

ИССЛЕДОВАНИЯ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПАУНДИРОВАННЫХ ВОССТАНОВЛЕННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Шарафутдинов Р.Р., магистрант, тел. 89631234601,
ramilsharaf9@gmail.com

Чернов Р.М., магистрант,

тел. 89173963716, vipttk@mail.ru

Салахутдинов И.Р., кандидат технических наук, доцент,
тел. 8(8422)-55-95-13, ilmas.73@mail.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Глушенко А.А., кандидат технических наук, доцент,
тел. 89374564933, oildel@yandex.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский государственный университет

Салахутдинова З.И., курсант,

тел. 89378731990, zarrina.7300@mail.ru

ФГКОУ ВО Волгоградская академия МВД России

Ключевые слова: компаундирование, восстановленное, штатное, моторное масло, трибологические свойства

В работе представлены результаты исследований трибологических свойств восстановленных масел при эксплуатационных нагрузках в паре трения сталь-бронза, сталь-чугун, которые показали, что они находятся на уровне типового масла и могут быть использованы в системе смазки автомобилей.

Введение. Компаундирование — это процесс смешивания различных углеводородных компонентов для производства более качественных и эффективных продуктов. Этот процесс является неотъемлемой частью нефтяной промышленности и позволяет производить различные виды масел, топлива и химической продукции.

При смешивании нефтепродуктов компоненты комбинируются в определенных пропорциях для получения желаемых свойств, таких как вязкость, стабильность и термическая стабильность. Это позволяет

создавать конечные продукты, оптимизированные для конкретных применений и требований. Например, такие продукты могут быть неплохими смазочными материалы для промышленного оборудования или топливом для машинно-тракторных агрегатов.

Существует три основных способа смешивания нефтепродукта (табл. 1) [2]:

1. *Смесь* разных фракций масла. Самый простой и распространенный метод заключается в выделении продукта с заданными свойствами, такими как вязкость, плотность, температура каплепадения, и используется для производства различных топливных продуктов, таких как моторные масла, битумы и котельное топливо.

2. *Присадки* – вещества, добавляемые к нефтепродукту в небольших количествах для улучшения его свойств: вязкости; антиокислительные свойства; моющие свойства; противоизносные свойства; антикоррупционные свойства; другие особенности.

3. *Химическая модификация* предполагает изменение химической структуры масла. Для этого используются различные химические реакции: полимеризация; окисление; гидрогенизация.

Этот метод позволяет получать нефтепродукты с особыми свойствами, которые невозможно получить простым смешиванием или добавлением присадок.

Таблица 1 - Сравнительный анализ методов компаундирования

Метод	Преимущества	Недостатки
Смешение	Простота, низкая стоимость	Ограниченные возможности по улучшению свойств
Добавление присадок	Эффективность, широкий выбор присадок	Стоимость, влияние на другие свойства
Химическая модификация	Широкие возможности по улучшению свойств	Сложность, высокая стоимость

Масла можно смешивать в резервуарах, реакторах и миксерах или непрерывно в подходящих установках (рис. 1).

Резервуары емкостью от 1 до 20 м³ обычно оборудованы системой подогрева и перемешивания. Количество частиц определяют по весу, объему или с помощью дозирочного насоса.

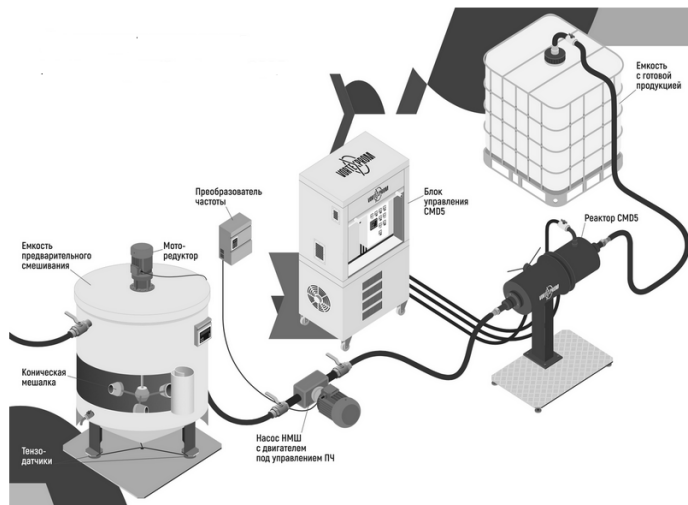


Рисунок 1 – Производственная линия для компаундирования масел

Поскольку медленно вращающиеся лопасти не обеспечивают желаемую скорость перемешивания, оптимальное перемешивание достигается с помощью пропеллерных миксеров. При использовании циркуляционного насоса мощность должна быть достаточной для многократной циркуляции всего объема масла со скоростью несколько оборотов в час [3-6].

Материалы и методы исследования. Испытания проводились на восстановленных моторных маслах методом компаундирования отработанные моторные масла и штатное моторное масло М-10 Г₂к.

Исследования противоизносных, противозадирных и антифрикционных свойств проводились на испытательной машине 2070 СМТ-1 (аналог И-5018), предназначенной для испытаний на трение и износ, для исследования процессов трения металлических изделий, сплавов и твердых тел, конструкционных пластмасс. (пара трения сталь ШХ15-бронза БрАЖ 9-4, и сталь ШХ15-чугун СЧ-4) [7].



Рисунок 2 - Испытательная машина 2070 CMT-1 и пары трения

Пара образцов прижаты друг к другу с силой P . В процессе работы момент трения измеряется на нижнем образце. Испытания проводились на образцах дискообразной формы. Трибоузел нагружен прогрессивно возрастающими нагрузками, определяющими скорость изнашивания, эффективность трения и максимальную удельную нагрузку, характеризующуюся противозносными, антифрикционными и антизадирными свойствами [7]. Результаты испытаний сведены в таблицу 2.

Таблица 2 - Результаты испытаний масел на машине трения

Показатели	Нагрузка, кгс	Масло отработанное компаундированное	Штатное масло М-10Г ₂ к
Сталь - бронза			
Износ Ии, мм	10	0,78	0,75
Коэффициент трения		0,125	0,075
Давление Р, мПа		14	12
Износ Ии, мм	20	0,86	0,85
Коэффициент трения		0,083	0,075
Давление Р, мПа		26	22
Износ Ии, мм	30	1,0	1,02
Коэффициент трения		0,095	0,075
Давление Р, мПа		28	31
Износ Ии, мм	40	1,25	1,07
Коэффициент трения		0,090	0,053
Давление Р, мПа		32	37
Износ Ии, мм	50	1,96	1,15
Коэффициент трения		0,128	0,050
Давление Р, мПа		26	42
Износ Ии, мм	60	-	1,62
Коэффициент трения		-	0,071
Давление Р, мПа		-	38
Сталь - чугун			
Износ Ии, мм		0,15	0,5

Коэффициент трения	10	0,25	-
Давление Р, МПа		65	20
Износ Ии, мм		0,22	0,54
Коэффициент трения	20	0,17	-
Давление Р, МПа		80	35
Износ Ии, мм		0,38	0,60
Коэффициент трения	30	0,13	-
Давление Р, МПа		86	50
Износ Ии, мм		0,5	0,64
Коэффициент трения	40	0,14	-
Давление Р, МПа		78	60
Рпред., МПа		87,6	71,4

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты испытаний показали следующее. При трении сталь-бронза при давлении в узле трения до 30 МПа восстановленные масла показали такие же противоизносные и противозадирные свойства, что и масло М-10Г₂к. При высокой нагрузке противоизносные и противозадирные свойства оказались низкими (рис. 3 - 5).

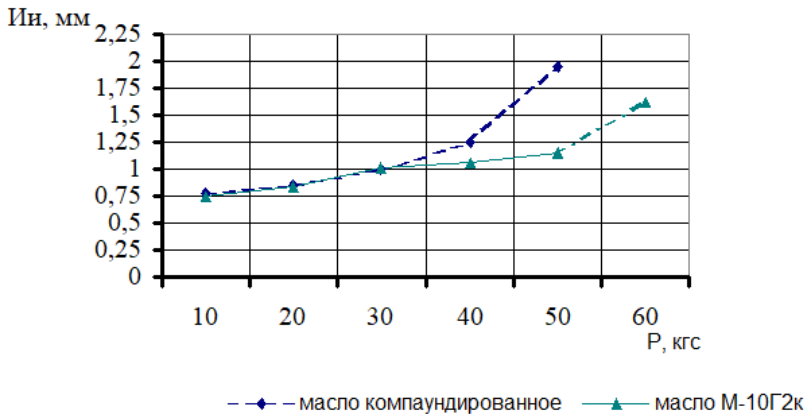


Рисунок 3 - График износа в паре трения сталь-бронза

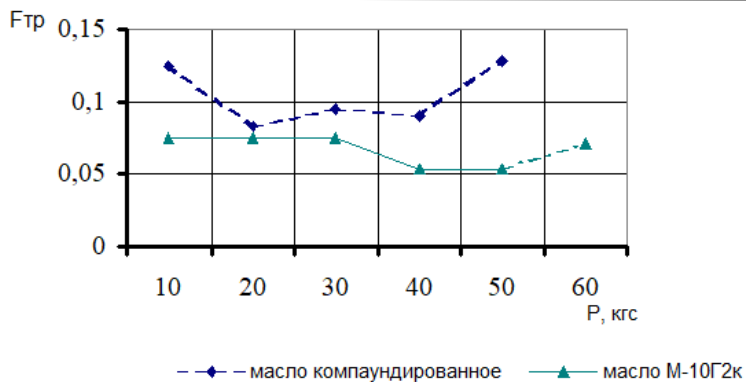


Рисунок 4 - График изменения коэффициента трения в паре трения сталь-бронза

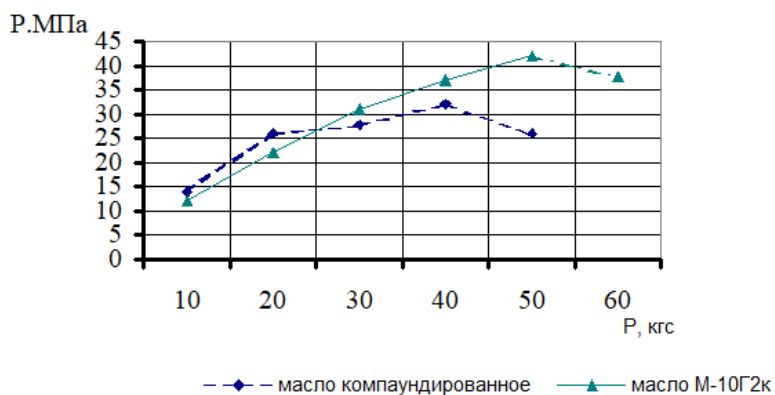


Рисунок 5 - График предельных давлений в паре трения сталь-бронза

В паре трения сталь-чугун максимальная нагрузка смешанного моторного масла, составила 80 МПа и 71,4 МПа для штатного масла М-10Г₂к. (рис. 6,7).

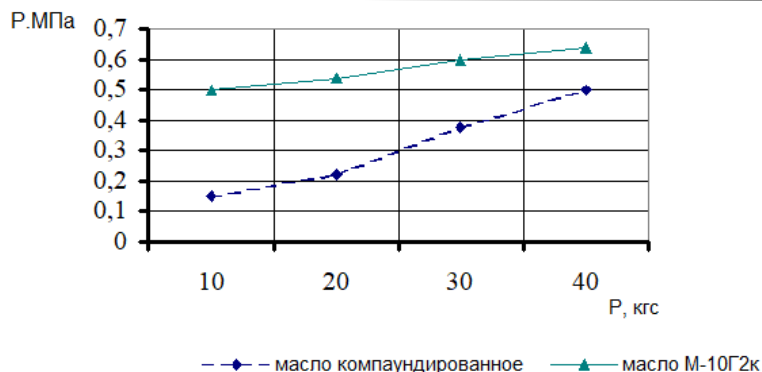


Рисунок 6 - График износа в паре трения сталь-чугун.

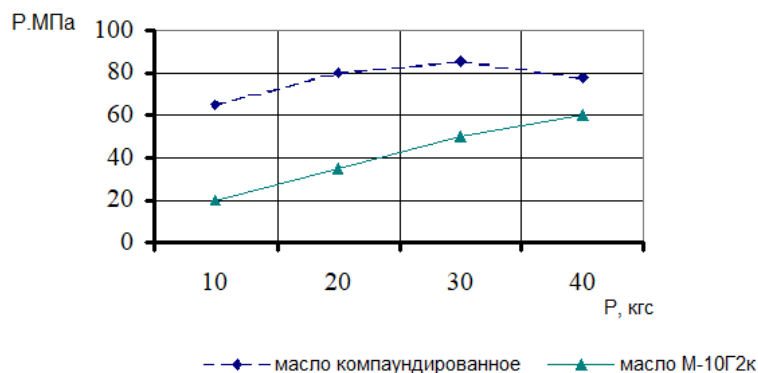


Рисунок 7 - График изменения предельного давления в паре трения сталь-чугун.

Закключение. Проведенные исследования трибологических свойств восстановленных масел при нагрузках, работающих в парах трения, сталь-бронза, сталь-чугун, относятся к стандартному маслу марки М-10Г₂к и могут быть использованы в качестве резервного в системе смазки автомобилей и тракторов.

Библиографический список:

1. PointRemont <https://pointremont.ru/chto-takoe-kompaundirovanie-nefteproduktov/>
2. Замальдинов, М.М. Технологический процесс

компаундирования очищенных отработанных моторных минеральных масел / М.М. Замальдинов, А.А. Глущенко // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы VII международной научно-практической конференции.- Ульяновск: ГСХА им. П.А. Столыпина, 2016.- С. 41-46.

3. Смазочные материалы: антифрикционные и противоизносные свойства. Методы испытаний. М. Машиностроение. 1989. 224с

4. Замальдинов, М. М. Загрязнение минерального масла и влияние типа очистителя на износ двигателя / М. М. Замальдинов, И. Р. Салахутдинов, Р. Т. Хакимов // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 57. – С. 141-148. – DOI 10.24411/2078-1318-2019-14141. – EDN GNTSIS.

5. Замальдинов, М. М. Производственные испытания очищенных масел в автотракторных трансмиссиях / М.М. Замальдинов, И.Р. Салахутдинов, Е.Н. Прошкин [и др.] // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы XIII Международной научно-практической конференции [Текст]. – Ульяновск: 2023. – С. 538-546.

6. Хусаинов А.Ш. Оптимизация выбора технологий регенерации отработанных смазочных масел / А.Ш. Хусаинов, А.А. Глущенко, И.Р. Салахутдинов, [и др.] // Автоматизация процессов управления, № 3 (57). - Ульяновск, 2019. – С. 118 - 126

7. Салахутдинов, И.Р. Повышение износостойкости гильз цилиндров бензиновых двигателей биметаллизацией рабочей поверхности трения: Дисс. канд. техн. наук: И.Р. Салахутдинова. – Пенза, 2011. 148 с.

STUDIES OF TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF COMPOUNDED RESTORED MOTOR OILS

**Sharafutdinov R.R., Chernov R.M., Salakhutdinov I.R. Glushchenko
A.A., Salakhutdinova Z.I.**

Keywords: *compounding, reconditioned, standard, motor oil, tribological properties*

The paper presents the results of studies of the tribological properties of reconstituted oils under operating loads in friction pairs steel-bronze, steel-cast iron, which showed that they are at the level of standard oil and can be used as backup ones in the lubrication system of cars.