

4) понижение температуры диффузионного отжига приводит к увеличению эффективности применения импульсной обработки для металлов и сплавов, что позволяет значительно сократить энергозатраты в процессе обработки.

Библиографический список

1. Мазанко, В. Ф. Диффузионные процессы в металлах под действием магнитных полей и импульсных деформаций : монография: в 2 т. Т. 2 / В. Ф. Мазанко, А. В. Покоев, В. М. Миронов [и др.]. – М. : Машиностроение, 2006. – 320 с.
2. Бокштейн, Б. С. Диффузия атомов и ионов в твердых телах : монография / Б. С. Бокштейн, Я. Б. Ярославцев. – М. : МИСИС, 2005. – 362 с.
3. Азаренков, Н. А. Моделирование диффузионных процессов и экспериментальное определение параметров диффузии в конструкционных материалах с использованием радиоактивных изотопов / Н. А. Азаренков, В. Е. Семенов, Н. Г. Стервеев [и др.] // Вопросы атомной науки и техники. – 2007. – №2. – С. 76-81. – (Серия «Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение»).
4. Бородавка, А. Е. Компьютеризированный комплекс для исследования процессов диффузии в металлах и сплавах радиоактивным методом / А. Е. Бородавка, А. С. Посухов, В. Е. Семенов [и др.] // Радиофизика и электроника. – 2005. – №4. – С. 162-165.
5. Бобырь, С. В. Анализ процесса графитизации в железоуглеродистых сплавах на основе термодинамики необратимых процессов // Металлофизика и новейшие технологии. – 2013. – Т. 35, Вып. 2. – С. 199-208.
6. Котречко, С. А. Новые подходы к оценке взаимосвязи свойств прочности, пластичности и механической стабильности / С. А. Котречко, Ю. Я. Мешков, А. В. Шиян [и др.] // Металлофизика и новейшие технологии. – 2011. – Т. 33, вып. 9. – С. 1277-1290.
7. Azhaza, V. M. Microstructure and hardness of natural composite materials / V. M. Azhaza, N. A. Azarenkov, V. E. Semenenko, V. V. Podzolkova // Modern Materials Science: Achievements and Problems. – Kiev, 2005. – Vol. 1. – P. 15-17.

УДК 621.436

ВЛИЯНИЕ РЫЖИКОВОГО МАСЛА НА ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ СВОЙСТВА СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА

Болдашев Геннадий Иванович, канд. техн. наук, проф. кафедры «Тракторы и автомобили», ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: SSAA_Ingener@mail.ru

Быченин Александр Павлович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Тракторы и автомобили», ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: tia_sci_ssaa@mail.ru

Приказчиков Максим Сергеевич, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технический сервис», ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: SSAA_Ingener@mail.ru

Быченина Марина Александровна, соискатель кафедры «Тракторы и автомобили», ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: tia_sci_ssaa@mail.ru

Ключевые слова: топливо, смешанное, пара, свойства, противозносные.

Цель исследования – повысить противозносные свойства дизельного топлива введением малых (до 10% по объему) доз рыжикового масла. Представлены теоретические предпосылки повышения противозносных свойств смешанного топлива за счет использования в качестве присадки растительных масел, содержащих органические поверхностно-активные вещества. Приведены методика и результаты поисковых исследований противозносных свойств смешанного топлива с присадкой рыжикового масла. Исследования проводились на универсальном трибометре типа ТУ на четырехшариковом узле трения. Концентрация рыжикового масла в топливе менялась от 0 до 10% по объему с шагом в 2%. Нагрузка, частота вращения шпинделя и материал деталей узла трения не изменялись. Исследования показали, что при концентрации рыжикового масла 2% по объему средний диаметр пятна износа снизился на 26,1% (с 1,1255 при использовании дизельного топлива без добавок до 0,8317 мм при добавлении 2% рыжикового масла). При концентрации рыжикового масла 4% средний диаметр пятна износа снизился на 35,94% от первоначального. При дальнейшем увеличении концентрации рыжикового масла (6, 8 и 10% по объему) снижение диаметра пятна износа составило соответственно 36,56; 37,32 и 38,57%. Установлено, что для значительного повышения трибологических свойств дизельного топлива достаточно ввести в его состав 2-4% рыжикового масла по объему. Дальнейшее увеличение концентрации противозносной присадки значительного эффекта не дает, но использование смешанных топлив с содержанием растительных масел до 50% по объему рационально с точки зрения экономии топлив нефтяного происхождения.

Тракторы, оснащенные дизельными двигателями внутреннего сгорания, являются основой парка энергетических средств в сельском хозяйстве. При этом дизели всех модификаций потребляют дизельное топливо минерального происхождения. Гибридные силовые установки и прочие средства повышения экономичности, например, отключение части цилиндров при низких нагрузках [1], часто ведут к снижению мощностных показателей, что неприемлемо для энергетического средства, призванного обеспечивать эффективную работу сельскохозяйственных машин и агрегатов. В связи с этим наличествует проблема экономии невозобновимых запасов нефти, из которой производится большинство современных жидких топлив. С другой стороны, существует проблема повышения ресурса топливоподающей аппаратуры, которая смазывается топливом. В современных системах ТПА, где давление впрыска достигает 200-206 МПа (в традиционной ТПА непосредственного действия – не более 40 МПа), задача сохранения ресурса прецизионных пар стоит еще острее. Наиболее актуальным и перспективным способом решения данных проблем является частичное или полное замещение минеральных топлив топливами биологического происхождения. Таким изысканиям, особенно использованию растительных масел в качестве компонентов смесевых топлив (с содержанием биоконпонента до 50% по объему) посвящено значительное количество научных работ [2, 3], однако вопрос использования малых количеств растительных масел в качестве противоизносных присадок рассмотрен недостаточно широко.

Цель исследований – повысить противоизносные свойства дизельного топлива введением малых (до 10% по объему) доз рыжикового масла.

Задачи исследований: провести краткий анализ растительных масел, используемых в качестве компонентов смесевых топлив; теоретически обосновать влияние биоконпонента на режим трения в прецизионных парах дизельной топливоподающей аппаратуры; экспериментально оценить влияние рыжикового масла на диаметр пятна износа при испытаниях на универсальном трибометре типа ТУ на примере топлив с концентрацией рыжикового масла до 10% по объему.

Помимо традиционных нефтяных моторных топлив в настоящее время во многих странах идет активное освоение альтернативных энергоносителей. На взгляд авторов, самым рациональным способом их использования является применение в тракторной технике смесевых минерально-растительных топлив, представляющих собой смеси дизельного топлива с растительными маслами в разных пропорциях. В качестве компонентов таких топлив используются рапсовое, сурепное, рыжиковое, горчичное и другие растительные масла. Наиболее распространено использование рапсового масла. Например, автор работы [1] пришел к выводу, что наиболее оптимальным составом смесевых минерально-растительных топлив на основе рапсового масла является смесь 70% ДТ + 30% РМ (в объемных долях). При этом мощностные показатели двигателя снижаются незначительно (5,6-8,5%), расход смесевых топлив по сравнению с минеральным увеличивается на 10%, и обеспечивается снижение дымности на 44%. К похожим выводам пришел автор работы [4]. Исследованию влияния смесевых минерально-растительных топлив на основе рапсового масла на ресурс плунжерных пар ТНВД дизелей посвящены работы [5, 6]. Также достаточно широко представлены исследования использования в качестве компонентов смесевых топлив рыжикового, льняного и горчичного масла [3], однако их влияние на противоизносные свойства смесевых топлив практически не исследованы, в связи с чем возникает необходимость оценки перспективности использования этих масел с точки зрения повышения ресурса дизельной ТПА. Данному вопросу посвящены работы [7, 8], но в них рассматривались либо противоизносные свойства смесевых топлив с содержанием биоконпонента до 50% по объему [7], либо противоизносные свойства масел при различной нагрузке [8], поэтому вопрос влияния небольших доз растительных масел в смесевых топливах на ресурс дизельной ТПА остается актуальным.

В соответствии с целью исследования в процессе эксперимента выявлялось повышение противоизносных свойств смесевых топлив при использовании рыжикового масла в качестве противоизносной присадки. Объект исследования – процесс смазывания прецизионных пар дизельной топливной аппаратуры при применении рыжикового масла в качестве противоизносной присадки к дизельному топливу. Предмет исследования – взаимосвязь параметров процесса работы топливной аппаратуры при применении топлива с присадкой органического происхождения, условия трения в сопряжениях прецизионных пар, изнашивание их деталей.

Анализ химического состава растительных масел (табл. 1) показывает, что в них содержится значительное количество органических поверхностно-активных веществ (ПАВ). ПАВ способствуют образованию на поверхности трения защитной пленки, значительно снижающей нагрузки на материал детали, что в результате приводит к уменьшению износа.

Процесс трения в сопряжении в присутствии поверхностно-активных веществ характеризуется наличием граничного слоя, состоящего из пространственно-ориентированных молекул [5]. Этот слой может быть как мономолекулярным, так и полимолекулярным. Возникновение данного слоя обусловлено особенностями

строения молекул поверхностно-активных веществ. На рисунке 1 представлены схема строения нормальной жирной кислоты и схема формирования пространственно-ориентированных слоев ПАВ. Схему образования мультимолекулярного граничного слоя можно представить, основываясь на идее формирования мультимолекулярного граничного слоя из димеров – молекул с ярко выраженными полюсами (рис. 1, а, б, в). Образовавшаяся на поверхности твердого тела адсорбционная пленка обладает весьма ценными свойствами – истинной упругостью формы и высочайшей механической прочностью.

Таблица 1

Состав растительных масел

Кислота	Процентное содержание				
	Горчичное	Рыжиковое	Льняное	Соевое	Подсолнечное
Олеиновая	45%	12-20%	13-29%	23-29%	24-40%
Линоленовая	14%	35-39%	44-61%	3-6%	1%
Линолевая	32%	14-22%	15-30%	51-57%	46-62%
Пальмитиновая	-	5-7%	-	2,5-6%	3,5-6,4%
Стеариновая	-	2-2,5%	-	4,5-7,3%	1,6-4,6%

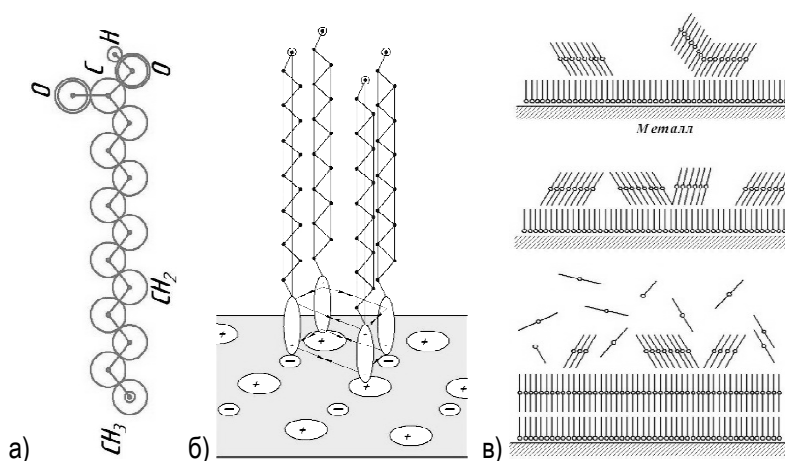


Рис. 1. Схема строения нормальной жирной кислоты (а) и схема формирования насыщенного мономолекулярного (б) и мультимолекулярного (в) слоя из димеров полярных молекул

Сущностью предлагаемого способа повышения противоизносных свойств смесового топлива является улучшение режима смазывания сопряжения за счет образования на поверхностях трения демпфирующих пленок органических ПАВ, содержащихся в рыжиковом масле. Выбор рыжикового масла в качестве противоизносной присадки обосновывается результатами исследований, приведенных в работах [7, 8]. В связи с этим в учебно-научно-исследовательской лаборатории «Повышение надежности и эффективности механических систем» СГСХА были проведены поисковые исследования смесовых топлив с концентрацией рыжикового масла до 10% по объему (рис. 2), которые подтвердили справедливость этого предположения.

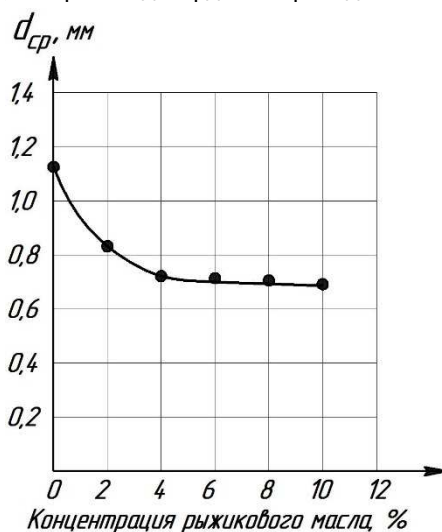


Рис. 2. Результаты испытаний смесового топлива на универсальном трибометре типа ТУ

Исследования проводились на универсальном трибометре типа ТУ по следующей методике: время опыта 600 с; частота вращения приводного вала 1220 мин⁻¹; нагрузка 450 Н с шагом 25 Н; концентрация рыжикового масла от 0 до 10% с шагом 2%. Схема работы – четырехшариковый узел трения. В каждом цикле испытаний использовались одни и те же шарики, которые выдерживались в испытуемой смазочной среде не менее одного часа. Оценивался средний диаметр пятна износа, измеренный на трех неподвижных шариках в двух взаимоперпендикулярных направлениях на каждом. Измерения проводились при помощи электронного микроскопа BW1008-500X.

Из анализа результатов исследований, представленных графиком (рис. 2), можно сделать вывод, что уже при концентрации рыжикового масла 2% по объему происходит резкое снижение диаметра пятна износа (с 1,1255 до 0,8317 мм, или на 26,1%), то есть в контакте образовались мультимолекулярные слои ПАВ, препятствующие внедрению неровностей одной поверхности в другую, что привело к уменьшению механического изнашивания. При концентрации рыжикового масла 4% по объему диаметр пятна износа уменьшился до 0,7210 мм, или на 35,94% от первоначального значения, при смазывании чистым дизельным топливом. Последующее увеличение концентрации не дает столь значительного результата: при 6, 8 и 10% рыжикового масла уменьшение диаметра пятна износа составляет 36,56; 37,32 и 38,57% соответственно. Из этого следует, что дальнейшее увеличение концентрации рыжикового масла в смесевом топливе на его противоизносные свойства влияния практически не оказывает. Однако эти данные требуют уточнения в процессе последующих испытаний на роликовой машине трения и в стендовых испытаниях с использованием ТНВД.

Заключение. Анализ растительных масел, используемых в качестве компонентов смесевых топлив для тракторной техники показал, что наиболее рационально использование рыжикового масла. Приведены теоретические предпосылки повышения противоизносных свойств смесевых топлив, содержащих поверхностно-активные вещества органического происхождения, а также результаты лабораторных исследований, подтверждающие их. Наличие рыжикового масла даже в небольших концентрациях (до 10% по объему) улучшают режим трения прецизионных пар дизельной топливоподающей аппаратуры. Поисковые исследования на универсальном трибометре типа ТУ показали, что для увеличения противоизносных свойств смесевых топлив на основе рыжикового масла достаточно концентрации биокон компонента в 2-4% по объему. Дальнейшее увеличение концентрации рыжикового масла рационально для решения задачи экономии топлив нефтяного происхождения, но на ресурс прецизионных пар дизельной ТПА практически не влияет.

Библиографический список

1. Федосеев, С. Ю. Повышение топливной экономичности тракторно-транспортного агрегата отключением части цилиндров двигателя : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Федосеев Семен Юрьевич. – Челябинск, 2015. – С. 24.
2. Фомин, В. Н. Повышение технико-экономических показателей автотракторных дизелей, работающих на минерально-растительном топливе : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Фомин Вадим Николаевич. – Ульяновск, 2011. – С. 18.
3. Голубев, В. А. Эффективность использования тракторного агрегата на горчишно-минеральном топливе : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03, 05.20.01 / Голубев Владимир Александрович. – Пенза, 2012. – С. 21.
4. Аверьянов, А. С. Улучшение параметров топливоподачи дизеля при работе на смесевом рапсово-минеральном топливе : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03 / Аверьянов Александр Сергеевич. – Пенза, 2013. – С. 19.
5. Быченин, А. П. Повышение ресурса плунжерных пар топливного насоса высокого давления тракторных дизелей применением смесового минерально-растительного топлива : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03 / Быченин Александр Павлович. – Пенза, 2007. – 172 с.
6. Ротанов, Е. Г. Снижение износа плунжерных пар ТНВД применением рационального состава дизельного смесового топлива : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03 / Ротанов Евгений Геннадьевич. – Пенза, 2012. – С. 19.
7. Быченин, А. П. Влияние смесовых минерально-растительных топлив на ресурс прецизионных пар топливоподающей аппаратуры дизельных двигателей / А. П. Быченин, М. А. Быченина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – №3. – С. 54-59.
8. Болдашев, Г. И. Сравнительный анализ противоизносных свойств растительных масел / Г. И. Болдашев, А. П. Быченин, М. А. Быченина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Спец. вып.: Актуальные проблемы трибологии. – Самара, 2015. – Т. 15, №1. – С. 197-200.