

УДК 621.89.012.2

DOI 10.18286/1816-4501-2022-3-12-19

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В КАЧЕСТВЕ ПРОТИВОИЗНОСНЫХ ПРИСАДОК К ДИЗЕЛЬНОМУ ТОПЛИВУ

Володько Олег Станиславович¹, кандидат технических наук, доцент кафедры «Тракторы и автомобили»

Быченин Александр Павлович¹, кандидат технических наук, доцент кафедры «Тракторы и автомобили»

Хохлов Алексей Леонидович², доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Эксплуатация мобильных машин и технологического оборудования»

¹ФГБОУ ВО Самарский ГАУ

446442, Самарская обл., Кинельский р-н, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2, +79270098317, volodko-75@mail.ru

²ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, дом 1, +79278280897, chochlov.73@mail.ru

Ключевые слова: топливо, присадка, противоизносная, вещество, поверхностно-активное.

В статье приведен анализ основных направлений повышения эффективности использования дизельного топлива для автотракторной техники. Поставлена цель исследования – обосновать рациональную концентрацию противоизносной присадки к дизельному топливу, содержащей поверхностно-активные вещества органического происхождения. Рассмотрена возможность использования растительных масел (льняного, горчичного и рапсового) и их отдельных компонентов (олеиновой кислоты) в малых концентрациях (до 10% по объему) в качестве противоизносных присадок к дизельному топливу. По результатам лабораторных исследований на трибометре типа ТУ с четырехшариковым узлом трения определены оптимальные концентрации противоизносной присадки. По результатам экспериментов установлено, что добавление в дизельное топливо до 10% по объему растительного масла (льняного, горчичного и рапсового) позволяет повысить трибологические свойства топлива без проявления отрицательных эффектов. При этом оптимальной является концентрация 2% по объему, которая позволяет получить максимальный прирост трибологических свойств при минимальных затратах присадки. При использовании олеиновой кислоты оптимальной также является концентрация 2% по объему, но при превышении концентрации свыше 4% по объему в парах трения возникают условия, благоприятные для проявления эффекта адсорбционного понижения прочности трущихся поверхностей, что приводит к увеличению их износа. Применение олеиновой кислоты в количествах более 4% по объему нецелесообразно.

Введение

На текущем этапе технического развития основу машинно-тракторного парка, задействованного в сельскохозяйственном производстве, составляют энергетические средства, использующие в качестве силовых установок дизельные двигатели. Данная тенденция сохранится и в обозримом будущем, поскольку в энергонасыщенной технике применение электропривода на текущем этапе технологического развития

не представляется возможным. В отличие от легковых автомобилей и пассажирского транспорта попытки использования электропривода, например, в большегрузных автомобилях носят единичный характер [1 - 5]. Таким образом, сохраняется проблема повышения ресурса дизельной топливоподающей аппаратуры (ТПА), основные узлы которой (топливный насос высокого давления (ТНВД), форсунки) смазываются дизельным топливом. Данный принцип исполь-

зуется как в аппаратуре непосредственного действия (ТПА разделенного типа, индивидуальные ТНВД и насос-форсунки), так и в аккумуляторных системах с электронным управлением (Common Rail (CR)). В таких условиях ключевое значение имеют трибологические свойства дизельного топлива, которые во многом определяются наличием серы, содержание которой либо ограничено нормативными документами страны-потребителя, либо не допускается вовсе. Повысить трибологические свойства дизельного топлива возможно применением противоизносных присадок [6 - 10] либо смешиванием его с продуктами, характеризующимися хорошими смазывающими свойствами [10]. К последним относятся, например, растительные масла с высоким содержанием непредельных жирных кислот. Данную группу материалов успешно применяют в качестве основы для рабочих жидкостей гидросистем тракторов [11, 12], которые позволяют обеспечить нормативный ресурс их агрегатов. Также применяется дизельное смешевое топливо, в состав которого в значительных количествах входят растительные масла [13 - 16]. Но такое топливо требует адаптации ТПА для его использования, а также преследуют основную цель замещения части невозобновляемых природных ресурсов возобновляемым. Научные исследования по дизельному смешевому топливу сводятся в основном к обеспечению работоспособности дизельного двигателя, а вопросу повышения ресурса дизельной ТПА уделяется недостаточное внимание.

Материалы и методы исследований

Цель исследования – обосновать рациональную концентрацию противоизносной присадки к дизельному топливу, содержащей поверхностно-активные вещества органического происхождения. В качестве объекта исследования приняты противоизносные присадки к дизельному топливу в виде растительных масел (рапсового, льняного, горчичного) и отдельных их компонентов (олеиновой кислоты) как наиболее перспективные добавки, в малых дозах (до 10% по объему) не влияющие на эксплуатационные показатели дизеля (эффективную мощность, удельный эффективный и часовой расходы топлива), но позволяющие значительно повысить трибологические свойства топлива.

Так, растительные компоненты смешевого минерально-растительного топлива оказывают заметное влияние на их физико-химические и трибологические свойства [13], причем это влияние может быть как положительным, так и

отрицательным. Например, с увеличением концентрации растительного компонента повышается вязкость смешевого топлива, что ухудшает его прокачиваемость и вынуждает адаптировать дизельную топливоподающую аппаратуру (ТПА), например, устанавливать подогреватели топлива. Данная проблема возникает при концентрации растительного компонента более 30% по объему. С другой стороны, наличие растительных масел, содержащих значительное количество органических поверхностно-активных веществ (ПАВ) [13 - 16], способствует снижению износа деталей прецизионных пар ТПА. Жирнокислотный состав растительных масел, используемых в качестве компонентов дизельного смешевого топлива, приведен в таблице 1.

Таблица 1
Непредельные жирные кислоты в рапсовом, горчичном и льняном маслах

Биокомпонент	Жирная кислота	Массовая доля, %
Рапсовое масло	Олеиновая	45,4
	Линолевая	35,7
	Линоленовая	1,2
Горчичное масло	Олеиновая	43,5
	Линолевая	31
	Линоленовая	1,1
Льняное масло	Олеиновая	21,6
	Линолевая	22,7
	Линоленовая	1,8

При этом превышение оптимальной концентрации растительного компонента может привести к возникновению в парах трения эффекта адсорбционного понижения прочности (эффект Ребиндера) [17 - 19], что ведет к уменьшению ресурса ТПА. Аналогичный эффект может быть достигнут добавлением к дизельному топливу ПАВ в чистом виде, например, олеиновой кислоты.

Наиболее распространенными в составе растительных масел являются непредельные жирные кислоты, которые представляют собой молекулы с ярко выраженными полюсами. За счет проявления электрических сил такие молекулы способны образовывать на поверхностях трения, выступающих в роли анода, пространственно-ориентированных моно- и полислоев, обладающих значительным сопротивлением сжатию, но легко разрушающихся при сдвиге. Данные защитные пленки препятствуют внедрению в материал деталей абразивных частиц, а также способствуют насыщению контакта, что в

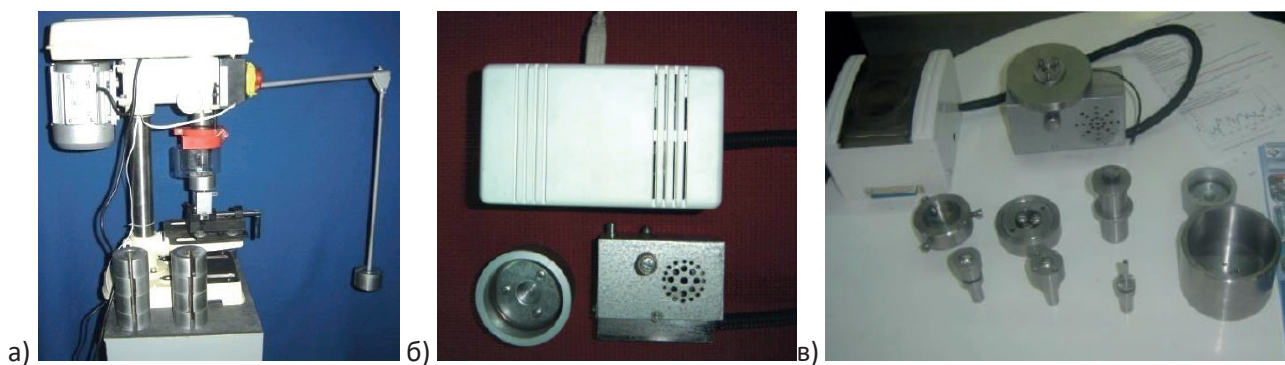


Рис. 1 - Универсальный трибометр типа ТУ: а – общий вид; б – измерительная система; в – комплект оснастки

итоге приводит к снижению удельных давлений в точечных контактах и минимизируют механическое и абразивное изнашивание.

Таким образом, наличие в составе моторного топлива поверхностно-активных веществ приводит к созданию более благоприятного режима смазывания трущихся деталей прецизионных пар, которые работают в режиме граничного трения. В этом режиме определяющими для ресурса пар трения являются свойства адсорбционных слоев смазочного материала на их поверхностях. Применение в качестве про-

тивоизносной присадки малых (до 10% по объему) концентраций растительных масел или их отдельных компонентов (олеиновой кислоты) позволяет создать концентрацию ПАВ, достаточную для образования защитных адсорбционных слоев.

Таким образом, существует актуальная научная проблема повышения ресурса дизельной ТПА. Перспективным способом ее решения является повышение трибологических свойств дизельного топлива применением противоизносных присадок. В качестве гипотезы данного исследования выдвигается предположение о возможности использования в качестве противоизносных присадок органических поверхностно-активных веществ, содержащихся в растительных маслах (рапсовом, льняном, горчичном). Для этого достаточно ввести в состав дизельного топлива малой (до 10% по объему) дозы растительного компонента. Помимо этого, возможно использование с той же целью непредельных жирных кислот, например, олеиновой.

Методика лабораторных исследований.

Данные исследования проводились для сравнительной оценки присадок рапсового, льняного и горчичного масел, а также олеиновой кислоты с целью формирования рекомендаций по подбору противоизносных присадок на основе органических ПАВ, улучшающих эксплуатационные свойства дизельного топлива, а также для определения оптимальных концентраций присадок рапсового, горчичного и льняного масел, а также олеиновой кислоты в дизельном топливе [14]. Исследования проб топлива с противоизносными присадками осуществлялись на универсальном трибометре типа ТУ (рис. 1).

Методика исследования подразумевала испытание каждой пробы топлива в течение 900 с. При этом частота вращения приводного вала

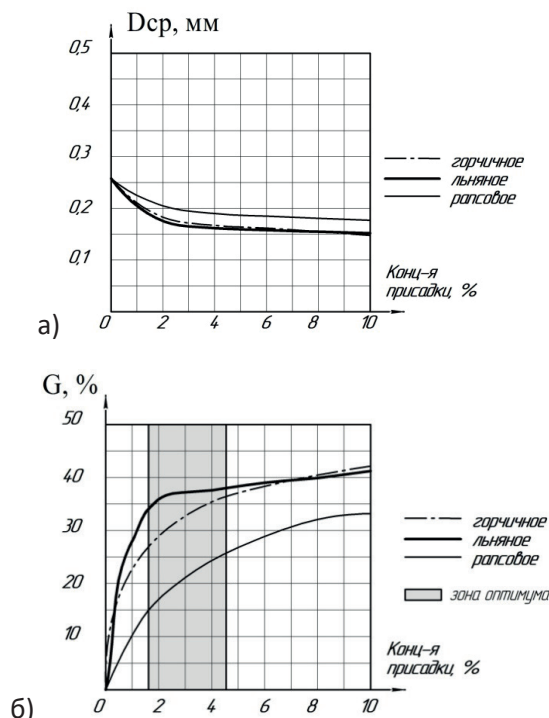


Рис. 2 - Испытания на универсальном трибометре (ТУ): а – зависимость D_{cp} , мм, от концентрации присадки; б – зависимость изменения параметра G , %, от концентрации присадки

трибометра составляла 580 об/мин, а нагрузка в сопряжении устанавливалась в пределах 450 ± 5 Н. Концентрация присадки растительного масла (горчичного, льняного и рапсового), а также олеиновой кислоты задавалась от 0 до 10% по объему с шагом в 2%. Испытания проводились в четырехшариковом узле трения. Контролировался средний диаметр пятна износа неподвижных шариков, мм. В каждом цикле испытаний были задействованы одни и те же шарики, предварительно выдержанные в испытуемой пробе топлива с присадкой в течение одного часа.

Значение $D_{ср}$, мм определяли на трех нижних шариках, неподвижно закрепленных в обойме. Измерения производились на каждом шарике в двух поперечных плоскостях под углом 90° друг к другу. В качестве измерительного средства использовалась измерительная шкала оптического микроскопа (МБС-1).

Исследовались следующие варианты дизельного топлива (ДТ), легированного присадками растительных масел (горчичного, льняного, рапсового) и олеиновой кислотой:

- ДТ + присадка горчичного масла (2...10% по объему, шаг – 2%);
- ДТ + присадка льняного масла (2...10% по объему, шаг – 2%);
- ДТ + присадка рапсового масла (2...10% по объему, шаг – 2%);
- ДТ + присадка олеиновой кислоты (2...10% по объему, шаг – 2%).

В качестве эталонного использовалось летнее дизельное топливо, при испытаниях которого был получен средний диаметр пятна износа $D_{ср}=0,258$ мм.

Помимо среднего диаметра пятна износа $D_{ср}$, мм на неподвижных шариках в обойме узла трения была проведена оценка параметра $G, \%$. Данный параметр в процентном соотношении характеризует прирост изменения диаметра пятна износа. За начальное (100%) значение, с которым производилось сравнение параметра G для топлива с присадками, был взят средний диаметр пятна износа при испытаниях в четырехшариковом узле трения летнего дизельного топлива без легирования противоизносными присадками.

Результаты исследования

Ниже (табл. 2) представлены результаты обработки данных, полученных в результате серии опытов, проведенных на дизельном топливе с легированием присадкой горчичного масла. Методика обработки результатов опытов с присадками льняного и рапсового масел аналогич-

на представленной. Графические зависимости $D_{ср}$, мм и $G, \%$ от концентрации присадки, полученные по результатам испытаний присадок горчичного, льняного и рапсового масел, представлены на рисунке 2. В таблице 3 представлены результаты обработки данных, полученных в результате серии опытов, проведенных на дизельном топливе с присадкой олеиновой кислоты. Графические зависимости $D_{ср}$, мм, и $G, \%$ от концентрации присадки олеиновой кислоты представлены на рисунке 2.

Таблица 2

Исследование дизельного топлива с присадкой горчичного масла

№ опыта	№ шарика	D, мм	$D_{ср}$, мм	G, %	Конц. прис., %
1	Шар 1	0,19; 0,19	0,185	<28	2
	Шар 2	0,18; 0,18			
	Шар 3	0,19; 0,18			
2	Шар 1	0,17; 0,16	0,168	<34,9	4
	Шар 2	0,17; 0,17			
	Шар 3	0,17; 0,17			
3	Шар 1	0,162; 0,160	0,162	<37,3	6
	Шар 2	0,161; 0,159			
	Шар 3	0,162; 0,169			
4	Шар 1	0,16; 0,15	0,153	<40,7	8
	Шар 2	0,15; 0,15			
	Шар 3	0,15; 0,16			
5	Шар 1	0,145; 0,145	0,146	<43,4	10
	Шар 2	0,15; 0,14			
	Шар 3	0,155; 0,145			

Таблица 3

Дизельное топливо, легированное олеиновой кислотой

№ опыта	№ шара	D, мм	$D_{ср}$, мм	G, %	Конц. прис., %
1	Шар 1	0,509; 0,489	0,508	0	0
	Шар 2	0,490; 0,499			
	Шар 3	0,539; 0,521			
2	Шар 1	0,431; 0,409	0,418	<17,7	2
	Шар 2	0,410; 0,410			
	Шар 3	0,429; 0,421			
3	Шар 1	0,399; 0,391	0,392	<22,9	4
	Шар 2	0,371; 0,389			
	Шар 3	0,511; 0,389			
4	Шар 1	0,390; 0,400	0,398	<21,6	6
	Шар 2	0,399; 0,400			
	Шар 3	0,409; 0,391			
5	Шар 1	0,419; 0,400	0,412	<18,9	8
	Шар 2	0,401; 0,399			
	Шар 3	0,421; 0,429			
6	Шар 1	0,451; 0,439	0,438	<13,7	10
	Шар 2	0,440; 0,440			
	Шар 3	0,441; 0,419			

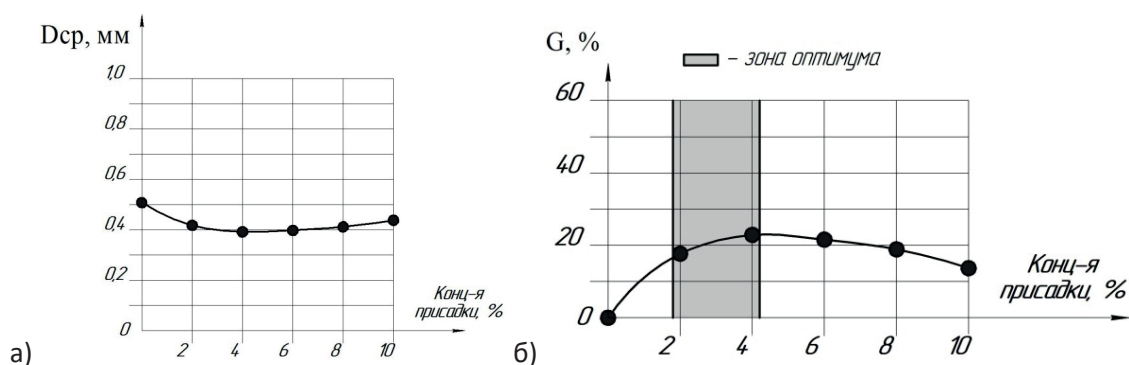


Рис. 3 – Испытания на универсальном трибометре (ТУ): а – зависимость D_{cp} , мм, от концентрации олеиновой кислоты; б – зависимость изменения параметра G , %, от концентрации олеиновой кислоты

Результаты исследования, как видно из представленных выше графических зависимостей, показывают целесообразность легирования дизельного топлива противоизносными присадками в виде горчичного, льняного или рапсового масел, а также олеиновой кислоты в малых концентрациях (до 10% по объему включительно). Их наличие способствует повышению ресурса прецизионных пар дизельной ТПА за счет повышения трибологических свойств топлива. Серия экспериментов на трибометре типа ТУ показали, что для значительного повышения противоизносных свойств дизельного топлива достаточно ввести в его состав 2...4% по объему присадки на основе растительных масел или их отдельных компонентов. Превышение указанной концентрации нерационально, так как дает незначительный прирост трибологических показателей.

Обсуждение

Из анализа графика зависимости среднего диаметра пятна износа от концентрации присадки растительного масла (горчичного, льняного и рапсового) (рис. 2, а) следует, что значение данного показателя имеет тенденцию к уменьшению в случае использования всех трех возможных компонентов (горчичного, льняного и рапсового). При увеличении содержания противоизносной присадки в случае использования растительных масел D_{cp} уменьшается в соответствии с обратно пропорциональной зависимостью. Максимальное уменьшение диаметра пятна износа (в среднем на 0,1 мм) наблюдается при концентрации присадки 2% по объему. Далее с повышением содержания присадки этот показатель изменяется не так значительно. Оценка изменения параметра G , % (рис. 2, б) также подтверждает полученную закономерность: максимальный прирост изменения среднего диаметра пятна износа приходится на диапазон 2...4% присадки по объему. Так, при добавлении

в дизельное топливо горчичного масла в количестве 2% по объему изменение параметра G составило 28%; при добавлении 4% горчичного масла $G=35,9\%$; далее при концентрациях присадки 6, 8 и 10% параметр G составил, соответственно, 37,3, 40,7 и 43,4%. Максимальное изменение параметра G (28%) соответствует концентрации горчичного масла 2% по объему. При увеличении концентрации горчичного масла вдвое (до 4% по объему) параметр G по сравнению с предыдущим случаем изменился лишь на 6,4%, при последующих опытах (при концентрациях горчичного масла 6, 8 и 10% соответственно) изменение параметра G укладывалось в 3%.

Анализ результатов экспериментов с олеиновой кислотой (рис. 3, а) позволяет подтвердить данную гипотезу. Однако уменьшение величины D_{cp} наблюдается лишь при концентрациях олеиновой кислоты до 4% по объему. При дальнейшем повышении содержания присадки трибологические свойства топлива ухудшаются. Таким образом, зависимость D_{cp} от концентрации олеиновой кислоты не является линейной. Наибольшее изменение (в среднем на 0,09 мм) диаметра пятна износа наблюдается при концентрации олеиновой кислоты 2% по объему, что согласуется с результатами для растительных масел (льняного, горчичного и рапсового). При увеличении концентрации олеиновой кислоты до 4% по-прежнему наблюдается уменьшение среднего диаметра пятна износа, но уже не столь значительное – на 0,026 мм от предыдущего результата, что также соотносится с результатами для растительных масел. Однако при увеличении концентрации присадки до 6, 8 и 10% соответственно наблюдается увеличение диаметра пятна износа, что говорит об ухудшении трибологических свойств дизельного топлива. Анализ графической зависимости, представленной на рисунке 3, б, позволяет утверждать, что наибольший прирост изменения D_{cp} соот-

ветствует диапазону концентрации олеиновой кислоты 2...4% по объему. Параметр $G=17,7\%$ соответствует концентрации олеиновой кислоты в дизельном топливе 2% по объему, и $G=22,9\%$ соответствует концентрации олеиновой кислоты 4%. Далее при концентрации олеиновой кислоты 6, 8 и 10% параметр G составляет 21,6, 18,9 и 13,7% соответственно. В качестве объяснения данного явления можно выдвинуть предположение о том, что при концентрации олеиновой кислоты свыше 4% по объему в паре трения проявляется эффект адсорбционного понижения прочности кристаллического твердого тела в жидкой среде, содержащей поверхностно-активные вещества (эффект Ребиндера) [17-19].

Полученные данные позволяют утверждать, что в парах трения создаются условия, способствующие образованию полимолекулярных демпфирующих слоев органических поверхностно-активных веществ, уже при концентрации олеиновой кислоты в пределах 2...4% по объему. В случае увеличения концентрации более 4% трибологические свойства топлива ухудшаются, следовательно, добавление в дизельное топливо олеиновой кислоты свыше 4% по объему нерационально.

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что уже при концентрации противоизносной присадки растительного масла (горчичного, льняного или рапсового) либо непредельной жирной кислоты (олеиновой) в 2% по объему количество поверхностно-активных веществ в топливе позволяет обеспечить в паре трения условия, благоприятные для образования полноценной полимолекулярной защитной пленки на поверхностях трущихся деталей. Также следует учитывать, что при превышении определенного уровня концентрации (4% по объему) поверхностно-активного вещества в чистом виде (олеиновой кислоты) в паре трения возникают условия, способствующие проявлению эффекта адсорбционного понижения прочности (эффекта Ребиндера). Исходя из анализа результатов, можно заключить, что оптимальной для повышения трибологических свойств дизельного топлива концентрацией противоизносной присадки (льняного, горчичного и рапсового масла, а также олеиновой кислоты) является концентрация 2% по объему.

Библиографический список

1. Xu, Y., Çolak, S., Kara, E.C., Moura, S.J., González, M.C. Planning for electric vehicle needs by coupling charging profiles with urban mobility,

Nature Energy, Volume 3, Issue 6, June 2018, Pages 484-493.

2. Dua, R., White, K., Lindland, R. Understanding potential for battery electric vehicle adoption using large-scale consumer profile data, Energy Reports, Volume 5, November 2019, Pages 515-524.

3. Ростовский, Й. К. Экономический анализ рынков электромобилей в мире и крупнейших странах и регионах / Й. К. Ростовский // Научные труды : Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2020. – № 18. – С. 201-218.

4. Дхакал, Т. Макроанализ и прогноз перспектив распространения электромобилей / Дхакал Тхакур, Мин Квон Сун // Форсайт. – 2021. – Том 15, №1. – С. 67-73.

5. Ремизова, Т. С. Влияние мировых тенденций на рынок электромобилей в России : проблемы, возможности и направления развития / Т. С. Ремизова, Д. Б. Кошелев // Национальные интересы : приоритеты и безопасность. – 2021. – Том 17, №5(398). – С. 913-939.

6. Шевченко, Е. Б. Жирные кислоты растительных масел как компоненты противоизносных присадок к дизельному топливу / Е. Б. Шевченко, А. И. Суханберлиев, М. М. Аббасов, А. М. Данилов // Журнал прикладной химии. – 2019. – №1. – С. 133-136.

7. Гришин, Д. Ф. Депрессорные, противоизносные и антиокислительные присадки к гидроочищенным дизельным топливам с низким и ультранизким содержанием серы (обзор) / Д. Ф. Гришин // Нефтехимия. – 2017. – Том 57, №5. – С. 489-502.

8. Туманян, Б. П. Исследование эффективности жирных кислот растительных масел в качестве противоизносных присадок к дизельным топливам / Б. П. Туманян, П. Ю. Щербаков, Е. А. Шарин, М. Е. Матин, О. А. Матвеева // Химия и технология топлив и масел. – 2020. – №4(620). – С. 3-11.

9. Комерзан, А. Н. К вопросу об импортозамещении противоизносных присадок дизельных топлив российскими аналогами / А. Н. Комерзан, Д. В. Репин, Д. А. Алексин, А. А. Смелик // Менделеев. – 2020. – №2(6). – С. 8-12.

10. Говорин, А. С. Обзор отечественных разработок в области противоизносных присадок для дизельных топлив с низким содержанием серы / А. С. Говорин, Н. П. Коновалов, Н. Д. Губанов, О. В. Рыбарчук, Д. А. Дубровский, И. Е. Кузора // Мир нефтепродуктов. – 2022. – №1. – С. 6-16.

11. Зартдинов, Ф. Ф. Физические свойства

растительно-минерального масла для гидравлических систем сельскохозяйственной техники / Ф. Ф. Зартдинов, Ф. Ф. Зартдинова, А. Л. Хохлов // Научная мысль. – 2017. – №3. – С. 27-29.

12. Bychenin, A. P., Volodko, O. S., Bazhutov, D. N. Alternative rapeseed based oil fluid for hydraulic systems of tractors, Bio web of conferences, Agriculture and food security: technology, innovation, markets, human resources, Volume 1, May 2018, Page 00030.

13. Уханова, Д. А. Льняное масло – перспективная биодобавка к моторному дизельному топливу / Д. А. Уханова, С. Ю. Дмитриева, Д. А. Уханов, А. П. Уханов // Нива Поволжья. – 2018. – №1 (46). – С. 121-127.

14. Быченин, А.П. Влияние растительных компонентов на трибологические свойства топлив для автотракторных дизелей / А.П. Быченин, О.Н. Черников, М.С. Приказчиков // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. - №3. – С. 12-15.

15. Садов, А. А. Теоретическое исследование показателей работы тракторного дизеля при применении дизельного смесового топлива на основе рицинового масла / А. А. Садов, Л. В. Денежко, Л. А. Новопашин // Известия Самар-

ской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – №2. – С. 71-74.

16. Белозерцева, Н. Е. Исследование целесообразности использования биодизельных топлив в качестве смесового компонента товарных дизельных топлив / Н. Е. Белозерцева, О. М. Торчакова, И. А. Богданов, М. В. Киргина // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2022. – Том 12, №1(40). – С. 130-140.

17. Малкин, А. И. Закономерности и механизмы эффекта Ребиндера / А. И. Малкин // Коллоидный журнал. – 2012. – Том 74, №2. – С. 239-256.

18. Евсеев, В. Д. Природа эффекта Ребиндера и его место при разрушении диэлектрических минералов и горных пород / В. Д. Евсеев // Инженер-нефтяник. – 2017. – №2. – С. 5-12.

19. Петров, А. П. Эффект Ребиндера и наноструктурирование поверхности заготовок при пластической деформации металлов / А. П. Петров, А. В. Беспалов, А. В. Соколов, А. Г. Шлёнский // Технология легких сплавов. – 2020. – №4. – С. 67-74.

USAGE OF ORGANIC SURFACE ACTIVE AGENT AS ANTI-WEAR ADDITIVES TO DIESEL FUEL

Volodko O. S.¹, Bychenin A. P.¹, Khokhlov A. L.²

¹FSBEI HE Samara State Agrarian University,

446442, Samara region, Kinel district, Ust-Kinelsky v., Uchebnaya st., 2, +79371778206, bap63@mail.ru

²FSBEI HE Ulyanovsk State Agrarian University, 432017, Ulyanovsk, Novy Venets boulevard, 1, +79278280897, chochlov.73@mail.ru

Key words: fuel, additive, antiwear, agent, surface active.

The article provides analysis of the main directions for efficiency increase of diesel fuel sage for automotive and tractor equipment. The purpose of the study is to substantiate rational concentration of antiwear additive for diesel fuel containing surface active agent of organic origin. The possibility of using vegetable oils (flax, mustard and rapeseed) and their individual components (oleic acid) in low concentrations (up to 10%) as antiwear additives to diesel fuel is considered. According to results of laboratory studies on a tribometer of TU type with a four-ball friction unit, appropriate concentrations of antiwear additive were determined. According to results of the experiments, it was found that inclusion of up to 10% of vegetable oil (flax, mustard and rapeseed) to diesel fuel allows to increase tribological properties of the fuel without negative effects. In this case, appropriate concentration is 2%, which allows to get maximum increase of tribological properties with minimum costs of the additive. When using oleic acid, a concentration of 2% is also appropriate, but when the concentration exceeds 4%, there are such conditions in friction pairs that are favorable for the effect of adsorption strength decrease of the rubbing surfaces, which leads to an increase of their wear. Oleic acid application in the amount of more than 4% is considered impractical.

Bibliography:

1. Xu, Y., Çolak, S., Kara, E.C., Moura, S.J., González, M.C. Planning for electric vehicle needs by coupling charging profiles with urban mobility, *Nature Energy*, Volume 3, Issue 6, June 2018, Pages 484-493.
2. Dua, R., White, K., Lindland, R. Understanding potential for battery electric vehicle adoption using large-scale consumer profile data, *Energy Reports*, Volume 5, November 2019, Pages 515-524.
3. Rostovskiy, Y. K. Economic analysis of electric vehicle markets in the world and major countries and regions / Y. K. Rostovskiy // *Scientific works: Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences*. - 2020. - № 18. - P. 201-218.
4. Dhakal, T. Macroanalysis and forecast of prospects for spread of electric vehicles / Dhakal Thakur, Min Kwon Sun // *Foresight*. - 2021. - Volume 15, № 1. - P. 67-73.
5. Remizova, T. S. Influence of global trends on the market of electric vehicles in Russia: problems, opportunities and development directions / T. S. Remizova, D. B. Koshelev // *National interests: priorities and security*. - 2021. - Volume 17, № 5 (398). - P. 913-939.
6. Shevchenko, E. B. Fatty acids of vegetable oils as components of antiwear additives to diesel fuel / E. B. Shevchenko, A. I. Sukhanberliev, M. M. Abbasov, A. M. Danilov // *Journal of Applied Chemistry*. - 2019. - № 1. - P. 133-136.
7. Grishin, D. F. Depressant, anti-wear and antioxidant additives for hydrotreated diesel fuels with low and ultra-low sulfur content (review) / D. F. Grishin // *Petrochemistry*. - 2017. - Volume 57, № 5. - P. 489-502.
8. Tumanyan, B. P. Study of the effectiveness of vegetable oil fatty acids as antiwear additives to diesel fuels / B. P. Tumanyan, P. Yu. Shcherbakov, E. A. Sharin, M. E. Matin, O. A. Matveeva // *Chemistry and technology of fuels and oils*. - 2020. - № 4 (620). - P. 3-11.
9. Komerzan, A. N. On the issue of import substitution of antiwear additives for diesel fuels by Russian analogues / A. N. Komerzan, D. V. Repin, D. A.

Aleksin, A. A. Smelik // *Mendeleev*. - 2020. - № 2 (6). - P. 8-12.

10. Govorin, A. S. A Review of domestic developments in the field of antiwear additives for diesel fuels with low sulfur content / A. S. Govorin, N. P. Kononov, N. D. Gubanov, O. V. Rybarchuk, D. A. Dubrovskiy, I. E. Kuzora // *World of petrochemicals*. - 2022. - № 1. - P. 6-16.

11. Zartdinov, F. F. Physical properties of vegetable-mineral oil for hydraulic systems of agricultural machinery / F. F. Zartdinov, F. F. Zartdinova, A. L. Khokhlov // *Scientific Thought*. - 2017. - № 3. - P. 27-29.

12. Bychenin, A. P., Volodko, O. S., Bazhutov, D. N. Alternative rapeseed based oil fluid for hydraulic systems of tractors, *Bio web of conferences, Agriculture and food security: technology, innovation, markets, human resources*, Volume 1, May 2018, Page 00030.

13. Ukhanova, D. A. Linseed oil is a high potential bioadditive for motor diesel fuel / D. A. Ukhanova, S. Yu. Dmitrieva, D. A. Ukhanov, A. P. Ukhanov // *NivaPovolzhiya*. - 2018. - № 1 (46). - P. 121-127.

14. Bychenin A.P. Influence of vegetable components on tribological properties of fuels for automotive diesel engines / A.P. Bychenin, O.N. Chernikov, M.S. Prikazchikov // *Izvestiya of Samara State Agricultural Academy*. - 2017. - № 3. - P. 12-15.

15. Sadov, A. A. Theoretical study of a tractor diesel engine performance when using mixed diesel fuel based on ricin oil / A. A. Sadov, L. V. Denezhko, L. A. Novopashin // *Izvestiya of Samara State Agricultural Academy*. - 2019. - № 2. - P. 71-74.

16. Belozertseva, N. E. Study of advantages of using biodiesel fuels as a mixed component of commercial diesel fuels/ N. E. Belozertseva, O. M. Torchakova, I. A. Bogdanov, M. V. Kirgina // *News of universities. Applied chemistry and biotechnology*. - 2022. - Volume 12, № 1 (40). - P. 130-140.

17. Malkin, A. I. Patterns and mechanisms of Rebinder effect / A. I. Malkin // *Colloid journal*. - 2012. - Volume 74, № 2. - P. 239-256.

18. Evseev, V. D. The nature of Rebinder effect and its place in destruction of dielectric minerals and rocks / V. D. Evseev // *Oil Engineer*. - 2017. - № 2. - P. 5-12.

19. Petrov, A. P. Rebinder effect and nanostructuring of the surface of workpieces in case of plastic deformation of metals/ A. P. Petrov, A. V. Bespalov, A. V. Sokolov, A. G. Shlenskiy // *Technology of light alloys*. - 2020. - № 4. - P. 67-74.