры агротехнологических свойств почвы, а также теплотворную способность исследуемых видов ДСБНТ. Расчёт эксплуатационных показателей МТА выполнен на примере работы трактора МТЗ-82 в составе пахотного агрегата (плуг ПЛН-3-35 + борона 4БЗСС-1) на ДСБНТ с различным содержанием биологической составляющей. По результатам расчетов комплексного эксплуатационного показателя МТА делается прогнозное заключение о целесообразности проведения экспериментальных исследований дизеля и трактора при работе на лучшем виде ДСБНТ.

Введение

В настоящее время большое внимание уделяется исследованиям и практическому использованию альтернативных видов моторного топлива. Одним из видов такого топлива является дизельное смесевое бионефтяное топливо (ДСБНТ), состоящее из нефтяного товарного дизельного топлива (НТДТ) и такого растительного масла (РМ), которое обладает функциями биокомпонента и биодобавки. Так как физико-химические и теплотворные свойства ДСБНТ в силу различий аналогичных свойств его биологической составляющей отличаются от НТДТ, то это сказывается на характере сгорания ДСБНТ в дизеле и оказывает влияние на изменение технико-экономических показателей дизеля, а в конечном итоге на эксплуатационные показатели МТА [1-12].

Одним из важнейших комплексных эксплуатационных показателей МТА являются общие удельные энергетические затраты, характеризующие количество тепловой энергии, выделяющейся при сгорании ДСБНТ в дизеле и расходуемой на выполнение полезной работы [5,13–16]. Эти энергозатраты МТА включают в себя такие единичные эксплуатационные показатели, как часовой расход топлива, производительность, погектарный расход топлива и теплоту его сгорания.

Целью исследований является теоретическая оценка эксплуатационных показателей МТА при работе дизеля на различных видах ДСБНТ в сравнении с его работой на НТДТ. В качестве биологической составляющей ДСБНТ исследовались горчичное, сурепное и редечное масла.

Расчёт эксплуатационных показателей МТА проводили при работе трактора МТЗ-82 на пахоте (плуг ПЛН-3-35 + борона 4БЗСС-1) на ДСБНТ с различным содержанием биологической составляющей.

Материалы и методы исследований

Общие удельные энергозатраты МТА ($E_o, \text{МДж/га}$) в процессе вспашки почвы зависят от теплотворной способности (низшей теплоты сгорания) применяемого топлива ($H_u, \text{МДж/кг}$) и расхода топлива на единицу пахотной работы ($g_{га}, \text{кг/га}$) [5]:

$$E_o = H_u \cdot g_{га}. \quad (1)$$

В свою очередь, низшая теплота сгорания применяемого топлива зависит от процентного (долевого) содержания в нем углерода (C), водорода (H), кислорода (O), серы (S) и воды (W).

$$H_u = 34,013C + 125,6H - 10,9(O - S) - 2,512(9H + W).$$

(2)

Так как ДСБНТ является двухкомпонентным топливом, следовательно его низшая теплота сгорания ($H_{u_{ДСБНТ}}, \text{МДж/кг}$) зависит от низшей теплоты сгорания компонентов ДСБНТ (нефтяного ДТ ($H_{u_{ДТ}}, \text{МДж/кг}$) и биологической составляющей ($H_{u_{БК}}, \text{МДж/кг}$) и их массовой доли в ДСБНТ ($K_{ДТ}$ и $K_{БК}$), при условии, что сумма массовых долей $K_{ДТ} + K_{БК} = 1$. При определении низшей теплоты сгорания биологической составляющей ДСБНТ (горчичного, сурепного или редечного масла) принимаем $S = 0$ и $W = 0$ [5]:

$$H_{u_{ДСБНТ}} = K_{ДТ} \cdot H_{u_{ДТ}} + K_{БК} \cdot H_{u_{БК}}. \quad (3)$$

Таким образом, низшую теплоту сгорания ДСБНТ можно определить по выражению

$$K_{ДТ} \cdot [34,013C_{ДТ} + 125,6H_{ДТ} - 10,9(O_{ДТ} - S_{ДТ}) - 2,512(9H_{ДТ} + W_{ДТ})] + K_{БК} \cdot [34,013C_{БК} + 102,452H_{БК} - 10,9O_{ДТ}] \quad (4)$$

Расход ДСБНТ на единицу пахотных работ ($g_{га}, \text{кг/га}$) представляет собой отношение часового расхода ДСБНТ ($G_{Т_{ДСБНТ}}, \text{кг/ч}$) к производительности МТА за час чистой работы ($W_ч, \text{га/ч}$) и применительно к МТА, агрегируемому с трактором, имеющим колёсный движитель, может быть определён по отношению:

$$g_{га} = \frac{G_{Т_{ДСБНТ}}}{W_ч} = \frac{(0,12 \cdot g_ц \cdot n \cdot z) / \tau}{0,1 \cdot B_p \cdot v_p} = \frac{0,12 \cdot g_ц \cdot z \cdot i_{тр}}{\tau \cdot 0,1 \cdot B_p \cdot 0,105 \cdot r_k \cdot (1 - \delta)}, \quad (5)$$

где $g_ц$ – массовая подача топлива за рабочий цикл дизеля, г/цикл; n – частота вращения

коленчатого вала дизеля, мин^{-1} ; Z – число цилиндров дизеля; τ – тактность дизеля; B_p – рабочая ширина захвата агрегируемой машины (плуга), м; v_p – рабочая скорость трактора, м/с ($v_p = 0,105 \cdot n \cdot r_k \cdot (1 - \delta) / i_{тр}$); $i_{тр}$ – передаточное отношение трансмиссии трактора; r_k – кинематический радиус качения ведущих колес трактора, м; δ – коэффициент буксования ведущих колес трактора.

Рабочая ширина захвата агрегируемой машины ($B_p, \text{м}$) при равноускоренном движении трактора по ровному участку поля ($v_p = \text{const}, \alpha = 0 \text{ град.}$) сопоставима с конструктивной шириной захвата ($B_k, \text{м}$) и зависит от касательной силы тяги на ведущих колёсах трактора ($P_k, \text{Н}$), силы сопротивления качению трактора ($P_{ф_{тр}}, \text{Н}$) и агрегируемой с ним машины ($P_{ф_м}, \text{Н}$), а также от удельного сопротивления агрегируемой машины при движении на рабочей скорости ($K_{уд}, \text{Н/м}$):

$$B_p = B_k = \frac{P_k - (P_{ф_{тр}} + P_{ф_м})}{K_{уд}} = \frac{M_e \cdot i_{тр} \cdot \eta_{тр} / r_k - (f_{тр} \cdot G_{тр} + f_м \cdot G_м)}{K_0 \cdot [1 + (v_p - v_0) \cdot \Pi] \cdot h} \quad (6)$$

где M_e – эффективный крутящий момент дизеля, $\text{Н} \cdot \text{м}$; $\eta_{тр}$ – механический КПД трансмиссии трактора; $G_{тр}$ – эксплуатационный вес трактора, Н ; $G_м$ – эксплуатационный вес агрегируемой машины, Н ; $f_{тр}, f_м$ – коэффициент сопротивления качению соответственно трактора и агрегируемой машины; K_0 – удельное сопротивление почвы, Н/м^2 ; v_0 – начальная скорость трактора ($v_0 = 1,4 \text{ м/с}$), м/с; Π – темп нарастания удельного сопротивления; h – глубина обработки почвы, м.

Из анализа выражения (6) следует, что ширина захвата агрегируемой трактором сельскохозяйственной машины в наибольшей степени зависит от эффективного крутящего момента дизеля ($M_e, \text{Н} \cdot \text{м}$), который является функцией индикаторного момента ($M_i, \text{Н} \cdot \text{м}$) и момента механических потерь ($M_{МП}, \text{Н} \cdot \text{м}$):

$$M_e = M_i - M_{МП} = \frac{10^3 \cdot z}{\pi \cdot \tau} \cdot [g_ц \cdot \eta_i \cdot H_{u_{ДСБНТ}} - V_h \cdot (0,09 + 0,0008 \cdot r_{кр} \cdot n)], \quad (7)$$

где V_h – рабочий объем одного цилиндра дизеля, м^3 ; $P_{МП}$ – среднее давление механических потерь ($P_{МП} = 0,09 + 0,0008 \cdot r_{кр} \cdot n, \text{МПа}$); π – число Пи ($\pi = 3,14$).

Анализируя выражение (7), можно отметить, что на эффективный крутящий момент (M_e) влияют неуправляемые ($z, \tau, r_{кр}, V_h$) и управляемые ($g_ц$) параметры. Кроме того, при работе

дизеля на ДСБНТ, в отличие от его работы на однокомпонентном НТДТ, становится управляемым такой важный параметр как теплотворная способность ДСБНТ ($H_{u,ДСБНТ}$), величина которой зависит от соотношения нефтяной и биологической составляющей ДСБНТ. Изменяя соотношение компонентов ДСБНТ, можно изменить его низшую теплоту сгорания, а следовательно, и величину общих удельных энергозатрат МТА.

Величину цикловой подачи топлива ($g_{ц}$) вычисляют по экспериментально определенному часовому расходу ДСБНТ ($G_{Т,ДСБНТ}$, кг/ч), представляющему собой сумму часового расхода НТДТ ($G_{Т,НТДТ}$, кг/ч) и часового расхода биологической составляющей ($G_{Т,БК}$, кг/ч):

$$g_{ц} = \frac{G_{Т,ДСБНТ} \cdot \tau}{0,12 \cdot n \cdot z} = \frac{(G_{Т,БК} + G_{Т,НТДТ}) \cdot \tau}{0,12 \cdot n \cdot z} \quad (8)$$

С учётом выражений (7) и (8) формула (6) примет вид

$$B_p = \frac{a}{K_0 \cdot [1 + (\vartheta_p - \vartheta_0) \cdot \Pi] \cdot h} \quad (9)$$

где

$$a = \frac{10^3 \cdot i_{тр} \cdot \eta_{тр}}{\pi \cdot r_k} \cdot \left[\frac{(G_{Т,БК} + G_{Т,НТДТ}) \cdot \eta_i \cdot (K_{ДТ} \cdot H_{u,ДТ} + K_{БК} \cdot H_{u,БК})}{0,12 \cdot n} - \frac{V_{h,z}}{\tau} \cdot (0,09 + 0,0008 \cdot r_{кр} \cdot n) \right] - (f_{тр} \cdot G_{тр} + f_n \cdot G_n)$$

Тогда расход ДСБНТ на единицу пахотной работы будет равен

$$g_{га} = \frac{(G_{Т,БК} + G_{Т,НТДТ}) \cdot K_0 \cdot [1 + (0,105 \cdot \frac{n \cdot r_k}{i_{тр}} \cdot (1 - \delta) - \vartheta_0) \cdot \Pi] \cdot h \cdot i_{тр}}{0,0105 \cdot a \cdot n \cdot r_k \cdot (1 - \delta)} \quad (10)$$

Следовательно, расход ДСБНТ, наряду с технико-экономическими показателями дизеля, тягово-скоростными показателями трактора и параметрами агротехнологических свойств почвы, существенное влияние оказывают часовой расход ДСБНТ ($G_{Т,ДСБНТ}$) и его низшая теплота сгорания ($H_{u,ДСБНТ}$). Причем величиной $H_{u,ДСБНТ}$ можно управлять путём изменения доли НТДТ и биологической составляющей ($K_{ДТ}$ и $K_{БК}$), содержащейся в ДСБНТ.

Подставляя выражения (3) и (10) в формулу (1), получим окончательную формулу для анализа и расчета общих удельных энергозатрат МТА:

$$E_o = (K_{ДТ} \cdot H_{u,ДТ} + K_{БК} \cdot H_{u,БК}) \cdot \frac{(G_{Т,БК} + G_{Т,НТДТ}) \cdot K_0 \cdot [1 + (0,105 \cdot \frac{n \cdot r_k}{i_{тр}} \cdot (1 - \delta) - \vartheta_0) \cdot \Pi] \cdot h \cdot i_{тр}}{0,0105 \cdot a \cdot n \cdot r_k \cdot (1 - \delta)} \quad (11)$$

Таким образом, из выражения (11) следует, что на общие удельные энергозатраты МТА существенно влияют конструктивные и режимные параметры МТА (трактора и агрегируемой

машины), условия проведения агротехнологической операции (параметры агрофона поля, тип почвы, глубина вспашки и др.), показатели дизеля, а также низшая теплота сгорания ДСБНТ, величина которой является управляемой и зависит от соотношения нефтяной и биологической составляющей ($K_{ДТ}$ и $K_{БК}$). Следовательно, структуру общих удельных энергозатрат МТА можно представить в виде:

$$E_o = E_1 + E_2 + E_3 + E_4,$$

где E_1 – энергозатраты, зависящие от теплотворной способности моторного топлива (H_u), МДж/га; E_2 – энергозатраты, зависящие от технико-экономических показателей дизеля МТА (α, η, G_T), МДж/га; E_3 – энергозатраты, зависящие от тягово-скоростных показателей трактора МТА (P_k, V_p), МДж/га; E_4 – энергозатраты, зависящие от параметров агротехнологических свойств почвы (K_0, h), МДж/га.

Результаты исследования

Одним из ключевых показателей, определяющих энергозатраты МТА при работе дизеля на различных видах ДСБНТ, является низшая теплота сгорания. В таблице приведены сведения по атомарному углеводородному составу исследуемых видов моторного топлива и их низшей теплоте сгорания.

Таблица
Атомарный состав и низшая теплота сгорания исследуемых топлив

Вид топлива и биокомпонента	Атомарный углеводородный состав			Низшая теплота сгорания, МДж/кг
	углерод	водород	кислород	
DT	0,870	0,126	0,004	42,40
GM	0,772	0,118	0,110	37,30
25%GM:75%DT	0,846	0,124	0,030	41,28
50%GM:50%DT	0,821	0,122	0,057	39,95
75%GM:25%DT	0,797	0,120	0,083	38,64
SM	0,777	0,116	0,107	37,20
25%SM:75%DT	0,847	0,123	0,030	41,15
50%SM:50%DT	0,824	0,121	0,055	39,88
75%SM:25%DT	0,800	0,119	0,081	38,56
RM	0,771	0,120	0,109	37,40
25%RM:75%DT	0,845	0,124	0,031	41,24
50%RM:50%DT	0,821	0,123	0,056	40,05
75%RM:25%DT	0,796	0,121	0,083	38,86

Из анализа данных таблицы следует, что все исследуемые растительные масла и ДСБНТ с

их добавкой по своему углеводородному составу близки друг к другу и содержат повышенную по отношению к НТДТ долю кислорода. При увеличении в составе ДСБНТ доли биологической составляющей (GM –горчичного, SM – сурепного или RM – редечного масла) происходит уменьшение низшей теплоты сгорания ДСБНТ. Так, например, при увеличении в ДСБНТ доли горчичного масла с 25% до 75% низшая теплота сгорания уменьшается с 41,18МДж/кг до 38,7МДж/кг). Данная тенденция наблюдается у остальных видов ДСБНТ. Однако по энергетической ценности, определяемой в основном по процентному содержанию эруковой кислоты в том или ином растительном масле, горчичное масло (20%) превосходит сурепное (8,5%) и редечное (12,5%) масла.

На рисунке представлены результаты расчёта эксплуатационных показателей МТА на вспашке почвы при работе дизеля на различных видах ДСБНТ в сравнении с работой дизеля МТА на НТДТ.

Уменьшение теплотворной способности ДСБНТ и повышение доли биологической составляющей ведёт к увеличению погектарного расхода топлива и некоторому снижению производительности МТА. В результате увеличения погектарного расхода ДСБНТ и снижения низшей теплоты его сгорания происходит небольшое повышение общих удельных энергетических затрат по сравнению с работой МТА на НТДТ. Так, например, при работе дизеля МТА в режиме номинальной мощности на ДСБНТ, в составе которого содержалось 50% НТДТ и 50% растительного масла (горчичного, сурепного или редечного масла), общие удельные энергозатраты составили: при работе дизеля МТА на горчичном ДСБНТ – 682,6 МДж/га (на НТДТ – 669,9* МДж/га), сурепном ДСБНТ – 689,9 МДж/га (на НТДТ – 657,2* МДж/га), редечном ДСБНТ – 640,8 МДж/га (на НТДТ – 619* МДж/га).

Возрастание общих удельных затрат МТА при работе дизеля на ДСБНТ с соотношением компонентов 50:50 по сравнению с работой дизеля на НТДТ в процентном выражении составило: на горчичном ДСБНТ – 1,8%, сурепном ДСБНТ – 4,7%, редечном ДСБНТ – 3,4%. Таким образом, из исследуемых видов ДСБНТ наилучшим по ве-

личине общих удельных энергетических затрат является смесевое топливо, в котором в качестве биокон компонента является горчичное масло, поэтому горчичное ДСБНТ можно рекомендовать для проведения экспериментальных исследований на полноразмерном дизеле в стендовых условиях и на тракторе в составе пахотного агрегата, чтобы в последующем сделать окончательное заключение о целесообразности его применения в качестве моторного топлива для тракторных дизелей.

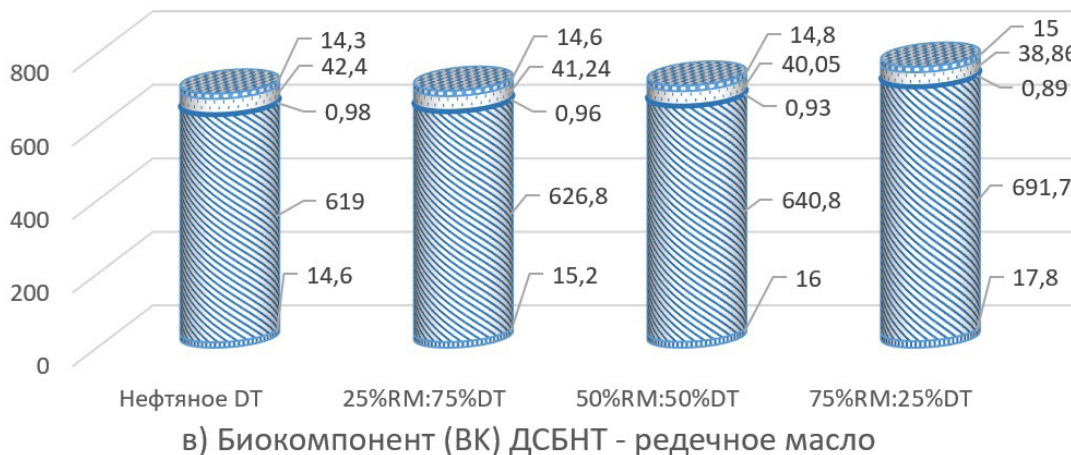
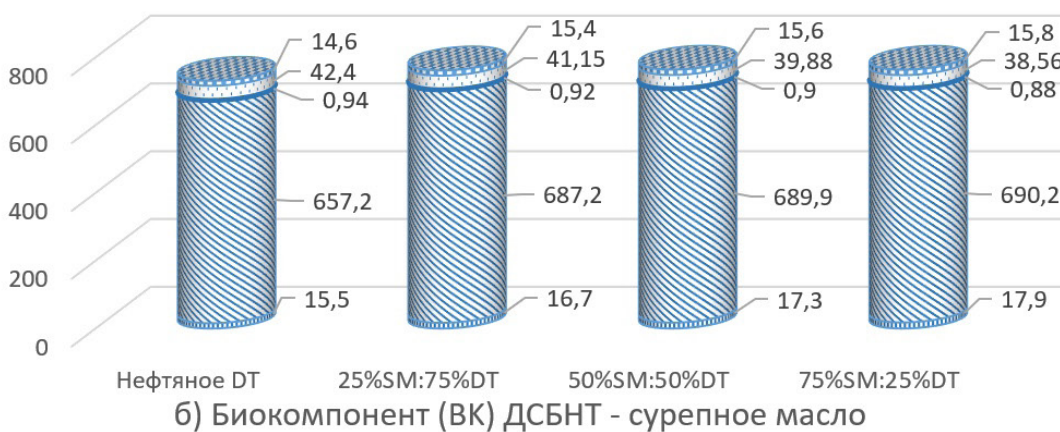
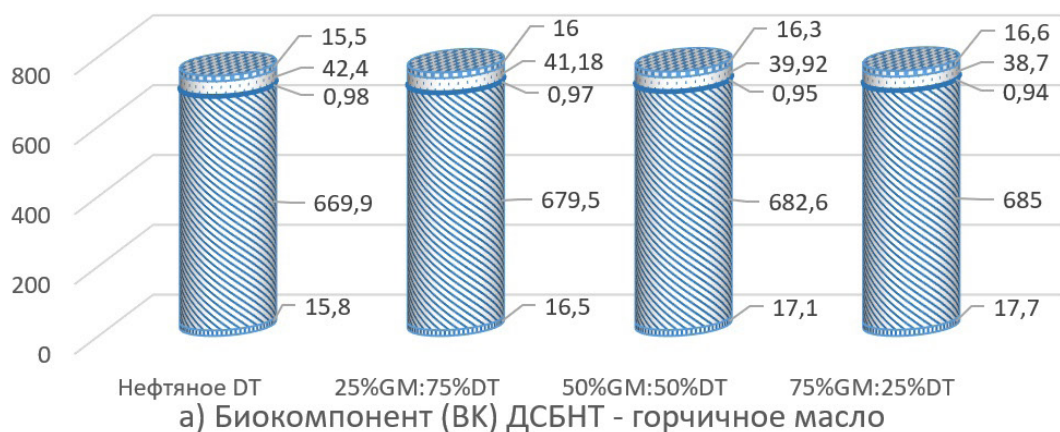
Обсуждение

Эффективность функционирования МТА характеризуется таким комплексным эксплуатационным показателем, как общие удельные энергетические затраты. Существующая методика оценки энергозатрат МТА не в полной мере отражает особенности работы МТА на двухкомпонентном моторном топливе, каковым является ДСБНТ. Возможность изменения соотношения биологической и нефтяной составляющей ДСБНТ в процессе работы МТА заложена в конструкции двухтопливной системы питания [17, 18]. Изменение соотношения биологической и нефтяной составляющей ДСБНТ ведёт к изменению теплотворной способности смесевое топлива и, как следствие, к изменению общих удельных энергозатрат МТА. Предлагаемая методика позволяет определить общие удельные энергозатраты не только с учетом тягово-скоростных свойств МТА и агротехнологических параметров обрабатываемой почвы, но и с учетом технико-экономических показателей дизеля при его работе на исследуемом ДСБНТ, обладающего индивидуальными физико-химическими и теплотворными свойствами.

Заключение

Описанная методика позволяет на этапе теоретических исследований определить общие удельные энергетические затраты МТА с учётом физико-химических и теплотворных свойств ДСБНТ и особенностей работы дизеля и трактора на таком двухкомпонентном топливе, что позволяет дать прогнозное заключение о целесообразности дальнейшего использования того или иного вида исследуемого смесевое топлива.

*Примечание: * – отличия в расчетах величин энергозатрат МТА при работе дизеля на НТДТ связаны с экспериментальным определением часового расхода топлива на тормозном стенде в различные сроки испытания и на дизельном летнем топливе старой и новой марки Л-0,2-62 и ДТ-Л-62-К3, производимых на различных нефтеперерабатывающих заводах страны.*



- Часовой расход топлива, кг/ч
- Общие удельные энергетические затраты, МДж/га
- Низшая теплота сгорания, МДж/кг
- Погектарный расход топлива, кг/га
- Производительность МТА, га/ч

Рис. – Расчетные значения эксплуатационных показателей МТА на вспашке почвы при работе дизеля на исследуемых ДСБНТ в режиме номинальной мощности

Библиографический список

1. Досказиева, Н. К. Использование отходов производства растительных масел для получения компонентов биодизеля / Н. К. Досказиева, Л. И. Байлетова // Проблемы современной науки и образования. – 2016. – № 4 (46). – С. 36–39.

2. Просвирников, Д. Б. Технология и оборудование переработки активированных сельскохозяйственных растительных отходов в биоэтанол / Д. Б. Просвирников, Д. В. Тунцев, Б. Г. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 4(64).

– С. 59-67. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-59-67. – EDN AHMDGR.

3. Технология получения биогаза из сельскохозяйственных растительных отходов с высокой биодоступностью, активированных методом паровзрывной обработки / Д. Б. Просвирников, Б. Г. Зиганшин, Л. И. Гизатуллина, И. Х. Гайфуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17, № 4(68). – С. 90-97. – DOI 10.12737/2073-0462-2023-90-97. – EDN NNGJBT.

4. Сапрыкин, Е. В. Рапс в качестве основной масличной культуры для производства биотоплива / Е. В. Сапрыкин // Интернаука. – 2021. – №15-2 (191). – С. 38-41.

5. Уханов, А.П. Теоретическая оценка общих удельных энергозатрат тракторного агрегата при работе на дизельном смесевом топливе / А.П. Уханов, Е.Д. Година, Ю.В. Уханова // Наука в центральной России. – 2016. – № 3 (21). – С. 61–68.

6. Эффективность работы дизельных двигателей тракторов на топливе с биодобавками растительного происхождения : аналитический обзор / И. Г. Голубев, С. А. Нагорнов, А. Н. Зазуля [и др.]. – Москва : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2021. – 72 с. – ISBN 978-5-7367-1627-2.

7. Физико-химические и эксплуатационные свойства биодизельных и смесевых топлив / А. В. Чернышева, А. Д. Черепанова, Б. И. Колобков [и др.] // Наука в центральной России. – 2022. – № 5(59). – С. 120-133.

8. Лиханов, В. А. Работа дизеля на этаноле и рапсовом масле : монография / В. А. Лиханов, А. Н. Козлов, М. И. Арасланов. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – 172 с. – ISBN 978-5-6040852-5-7.

9. Дружинин, П. В. Перспективы использования альтернативных моторных топлив на автотранспорте / П. В. Дружинин, А. Г. Картуков, Р. В. Волокушин // Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо. – 2020. – Том 19. – № 3. – С. 127-132.

10. Козлов, А. Н. Исследование работы тракторного дизеля на этаноле и рапсовом масле на различных скоростных режимах / А. Н. Козлов, М. И. Арасланов // Труды НАМИ. – 2021. – № 4(287). – С. 53-59.

11. Улучшение эксплуатационных свойств дизельных топлив для сельскохозяйственных машин / С. А. Нагорнов, С. Е. Романцова, В. А. Марков [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 12. – С. 90-92.

12. Уханов, А. П. Работа тракторного дизеля на бионефтяном топливе в режиме холостого хода / А. П. Уханов, Е.А. Сидоров, Л.И. Сидорова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии 2023. - №3. - С. 63–69. doi: 10.55170/19973225_2023_8_3_63

13. Бузиков, Ш. В. Определение эффективности применения смесевое топлива в тракторных дизелях / Ш. В. Бузиков // Вестник транспорта Поволжья. – 2021. – № 5 (89). – С. 57-62.

14. Базаров, Б. И. Современные тенденции в использовании альтернативных моторных топлив / Б. И. Базаров, К. И. Магдиев, Ф. Ш. Сидиков, О. З. Одилов // Journal of advanced research in technical science. – 2019. – №14-2. – С. 186-189.

15. Джабборов, Н.И. Методика определения энергозатрат при вероятностном характере нагрузки МТА / Н.И. Джабборов, В.С. Шкрабак // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 4. – С. 79–84.

16. Халилов, М.Б. Исследование пахотного агрегата / М.Б. Халилов., М.Г. Абдулнатипов // Известия Дагестанского ГАУ. – 2022. – № 4 (16). – С. 308–312.

17. Патент № 2476716 РФ, МПК F02M43/00. Двухтопливная система питания дизеля с автоматическим регулированием состава смесевое топлива / Уханов А.П., Уханов Д.А., Сидоров Е.А., Сидорова Л.И., Година Е.Д.; заявитель и патентообладатель Пензенская ГСХА. – №2012110662/06; заяв. 20.03.2012; опубл. 27.02.2013, Бюл. № 6.

18. Патент № 2579521 РФ, МПК F02M43/00. Двухтопливная система дизеля / Уханов А.П., Уханов А.Д., Сидоров Е.А., Година Е.Д.; заявитель и патентообладатель Пензенская ГСХА. – 2015109440/06; заяв.7.03.2015; опубл.10.04.2016, Бюл. № 10.

THEORETICAL ASSESSMENT OF PERFORMANCE PARAMETERS OF MACHINE AND TRACTOR UNITS IN CASE OF DIESEL OPERATION ON DIFFERENT TYPES OF BIO-OIL FUEL

Ukhanov A. P.¹, Sidorov E. A.², Sidorova L. I.²

¹FSBEI HE Penza State Agrarian University,
440014, Penza, Botanicheskaya st., 30, tel.: +79272881135

Email: dispgau@mail.ru

^{2,3} Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ulyanovsk State Agrarian University
432017, Ulyanovsk, Novyi Venets Boulevard, 1; tel.: 8 (8422) 55-95-97

Email: sidorovevgeniy@yandex.ru

Keywords: diesel, petroleum diesel fuel, diesel mixed bio-oil fuel, mustard, rapeseed and radish oils

One of the directions in solving the problems of limiting the consumption of non-renewable petroleum resources is usage of diesel mixed bio-oil fuel (DMBOF) based on commercial petroleum diesel fuel (CPDF) and vegetable oil, which has the functions of both as a biocomponent (compatibility, solubility, etc.) and as bioadditives (to improve lubricating, anti-wear and environmentally friendly properties, etc.). To save labor, material and financial costs, check of feasibility of usage of one or another type of DMBOF must be carried out at the stage of theoretical research on main operational parameters of a machine-tractor unit (MTU). One of the most important complex operational parameters of MTU is the total specific energy costs, which characterize the amount of heat released during the combustion of DMBOF in diesel and spent by the tractor to perform useful work. The purpose of the research is to theoretically evaluate the operational performance of MTU when operating a diesel engine on various types of DMBOF in comparison with operation on CPDF. Mustard, rapeseed and radish oils were used as the biological component of DMBOF. The proposed methodology for calculating total specific energies of MTU costs take into account the technical and economic parameters of the diesel engine, traction and speed parameters of the MTU, parameters of the agrotechnological properties of the soil, as well as the calorific value of the studied types of DMBOF. The calculation of MTU operational parameters was carried out using the example of the operation of TZ-82 tractor as part of an arable unit (PLN-3-35 plow + 4BZSS-1 harrow) on DMBOF with different contents of the biological component. Based on the results of calculations of the complex operational parameter of the MTU, a forecast conclusion is made on advisability of conducting experimental studies of a diesel engine and a tractor when operating on the best type of DMBOF.

Bibliography:

1. Doskazieva, N.K. Usage of waste from production of vegetable oils to obtain biodiesel components / N.K. Doskazieva, L.I. Bayletsova // *Problems of modern science and education*. – 2016. – № 4 (46). – P. 36–39.
2. Prosvirnikov, D. B. Technology and equipment for processing activated agricultural plant waste into bioethanol / D. B. Prosvirnikov, D. V. Tuntsev, B. G. Ziganshin // *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. – 2021. – V. 16. – № 4(64). – P. 59-67. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-59-67. – EDN AHMDGR.
3. Technology for production of biogas from agricultural plant waste with high bioavailability, activated by steam explosion treatment / D. B. Prosvirnikov, B. G. Ziganshin, L. I. Gizatullina, I. Kh. Gaifullin // *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. – 2022. – V. 17, № 4(68). – P. 90-97. – DOI 10.12737/2073-0462-2023-90-97. – EDN NNGJBT.
4. Saprykin, E. V. Rapeseed as the main oilseed crop for production of biofuels / E. V. Saprykin // *Internauka*. – 2021. – № 15-2 (191). – P. 38-41.
5. Ukhanov, A.P. Theoretical assessment of the total specific energy consumption of a tractor unit when operating on mixed diesel fuel / A.P. Ukhanov, E.D. Godina, Yu.V. Ukhanova // *Science in central Russia*. – 2016. – № 3 (21). – P. 61–68.
6. Efficiency of diesel engines of tractors running on fuel with bioadditives of plant origin: analytical review / I. G. Golubev, S. A. Nagornov, A. N. Zazulya [et al.]. – Moscow: Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Research on Engineering and Technical Support of the Agro-Industrial Complex, 2021. – 72 p. – ISBN 978-5-7367-1627-2.
7. Physico-chemical and operational properties of biodiesel and mixed fuels / A. V. Chernysheva, A. D. Cherepanova, B. I. Kolobkov [et al.] // *Science in Central Russia*. – 2022. – № 5(59). – P. 120-133.
8. Likhanov, V. A. Diesel operation on ethanol and rapeseed oil: monograph / V. A. Likhanov, A. N. Kozlov, M. I. Araslanov. – Kirov: Vyatka State Agricultural Academy, 2018. – 172 p. – ISBN 978-5-6040852-5-7.
9. Druzhinin, P.V. Prospects for usage of alternative motor fuels in vehicles / P.V. Druzhinin, A.G. Kartukov, R.V. Volokushin // *Autogas filling complex + Alternative fuel*. – 2020. – Volume 19. – № 3. – P. 127-132.
10. Kozlov, A. N. Study of the operation of a tractor diesel engine on ethanol and rapeseed oil at various speed modes / A. N. Kozlov, M. I. Araslanov // *Scientific works of Research Automotive Institute*. – 2021. – № 4(287). – P. 53-59.
11. Improvement of operational properties of diesel fuels for agricultural machines / S. A. Nagornov, S. E. Romantsova, V. A. Markov [et al.] // *Agricultural Scientific Journal*. – 2020. – № 12. – P. 90-92.
12. For citation: Ukhanov, A. P., Sidorov, E. A. & Sidorova, L. I. (2023). Operation of tractor diesel powered by bio-oil fuel in idle mode. *Izvestia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 3, 63–69. (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_3_63
13. Buzikov, Sh. V. Determination of the efficiency of using mixed fuel in tractor diesel engines / Sh. V. Buzikov // *Vestnik of Transport of the Volga Region*. – 2021. – № 5 (89). – P. 57-62.
14. Bazarov, B. I. Modern trends in usage of alternative motor fuels / B. I. Bazarov, K. I. Magdiev, F. Sh. Sidikov, O. Z. Odilov // *Journal of advanced research in technical science*. – 2019. – № 14-2. – P. 186-189.
15. Dzhaborov, N.I. Methodology for specification of energy consumption under the probabilistic nature of the MTU load / N.I. Dzhaborov, V.S. Shkrabak // *Tractors and agricultural machines*. – 2018. – № 4. – P. 79–84.
16. Khalilov, M.B. Research of an arable unit / M.B. Khalilov, M.G. Abdulnatipov // *News of Dagestan State Agrarian University*. – 2022. – № 4 (16). – P. 308–312.
17. Patent № 2476716 RF, IPC F02M43/00. Dual-fuel diesel power system with automatic control of the composition of mixed fuel / Ukhanov A.P., Ukhanov D.A., Sidorov E.A., Sidorova L.I., Godina E.D.; applicant and patent holder Penza State Agricultural Academy. – № 2012110662/06; appl. 20.03.2012; publ. 27.02.2013, *Vestnik*. № 6.
18. Patent № 2579521 of the Russian Federation, IPC F02M43/00. Dual fuel diesel system / Ukhanov A.P., Ukhanov A.D., Sidorov E.A., Godina E.D.; applicant and patent holder Penza State Agricultural Academy. – 2015109440/06; appl. 7.03.2015; Publ. 10.04.2016, *Bull.* № 10.