

МЕТОДОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОДОЗАТОРОВ СМЕСИТЕЛЯ КОМПОНЕНТОВ БИОНЕФТЯНОГО ТОПЛИВА

Уханов Денис Александрович¹, доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник

Уханов Александр Петрович², доктор технических наук, профессор кафедры «Технический сервис машин»

Хохлов Антон Алексеевич³, кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация мобильных машин и технологического оборудования»

¹ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России»

121467, г. Москва ул. Молодогвардейская, д. 10

²ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ

440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30, e-mail: dispgau@mail.ru;

³ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, дом 1, +79997693210, e-mail: khokhlov.73@mail.ru

Ключевые слова: дизельное топливо, рыжиковое масло, бионефтяное топливо, смеситель, электродозатор, ход штока клапана, пропускная способность

Одним из направлений экономии нефтяного дизельного топлива (ДТ) и улучшения экологических показателей мобильной с.-х. техники является более широкое использование в качестве моторного топлива смесового бионефтяного топлива (БНТ), биокомпонентом которого являются растительные масла, обладающие комплексом специфических свойств (растворимость, смазывающая способность, поверхностное натяжение, антифрикционные свойства и др.). К такому эффективному биокомпоненту БНТ относится рыжиковое масло (RM). Для работы тракторов на БНТ в штатную систему питания дизеля встраивается смеситель ДТ и RM, во входных каналах которого устанавливаются электродозаторы, обеспечивающие автоматическое дозирование нефтяного и биологического компонентов с помощью микропроцессора – электронного блока управления (ЭБУ), по информативным сигналам поступающих от датчиков нагрузочного и скоростного режимов. Исполнительным элементом электродозаторов является клапан, шток которого выполняет функции ротора пошагового электродвигателя. При поступлении командного сигнала от ЭБУ в одну из двух обмоток электродвигателя клапан дозатора может совершать возвратно-поступательные перемещения в сторону открытия или закрытия входного канала смесителя, изменяя при этом его пропускную способность, а следовательно и дозу (процентное соотношение) ДТ и RM. Поэтому целью исследований является разработка методики расчета пропускной способности входных каналов смесителя в зависимости от хода штока клапанов электродозаторов с учетом разнородности физических свойств (вязкости и плотности) компонентов БНТ. В результате теоретических исследований при температуре компонентов БНТ во входных каналах смесителя равной 20 °С установлено, что для получения БНТ с процентным соотношением компонентов, например 50% ДТ:50% RM, необходимо переместить шток клапана электродозатора нефтяного ДТ на 0,926 мм, а шток клапана электродозатора RM – на 1,973 мм. Результаты теоретических расчетов пропускной способности входных каналов смесителя при перемещениях клапанов электродозаторов ДТ и RM для обеспечения требуемого процентного соотношения компонентов БНТ в зависимости от вязкости и плотности RM (температурного режима), хода рейки (нагрузочного режима) и оборотов кулачкового вала (скоростного режима) топливного насоса высокого давления (ТНВД) подтверждены экспериментальными данными.

Введение

Перспективным направлением экономии нефтяного моторного топлива и улучшения экологических показателей мобильной с.-х. техники является применение альтернативных видов дизельного топлива (ДТ). К такому дизельному топливу относится смесовое бионефтяное топливо (БНТ), получаемое смешиванием товарного нефтяного ДТ и растительного масла, обладающего функциями биологического компонента (смешиваемость, совместимость, раство-

римость, стабильность и др.) со свойствами биологической добавки (содержание поверхностно-активных веществ, смазывающая способность, антифрикционные свойства и др.) [1-14]. Одним из эффективных биокомпонентов БНТ является рыжиковое масло (RM) [15-17]. При рациональном соотношении нефтяного и биологического компонентов физико-химические и эксплуатационные свойства БНТ близки к аналогичным свойствам товарного нефтяного ДТ, что позволяет использовать его в автотракторной технике без

существенной модернизации штатной системы питания дизеля.

Для приготовления БНТ требуемого состава непосредственно в процессе работы с.-х. тракторов в штатную систему питания дизеля дополнительно устанавливаются бак рыжикового масла, смеситель компонентов БНТ с двумя входными каналами для подвода нефтяного ДТ и РМ и одним выходным каналом для отвода смесового топлива. В баках ДТ и РМ размещены электронасосы для их подачи в смеситель под одинаковым давлением. Для приготовления требуемого состава БНТ путем дозирования его компонентов в зависимости от нагрузочно-скоростного режима дизеля и температуры рыжикового масла во входных каналах смесителя размещены электродозаторы, управляемые командными сигналами микропроцессора – электронного блока управления (ЭБУ) по информативным сигналам датчиков перемещения рейки топливного насоса высокого давления (датчик нагрузочного режима), частоты вращения коленчатого вала дизеля или кулачкового вала ТНВД (датчик скоростного режима) и температуры рыжикового масла (температура существенно влияет на его вязкость и плотность, а следовательно и на пропускную способность входного канала РМ смесителя) [патенты РФ № 2582535, № 2582700, № 2692603, №2702067]. Исполнительным элементом электродозаторов ДТ и РМ является клапан, шток которого выполняет функции ротора пошагового электродвигателя. При поступлении командного сигнала (импульса напряжения) от ЭБУ в одну из двух обмоток электродвигателя клапан дозатора может совершать возвратно-поступательные перемещения в сторону открытия или закрытия входного канала смесителя, изменяя при этом его пропускную способность на каждом ходе штока клапана (или шаге электродвигателя дозатора), а следовательно и процентное соотношение (дозу) компонентов БНТ [16].

Однако одной из проблем при практической реализации электродозирования во входных каналах смесителя двух разнородных компонентов БНТ, существенно отличающихся друг от друга по показателям физических свойств (прежде всего по вязкости и плотности), является отсутствие научно обоснованной методологии по определению параметров электродозаторов с учётом влияния величины перемещения (хода штока) каждого клапана электродозаторов ДТ и РМ на пропускную способность смесителя в процессе приготовления БНТ требуемого состава.

Материалы и методы исследований

На рис. 1 показана гидравлическая схема

ма предлагаемой системы питания дизеля для работы трактора на двух видах моторного топлива: товарном нефтяном ДТ (используется на режимах пуска, прогрева и останова) и бионефтяном топливе (используется на эксплуатационных режимах).

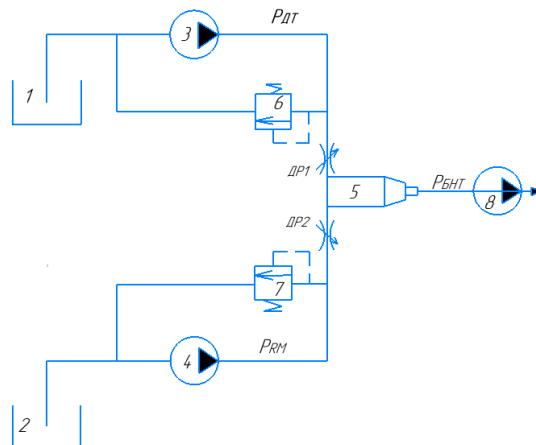


Рис. 1 – Гидравлическая схема предлагаемой системы питания:

1, 2 – баки нефтяного ДТ и рыжикового масла; 3, 4 – электронасосы подачи нефтяного ДТ и рыжикового масла; 5 – смеситель компонентов бионефтяного топлива; 6, 7 – перепускные клапаны; 8 – топливоподкачивающий насос; ДР1, ДР2 – дроссели (электродозаторы) нефтяного ДТ и рыжикового масла; $P_{ДТ}$, $P_{РМ}$, $P_{БНТ}$ – давление в магистралях нефтяного ДТ, рыжикового масла и бионефтяного топлива

Пропускная способность смесителя 5 компонентов БНТ ($W_{БНТ}$) будет складываться из пропускной способности входного канала нефтяного ДТ ($W_{ДТ}$) и пропускной способности входного канала РМ ($W_{РМ}$):

$$W_{БНТ} = W_{ДТ} + W_{РМ}. \quad (1)$$

В свою очередь пропускная способность входных каналов смесителя изменяется клапанами электродозаторов (дросселями) ДР1 и ДР2 и определяется по формулам [18]:

$$W_{ДТ} = \mu_{ДР1} \cdot S_{ДР1} \sqrt{2 \frac{P_{ДТ} - P_{БНТ}}{\rho_{ДТ}}}, \quad (2)$$

$$W_{РМ} = \mu_{ДР2} \cdot S_{ДР2} \sqrt{2 \frac{P_{РМ} - P_{БНТ}}{\rho_{РМ}}}, \quad (3)$$

где $\mu_{ДР1}$, $\mu_{ДР2}$ – коэффициент расхода нефтяного ДТ и рыжикового масла через клапан соответствующего электродозатора; $S_{ДР1}$, $S_{ДР2}$ – площадь поперечного сечения входных каналов смесителя, изменяемого клапаном электродозатора нефтяного ДТ и рыжикового масла, m^2 ;

$P_{ДТ}$, $P_{РМ}$, $P_{БНТ}$ – давление в магистралях нефтяного ДТ, рыжикового масла и бионефтяного топлива, Па; $\rho_{ДТ}$, $\rho_{РМ}$ – плотность нефтяного ДТ и рыжикового масла, $\text{м}^3/\text{кг}$.

Тогда пропускная способность смесителя составит:

$$W_{БНТ} = \mu_{ДР1} \cdot S_{ДР1} \sqrt{2 \frac{P_{ДТ} - P_{БНТ}}{\rho_{ДТ}}} + \mu_{ДР2} \cdot S_{ДР2} \sqrt{2 \frac{P_{РМ} - P_{БНТ}}{\rho_{РМ}}}. \quad (4)$$

С учетом равенства давлений в магистралях нефтяного ДТ и рыжикового масла запишем перепад давлений на входе в смеситель в виде соотношения:

$$P_{ДТ} - P_{БНТ} = P_{РМ} - P_{БНТ} = \Delta p. \quad (5)$$

При известных значениях пропускной способности смесителя и процентное содержание рыжикового масла в БНТ ($Q_{РМ}$) можно определить площадь поперечных сечений входных каналов смесителя, изменяющихся при каждом ходе штока клапанов электродозаторов:

$$S_{ДР2} = \frac{W_{БНТ} \cdot \frac{Q_{РМ}}{100}}{\mu_{ДР2} \sqrt{2 \frac{\Delta p}{\rho_{РМ}}}}, \quad (6)$$

$$S_{ДР1} = \frac{W_{БНТ}}{\mu_{ДР1}} \sqrt{\frac{\rho_{ДТ}}{2 \Delta p}} - \frac{\mu_{ДР2}}{\mu_{ДР1}} \cdot S_{ДР2} \sqrt{\frac{\rho_{ДТ}}{\rho_{РМ}}}. \quad (7)$$

С другой стороны, пропускная способность смесителя должна быть такой, чтобы обеспечить бионефтяным топливом бесперебойную работу дизеля в соответствии с нормативным расходом топлива на каждом нагрузочно-скоростном режиме:

$$W_{БНТ} = \frac{V_u \cdot n_{кв}}{30}, \quad (8)$$

где V_u – объемная цикловая подача топлива, $\text{м}^3/\text{цикл}$; $n_{кв}$ – частота вращения кулачкового вала ТНВД, мин^{-1} .

Так как у электродозаторов клапаны выполнены конической формы (см. рис. 2), то площадь поперечного сечения входных каналов смесителя ($S_{ДР}$) будет рассчитываться по формуле

$$S_{ДР} = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_2^2), \quad (9)$$

где D_1 – диаметр поперечного сечения входного канала смесителя, м; D_2 – диаметр рабочей поверхности клапана, перекрывающего входной канал, м.

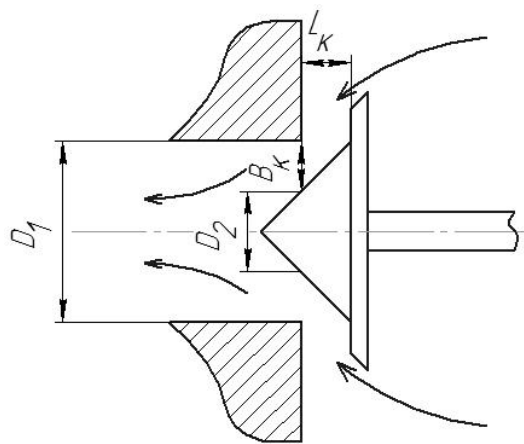


Рис. 2 – Расчетная схема к определению хода штока клапанов электродозаторов

Диаметр рабочей поверхности клапана

$$D_2 = D_1 - 2B_k, \quad (10)$$

где B_k – ширина кольцевого зазора, образующегося между внутренней поверхностью входного канала и рабочей поверхностью клапана, м.

Тогда выражение (9) примет вид

$$S_{ДР} = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - (D_1 - 2B_k)^2) = \pi B_k (D_1 - B_k). \quad (11)$$

При угле конуса клапанов электродозаторов, равным 45° , ход штока клапана (L_k , м) равен величине кольцевого зазора (B_k) и выражение (11) примет вид:

$$S_{ДР} = \pi L_k (D_1 - L_k). \quad (12)$$

Тогда ход штока клапанов электродозаторов будет равен

$$L_k = \frac{D_1}{2} + \sqrt{\frac{D_1^2}{4} - \frac{S_{ДР}}{\pi}}. \quad (13)$$

С учетом объемной цикловой подачи (V_u) и процентного содержания рыжикового масла ($Q_{РМ}$) в БНТ получим формулу для расчета хода штока клапанов электродозаторов нефтяного ДТ ($L_{кДТ}$) и рыжикового масла ($L_{кРМ}$):

$$L_{кДТ} = \frac{D_1}{2} - \sqrt{\frac{D_1^2}{4} - \frac{\pi \cdot \left(\frac{V_u \cdot n_{кв}}{30} - \frac{V_u \cdot n_{кв} \cdot Q_{РМ}}{30 \cdot 100} \right)}{\mu_{ДР1} \sqrt{2 \frac{P_{ДТ} - P_{БНТ}}{\rho_{ДТ}}}}}, \quad (14)$$

$$L_{кРМ} = \frac{D_1}{2} - \sqrt{\frac{D_1^2}{4} - \frac{\pi \cdot V_u \cdot n_{кв} \cdot Q_{РМ}}{30 \cdot 100 \cdot \mu_{ДР2} \sqrt{2 \frac{P_{РМ} - P_{БНТ}}{\rho_{РМ}}}}}. \quad (15)$$

Для подтверждения теоретических положений выполнены экспериментальные ис-

следования пропускной способности входных каналов смесителя в зависимости от хода штока клапанов электродозаторов.

Исследовательская установка создана на базе стенда КИ-921М для регулировки и испытания дизельной топливной аппаратуры 1 (рис. 3) и включает ТНВД 2 с датчиком хода рейки, смеситель 3 рапсового масла и нефтяного ДТ с электродозаторами во входных каналах, бак нефтяного ДТ и бак RM, размещённых в термостате 4, тахометр 5 для определения частоты вращения кулачкового вала ТНВД, комплект манометров 6, блок электронного управления 7 электродозаторами, компьютер 8 с программным обеспечением ЭБУ, мерный стакан 9.



Рис. 3 – Исследовательская установка (наименование позиций в тексте)

Один входной канал смесителя соединялся топливопроводом с электронасосом, установленным в баке нефтяного ДТ, другой канал – с электронасосом, установленным в баке рыжикового масла, помещенного в термостат (для изменения температуры RM). Вход топливоподкачивающего насоса соединялся с выходным каналом смесителя.

Пропускная способность входных каналов смесителя в зависимости от хода штока клапанов электродозаторов при различном составе

БНТ оценивалась по объемному расходу нефтяного ДТ и RM в единицу времени.

Изменение хода штоков клапанов каждого электродозатора смесителя осуществлялось в соответствии с разработанным алгоритмом программного обеспечения ЭБУ.

Результаты исследований

Расчеты хода штока клапанов электродозаторов нефтяного ДТ и RM и пропускной способности входных каналов смесителя выполнены применительно к тракторному дизелю Д-243, оснащённому топливным насосом 4УТНМ с нормативной цикловой подачей топлива $V_{\text{ц}} = 72 \text{ мм}^3/\text{цикл}$ при $n_{\text{кв}} = 1100 \text{ мин}^{-1}$. В качестве исходных данных для расчетов параметров электродозаторов приняты: $D_1 = 14 \text{ мм}$; $\mu_{\text{ДР1}} = 0,5$; $\mu_{\text{ДР2}} = 0,27$; $\rho_{\text{ДТ}} = 830 \text{ кг/м}^3$; $\rho_{\text{RM}} = 920 \text{ кг/м}^3$; $P_{\text{ДТ}} = 0,28 \text{ МПа}$; $P_{\text{RM}} = 0,28 \text{ МПа}$; $P_{\text{БНТ}} = 0,1 \text{ МПа}$.

Выполненные расчеты (см. табл. 1) позволили построить номограмму (рис. 4) определения хода штока клапанов электродозаторов для получения БНТ требуемого состава.

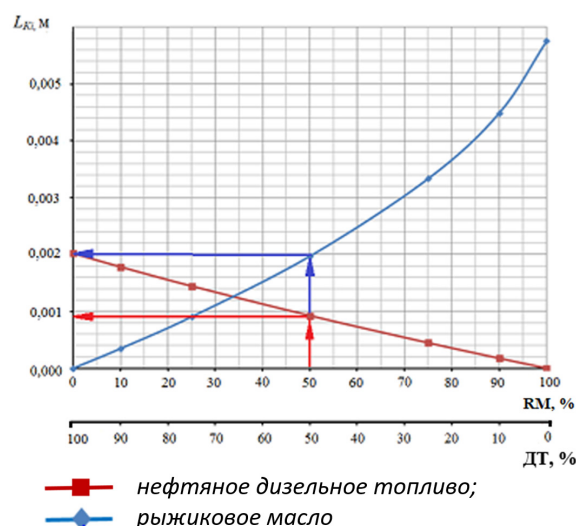


Рис. 4 – Теоретическая номограмма определения хода штоков клапанов электродозаторов для получения бионефтяного топлива требуемого состава

Таблица 1

Теоретическая пропускная способность входных каналов смесителя при изменении хода штока клапанов электродозаторов

Показатель	Процентное содержание RM в БНТ, %						
	0	10	25	50	75	90	100
Ход штока клапана электродозатора ДТ ($L_{\text{кДТ}}$), мм	2,021	1,784	1,447	0,926	0,447	0,175	0
Ход штока клапана электродозатора RM ($L_{\text{кRM}}$), мм	0	0,348	0,906	1,973	3,339	4,494	5,761
Пропускная способность входного канала смесителя ДТ ($W_{\text{ДТ}}$), мл/с	4,79	4,35	3,62	2,40	1,19	0,48	0
Пропускная способность входного канала смесителя RM (W_{RM}), мл/с	0	0,49	1,21	2,40	3,57	4,28	4,76

Таблица 2

Экспериментальная пропускная способность входных каналов смесителя при изменении хода штока клапанов электродозаторов

Показатель	Процентное содержание RM в БНТ, %						
	0	10	25	50	75	90	100
Ход штока клапана электродозатора ДТ ($L_{кДТ}$), мм	2,039	1,789	1,456	0,917	0,458	0,166	0
Ход штока клапана электродозатора RM ($L_{кRM}$), мм	0	0,333	0,915	1,955	3,328	4,493	5,782
Пропускная способность входного канала смесителя ДТ ($W_{ДТ}$), мл/с	4,82	4,36	3,64	2,38	1,22	0,46	0
Пропускная способность входного канала смесителя RM (W_{RM}), мл/с	0	0,47	1,22	2,38	3,56	4,28	4,77

Для получения БНТ, например состава 50%ДТ:50%RM, от оси абсцисс (рис.4) поднимаем прямую до пересечения с соответствующей кривой пропускной способности входных каналов, перекрываемых клапанами электродозаторов ДТ и RM. Точки пересечений проецируем на ось ординат, шкала которой соответствует численным значениям хода штока клапанов. В рассматриваемом примере ход штока клапана электродозатора ДТ равен 0,926 мм, а клапана электродозатора RM – 1,973 мм.

В таблице 2 приведены, а на рисунке 5 показаны результаты экспериментальных исследований, которые хорошо коррелируются с теоретическими расчетами.

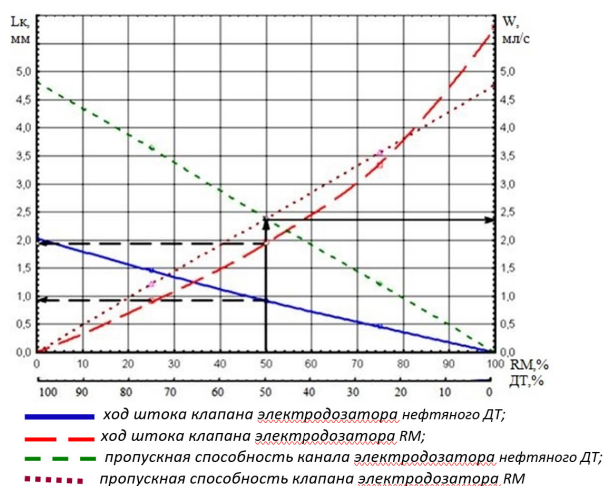


Рис. 5 – Экспериментальная номограмма определения хода штоков клапанов электродозаторов для получения бионефтяного топлива требуемого состава

Экспериментальные данные показывают, что для обеспечения пропускной способности входных каналов смесителя, к примеру величиной 2,38 мл/с в процессе приготовления БНТ состава 50%ДТ:50%RM, шток клапана электродозатора нефтяного ДТ необходимо переместить на

0,917 мм, а шток клапана электродозатора RM – на 1,955 мм.

Обсуждение

Эффективная работа тракторного дизеля на БНТ зависит не только от физико-химических свойств нефтяного и биологического компонентов, но и от их процентного соотношения в смеси топлива. Причем это соотношение должно автоматически изменяться дозирующими устройствами смесителя в зависимости от нагрузочно-скоростного режима дизеля и температурных условий. Наиболее полно этим требованиям отвечают смесители компонентов БНТ, оснащенные дозаторами с пошаговыми электродвигателями, которые управляются микропроцессором по сигналам соответствующих датчиков. Однако отсутствие методологии определения параметров таких электродозаторов, установленных во входных каналах смесителя, не позволяет на этапе теоретических и лабораторных исследований оценить пропускную способность смесителя при приготовлении БНТ с требуемым соотношением нефтяного и биологического компонентов.

Предложенная теоретически обоснованная и экспериментально подтвержденная методология позволяет достоверно определять параметры электродозаторов с учетом пропускной способности входных каналов смесителя в процессе приготовления БНТ требуемого состава.

Заключение

Разработанная методология определения параметров электродозаторов смесителя компонентов бионефтяного топлива позволяет на этапе теоретических и лабораторных исследований оценить пропускную способность смесителя в зависимости от хода штока клапана электродозаторов и получить БНТ с требуемым соотношением компонентов на различных нагрузочно-скоростных режимах работы тракторного дизеля.

Библиографический список

1. Safflower Oil as a Biological Component of Blended Fuel for Diesel Engines / A. Ukhonov, D.

Ukhanov, M. Ryblov, V. Machnev // Scientific Papers. Series E. Land Reclamation, Earth Observation & Surveying, Environmental Engineering. – 2021. – Vol. X. – P. 122-127.

2. 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.

3. Володько, О. С. Использование органических поверхностно-активных веществ в качестве противоизносных присадок к дизельному топливу / О. С. Володько, А. П. Быченин, А. Л. Хохлов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3(59). – С. 12-19.

4. Лиханов, В. А. Исследование показателей рабочего процесса быстроходного малоразмерного дизеля при работе на этаноле и рапсовом масле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2022. – № 2(288). – С. 61-71.

5. Likhanov, V. A. Research of load modes of diesel engine at work on biofuel / V. A. Likhanov, O. P. Lopatin // IOP Conference Series : materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 18–21 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Krasnoyarsk : Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 12202.

6. Термоокислительная стабильность дизельного смесового топлива / Д. А. Уханов, А. Д. Черепанова, А. П. Уханов, А. А. Хохлов // Нива Поволжья. – 2022. – № 1(61). – С. 03003.

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

8. Исследование влияния биодизельного топлива на работу топливной аппаратуры / В. А. Марков, А. Г. Мещеряков, Ю. В. Мещерякова, С. А. Нагорнов // Грузовик. – 2022. – № 2. – С. 17-25.

9. 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-техниче-

скому обеспечению агропромышленного комплекса, 2021. – 72 с. – ISBN 978-5-7367-1627-2.

10. Володько, О. С. Дизельные смесовые топлива для сельскохозяйственной техники / О. С. Володько, А. П. Быченин // Сельский механизатор. – 2021. – № 3. – С. 26-27.

11. Адаптация автотракторного дизеля к работе на соево-минеральном топливе / О. С. Володько, А. П. Быченин, М. П. Ерзамаев, Ю. В. Уханова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 4. – С. 36-43.

12. Загородских, Б. П. Влияние биотоплива на основе рапсового масла на износостойкость плунжерных пар / Б. П. Загородских, Ж. И. Альшин, В. М. Фоменко // Научная мысль. – 2015. – № 3. – С. 262 – 266.

13. Мещеряков, А. Г. Исследование работы топливной аппаратуры трактора на смесовом топливе с встроенным модульным смесителем / А. Г. Мещеряков, С. А. Нагорнов, Ю. В. Мещерякова // Наука в центральной России. – 2021. – № 5(53). – С. 90-95.

14. 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.

15. Влияние смесового рыжико-минерального топлива на износ плунжерных пар ТНВД / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, А. Л. Хохлов, А. А. Хохлов // Сельский механизатор. – 2020. – № 8. – С. 30-32.

16. Уханов, А. П. Биотопливо из рыжика : монография / А. П. Уханов, А. А. Хохлов. – Пенза : РИО ПГАУ, 2020. – 192 с. – ISBN 978-5-907181-39-7.

17. Влияние рыжикового масла на противоизносные свойства смесового топлива / Г. И. Болдашев, А. П. Быченин, М. С. Приказчиков, М. А. Быченина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3. – С. 92 – 95.

18. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы : учебник для вузов / Т. М. Башта, С. С. Руднев, Б. Б. Некрасов [и др.]. – 2-е изд., перераб. – Москва : Машиностроение, 2008. – 422 с.

METHODOLOGY FOR SPECIFICATION OF COMPONENT MIXER PARAMETERS OF BIO-OIL FUEL

Ukhanov D.A.¹, Ukhanov A.P.², Khokhlov A.A.³

¹FAU "25 State Research Institute of Chemmotology of the Ministry of Defense of Russia"

121467, Moscow, Molodogvardeyskaya st., 10

²FSBEI HE Penza State Agrarian University

440014, Penza, Botanicheskaya st., 30, e-mail: dispgau@mail.ru;

³FSBEI HE Ulyanovsk State Agrarian University

432017, Ulyanovsk, Novyi Venets boulevard, 1, +79997693210, e-mail: khokhlov.73@mail.ru

Keywords: diesel fuel, camelina oil, bio-oil fuel, mixer, electric dispenser, valve rod travel, throughput capacity

One of the ways to save petroleum diesel fuel (DF) and improve environmental parameters of mobile agricultural machinery is wider usage of mixed bio-oil fuel (BOF) as motor fuel, the biocomponent of which is represented by vegetable oils with a complex of specific properties (solubility, lubricity, surface tension, anti-friction properties, etc.). Camelina oil (CO) belongs to such an effective BOF biocomponent. For operation of tractors on BOF, a mixer of DF and CO is built into standard diesel power supply system, the input channels of which have electric dispensers that provide automatic dosing of oil and biological components using a microprocessor - an electronic control unit (ECU) according to informative signals coming from load and speed sensors. The actuating element of electric dispensers is a valve, the stem of which acts as a rotor of a step-by-step electric motor. When a command signal is received from the ECU in one of the two electric motor windings, the dosing valve can perform reciprocating movements towards opening or closing of the mixer inlet channel, changing its throughput capacity, and, consequently, the dose (percentage ratio) of DF and CO. Therefore, the aim of the research is to develop a methodology for calculating the throughput capacity of the mixer inlet channels depending on the, valve rod travel of the electric dispenser, taking into account the diversity of the physical properties (viscosity and density) of the BOF components. As a result of theoretical studies at a temperature of BOF components of 20 °C in the inlet channels of the mixer, it was found that it is necessary to move the valve rod of the DF electric dispenser by 0.926 mm, and the valve rod of the CO electric dispenser - by 1.973 mm in order to obtain BOF with a percentage of components of 50% DF: 50% CO. The results of theoretical calculations of the throughput capacity of the inlet channels of the mixer during movement of the valves of the electric dispensers of DF and CO for ensuring of the required percentage ratio of the BOF components depending on the viscosity and density of the CO (temperature regime), rack travel (load regime) and camshaft speed (speed regime) of the high pressure fuel pump are confirmed by experimental data.

Bibliography:

1. Ukhanov, A. Safflower Oil as a Biological Component of Blended Fuel for Diesel Engines / A. Ukhanov, D. Ukhanov, M. Ryblov, V. Machnev // Scientific Papers. Series E. Land Reclamation, Earth Observation & Surveying, Environmental Engineering. - 2021. - Vol. X. - P. 122-127.
2. Improvement of performance properties of diesel fuels for agricultural machines / S. A. Nagornov, S. E. Romantsova, V. A. Markov [and others] // Agrarian scientific journal. - 2020. - №12. - P. 90-92.
3. Volodko, O. S. Usage of organic surfactants as antiwear additives to diesel fuel / O. S. Volodko, A. P. Bychenin, A. L. Khokhlov // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2022. - №3 (59). - P. 12-19.
4. Likhanov, V. A. Performance research of high-speed small-sized diesel engine in case of operation on ethanol and rapeseed oils / V. A. Likhanov, O. P. Lopatin // Engine construction. - 2022. - №2 (288). - P. 61-71.
5. Likhanov, V. A. Research of load modes of diesel engine at work on biofuel / V. A. Likhanov, O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, November 18–21, 2019 / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 12202.
6. Ukhanov, D. A. Thermal oxidative stability of diesel mixed fuel / D. A. Ukhanov, A. D. Cherepanova, A. P. Ukhanov, A. A. Khokhlov // Niva of the Volga region. - 2022. - №1 (61). - P. 03003.
7. Physico-chemical and operational properties of biodiesel and mixed fuels / A. V. Chernysheva, A. D. Cherepanova, B. I. Kolobkov [and others] // Nauka in the Central Russia. - 2022. - №5(59). - P. 120-133.
8. Study of the effect of biodiesel fuel on operation of fuel equipment / V. A. Markov, A. G. Meshcheryakov, Yu. V. Meshcheryakova, S. A. Nagornov // Truck. - 2022. - №2. - P. 17-25.
9. Efficiency of diesel engines of tractors working on fuel with bioadditives of plant origin: Analytical review / I. G. Golubev, S. A. Nagornov, A. N. Zazulya [and others]. - Moscow: Russian Research Institute of Information and Technical And Economic Studies on Engineering and Technical Support of the Agro-Industrial Complex, 2021. - 72 p.
10. Volodko, O. S. Diesel mixed fuels for agricultural machinery / O. S. Volodko, A. P. Bychenin // Rural machinery operator. - 2021. - №3. - P. 26-27.
11. Adaptation of autotractor diesel engine to work on soybean-mineral fuel / O. S. Volodko, A. P. Bychenin, M. P. Erzamaev, Yu. V. Ukhanova // Izvestiya of Samara State Agricultural Academy. - 2018. - №4. - P. 36-43.
12. Zagorodskikh, B. P. Influence of biofuel based on rapeseed oil on wear resistance of plunger pairs / B. P. Zagorodskikh, Zh. I. Alshin, V. M. Fomenko // Scientific Thought. - 2015. - №3. - P. 262 - 266.
13. Meshcheryakov, A. G. Study of fuel equipment operation of mixed-fuel tractor with a built-in modular mixer / A. G. Meshcheryakov, S. A. Nagornov, Yu. V. Meshcheryakova // Nauka in the Central Russia. - 2021. - №5(53). - P. 90-95.
14. Likhanov, V. A. Operation of a diesel engine on ethanol and rapeseed oil / V. A. Likhanov, A. N. Kozlov, M. I. Araslanov. - Kirov: Vyatka State Agricultural Academy, 2018. - 172 p.
15. Ukhanov, A. P. Influence of mixed camelina-mineral fuel on wear of plunger pairs of high-pressure fuel pumps / A. P. Ukhanov, D. A. Ukhanov, A. L. Khokhlov, A. A. Khokhlov // Rural machinery operator. - 2020. - №8. - P. 30-32.
16. Ukhanov, A. P. Biofuel from camelina: monograph / A. P. Ukhanov, A. A. Khokhlov. – Penza: Publishing house of PSAU. – 2020. – 192 p.
17. Boldashev, G. I. Influence of camelina oil on antiwear properties of mixed fuel / G. I. Boldashev, A. P. Bychenin, M. S. Prikazchikov, M. A. Bychenina // Izvestiya of Samara State Agricultural Academy. - 2015. - №3. - P. 92 - 95.
18. Bashta, T. M. Hydraulics, hydraulic machines and hydraulic drives: A textbook for students of High Technical Universities / T. M. Bashta, S. S. Rudnev, B. B. Nekrasov and others - 2nd ed., revised. – M.: Mashine construction. - 2008. - 422 p.