

УДК 62-634.2

**О ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК  
НА ОСНОВЕ ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ**

*канд. хим. наук, доц. С.В. ПОКРОВСКАЯ,  
канд. техн. наук, доц. Н.В. ОЩЕПКОВА, А.В. ЗУБОВА, Е.В. ЮРЕВИЧ  
(Полоцкий государственный университет)*

*Представлены результаты исследования физико-химических и эксплуатационных свойств предварительно синтезированных пластичных смазок, сырьевыми компонентами которых являлись отработанные моторные масла (масло нецентрализованного сбора, нефтяное масло МИ 1-3 и полусинтетическое масло МИ 2-2 производства ОАО «Нафтан»), рафинированное рапсовое масло «Домашнее» СТБ 1486-2004 (РМ), нефтяной гач, петролатум ПС-55, вязкостная присадка «Плексол». Рекомендована рецептура смазки с оптимальным, выявленным в ходе эксперимента соотношением описанных выше компонентов. Приведен сравнительный анализ свойств синтезированных смазок с аналогичными свойствами промышленно производимых смазок (ПВК, ГОИ-54п и т.д.). Предложена возможная область применения полученных смазочных композиций, которая способствует рациональному использованию и продлению жизненного цикла отработанных моторных масел.*

**Введение.** Рост автопарка приводит к увеличению количества отработанных моторных масел (ОМ), негативно влияющих на окружающую среду вследствие их токсичности и канцерогенности. Экономически целесообразно утилизировать ОМ путем регенерации, очистки и вторичной переработки. Однако в странах СНГ на сегодняшний день этому вопросу не уделяется должного внимания [1].

Одним из направлений применения отработанных моторных масел может служить их использование в качестве дисперсионной среды пластичных смазок. Технология образования устойчивой коллоидной системы состава смазки определяется этим составом и является при создании долговечной смазки вторичной, но не менее сложной задачей, чем подбор оптимального состава. Разнообразный состав дисперсных фаз, различная степень совместимости разной природы жидкостей и загустителей определяют многообразие способов и схем получения гомогенных длительно устойчивых коллоидных систем [2].

**Цель и объекты исследований.** Цель исследования – снижение экологической нагрузки на биосферу за счет вовлечения отработанных моторных масел без предварительной их регенерации в производство пластичных смазок.

Задача работы состоит в определении состава дисперсионной среды и дисперсной фазы. Чтобы не увеличивать затраты на изготовление товарной продукции, предложено вместо очистки ОМ применять смешение его с рапсовым маслом, что повышает биоразлагаемость смазки и ее смазывающую способность.

В качестве объекта исследования были взяты отработанное масло нецентрализованного сбора (ОМ-1); отработанные нефтяное всесезонное моторное масло НАФТАН МИ1-3(ОМ-3) и полусинтетическое моторное масло НАФТАН МИ2-2 производства ОАО «Нафтан» (ОМ-2), которые были слиты из рабочей системы двигателя автомобиля согласно ГОСТ 21046-86 на отработанные нефтепродукты.

Отработанные масла обладают достаточно высоким уровнем защитных свойств, что позволяет использовать их для приготовления консервационных смазок типа ПВК с получением продуктов, близких к свежим по уровню защитных свойств [3].

**Методика синтеза смазок.** Смазочные композиции на основе твердых углеводов получали следующим образом. Необходимые компоненты смазки из расчета на общую массу готовой смазки, равную 70 г, взвешивали на лабораторных весах с точностью 0,1 г.

Навеску твердых углеводов (гач нефтяной, петролатум) помещали в фарфоровый стакан и медленно расплавляли при температуре 95...115 °С до состояния однородного расплава, после чего добавляли требуемое количество нефтяного масла при включенной мешалке со скоростью 60 об/мин.

После этого отключали подогрев и, продолжая перемешивание, охлаждали смесь на воздухе до 40...50 °С. Затем выключали мешалку и оставляли смазку до созревания (7...10 дней при комнатной температуре).

**Результаты и их обсуждение.** Целью экспериментов являлась разработка рецептуры смазочной композиции на основе дисперсионной среды, включающей отработанное моторное и рапсовое масла, свойства которой были бы сопоставимы с промышленными аналогами.

Для выявления оптимального соотношения отработанного (ОМ-1) и рапсового (РМ) масла в составе дисперсионной среды приготовлено четыре образца смазок на отработанном масле ОМ-1, содер-

жащих 40 % масс. гача с разной массовой долей рапсового масла. Результаты измерений температуры каплепадения и величины пенетрации представлены на рисунке 1.

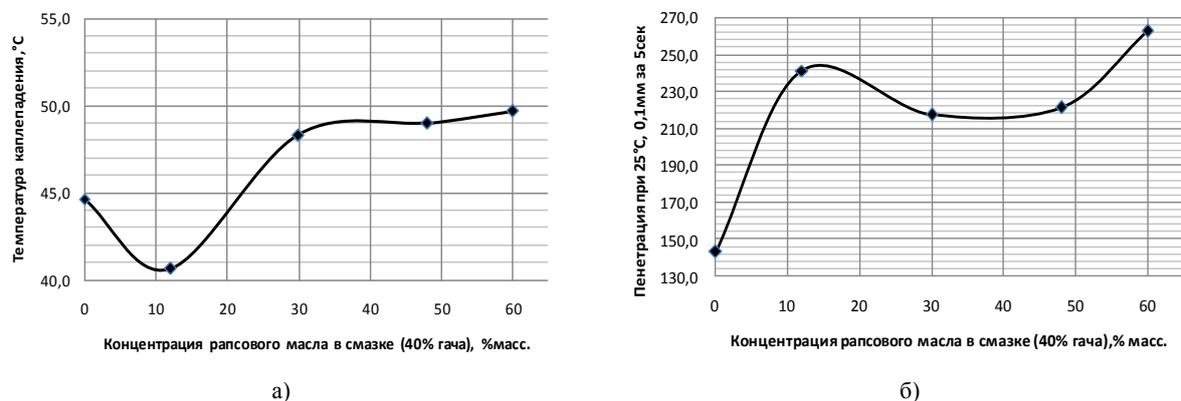


Рис. 1. Зависимость величины температуры каплепадения (а) и пенетрации (б) смазки от содержания в ней рапсового масла

Известно, что рапсовое масло содержит в своем составе радикалы таких кислот, как линоленовая, олеиновая, пальмитиновая, стеариновая, бегеновая, эруковая и др. Длинные алкильные радикалы могут встраиваться в растущие кристаллы парафиновых углеводородов, начиная со стадии зародышеобразования. При этом полярные функциональные группы ориентируются в дисперсионную среду и тормозят встраивание парафиновых углеводородов в растущую структуру, что ограничивает ее рост, т.е. происходит своеобразное «разбавление» загустителя рапсовым маслом, за счет чего понижается температура каплепадения и увеличивается значение пенетрации смазки, содержащей 12 % масс. РМ (см. рис. 1).

Дальнейшее повышение концентрации рапсового масла в составе дисперсионной среды приводит к росту температуры каплепадения (рис. 1, а), что можно объяснить повышением плотности дисперсионной среды вследствие возможного ее автоструктурирования.

Значительный рост величины пенетрации при концентрациях рапсового масла выше 48 % масс. в составе дисперсионной среды (рис. 1, б) является следствием возможного вытеснения иммобилизованной в межчастичном пространстве агрегативных комбинаций жидкой фазы в объем благодаря эффекту стягивания за счет собственных взаимодействий компонентов рапсового масла.

Для выявления оптимального соотношения гача и петролатума в составе дисперсионной фазы смазки было приготовлено шесть образцов смазок на смеси отработанного и рапсового масел (ОМ-1:РМ = 1:1), содержащих 40 % масс. загустителя с разной массовой долей петролатума. Установлено, что добавление петролатума в состав исследуемых смазок приводит к повышению верхнего температурного предела их работоспособности, что обусловлено повышенным по сравнению с гачем содержанием нафтеноароматических и гетероциклических углеводородов, которые способны к индукционным и ориентационным взаимодействиям, превышающим по силе дисперсионные. При этом увеличивается доля коагуляционных структур, которые, в отличие от конденсационно-кристаллизационных, способны образовывать тиксотропные системы.

Микроструктуры анализируемых образцов смазок, содержащих разное количество петролатума в составе загустителя, представлены на рисунке 2. Структура смазок исследовалась по ГОСТ 9270-86 на микроскопе «Аxiоvert-10» в тонком слое смазки в отраженном поляризованном свете [4].

Установлено, что структура всех смазок анизотропна, мелкодисперсная. Участки разной оптической плотности образуют сетку с «ячейками» порядка 10 мкм, т.е. имеют коллоидные размеры. Эта сетка формирует структурный каркас пластичной смазки. В смазках инородных включений и механических примесей не обнаружено, за исключением продуктов износа, привнесенных отработанным маслом.

Образец смазки, содержащей 40 % масс. нефтяного гача (рис. 2, г), отличается значительной структурной неоднородностью и крупноигольчатостью частиц загустителя, что согласуется с данными о пенетрации, коллоидной стабильности и испаряемости смазок. Выявленные свойства указывают на то, что рассматриваемая нефтяная система склонна к хрупкости.

Наиболее плотной структурой и слоистостью исходя из колористики снимка (рис. 2, в) обладает образец смазки, содержащей 20 % масс. петролатума.

Наибольшей однородностью характеризуется смазочная композиция, в состав которой входит 40 % масс. петролатума (рис. 2, а).

Мелковолокнистая однородная густая, без расслоений структура образца, содержащего 24 % масс. петролатума (рис. 2, б), определяет оптимальные объемно-механические свойства смазки и ее стабильность.

Выявлена закономерность изменения защитных свойств смазочной композиции от состава дисперсионной среды и дисперсной фазы (рис. 3).

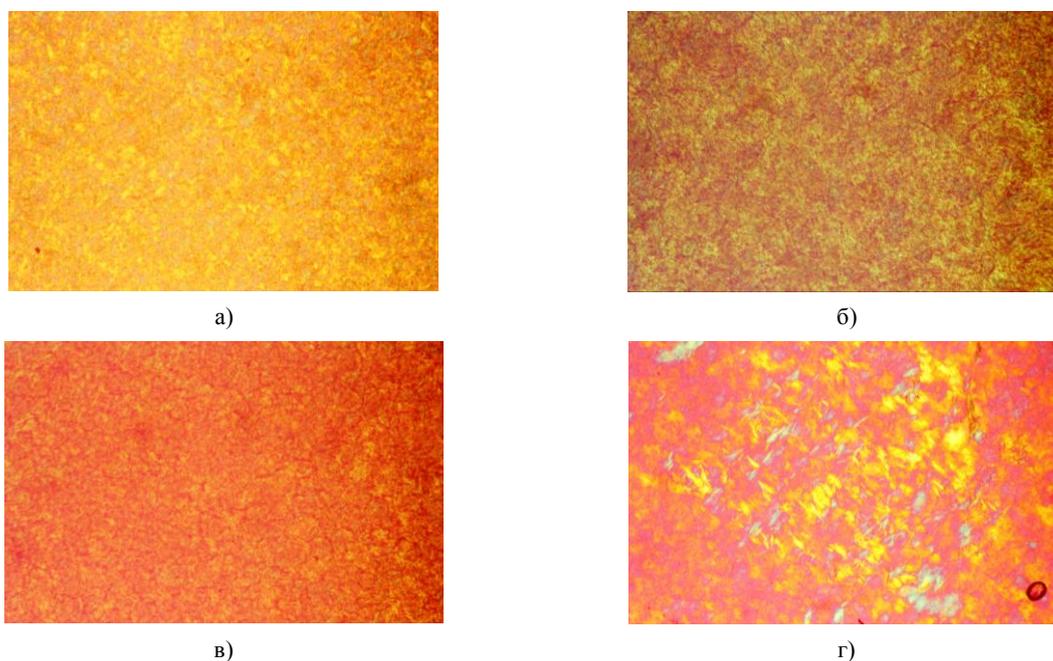


Рис. 2. Микроструктура образцов смазок, содержащих 40 % масс. (а), 24 % масс. (б), 20 % масс. (в) петролатума, 40 % масс. гача (г)

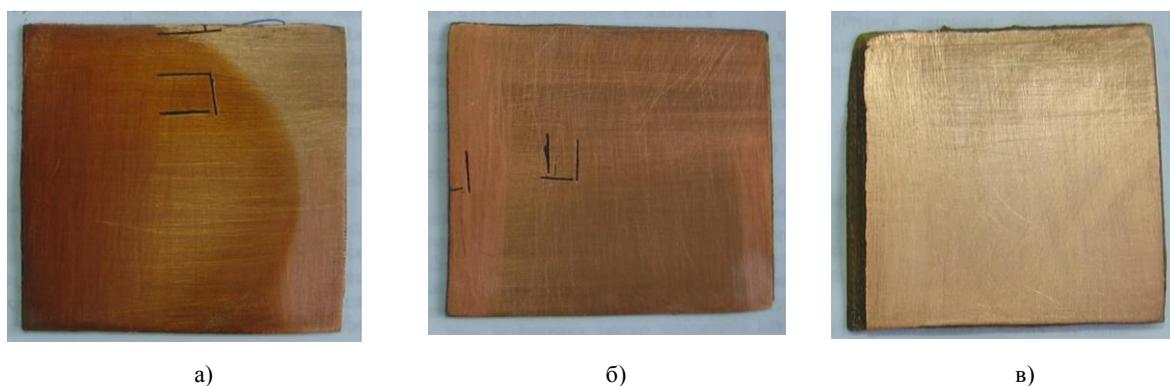


Рис. 3. Результаты коррозии медной пластинки после определения стабильности против окисления (в течение 10 ч, 120 °С).

Состав смазки: а – ОМ-1 – 60 % масс.; гач – 40 % масс.;  
 б – ОМ-1 – 30 % масс.; РМ – 30 % масс.; гач – 40 % масс.  
 в – ОМ-1 – 29,5 % масс.; РМ – 29,5 % масс.; гач – 16 % масс.; петролатум – 24 % масс.; «Плексол» – 1 % масс.

Установлено, что применение рапсового масла в составе дисперсионной среды способствует уменьшению интенсивности коррозии медной пластинки. Это связано с понижением кислотного числа дисперсионной среды вследствие смешения. Петролатум в составе загустителя играет роль экранирующей добавки, так как формирует гидрофобный защитный слой, предохраняющий металл от проникновения атмосферной влаги, кислорода воздуха и механических повреждений.

Для обеспечения конкурентоспособности смазки необходимо расширить температурный интервал ее применения, что возможно осуществить путем добавления в смазку загущающей присадки. Экспериментально доказано, что после добавления 1 % масс. вязкостной присадки «Плексол» прочностные свойства смазки улучшаются.

Также выявлена удовлетворительная воспроизводимость свойств полученной углеводородной смазки при использовании других видов отработанных масел в составе дисперсионной среды.

Анализ показателей качества и условий эксплуатации пластичных смазок позволил обоснованно выбрать аналоги для синтезированных смазочных композиций: консервационную смазку общего назначения ПВК (ГОСТ 19537), антифрикционную морозостойкую ГОИ-54п (ГОСТ 3276), канатную смазку Торсиол-55 (ГОСТ 20458).

Сравнение свойств синтезированной смазки со свойствами пластичных смазок, выбранных в качестве промышленно выпускаемых аналогов, приведено в таблице.

Сравнение свойств синтезированной смазки с промышленно производимыми

Показатели	Смазка			
	ПВК (ГОСТ 19537)	Торсиол-55 (ГОСТ 20458))	ГОИ-54п (ГОСТ 3274)	Исследуемая
Внешний вид (визуально)	однородная мазь от желтого до коричневого цвета	однородная мазь бурого цвета	однородная мазь от светло-желтого до темно-коричневого цвета	однородная мазь коричневого цвета
Температура каплепадения, °С (ГОСТ 6793-74)	не ниже 60 (60...67)	60...80	не ниже 61	59,3
Температура сползания, °С (ГОСТ 6037-75)	не ниже 50 (52...62)	–	не ниже 48	–
Пенетрация при 25 °С, 0,1 мм за 5с (ГОСТ 5346-78)	90...150	–	200...245	125,3
Кислотное число, мг КОН/г (ГОСТ 5985-79)	0,5...1	–	0,6...0,9	0,23
Коррозионное воздействие на металлы (ГОСТ 9.080-77)	выдерживает (медь)	–	выдерживает (сталь, медь)	выдерживает (медь)
Наличие присадок	противокоррозионная МНИ-7 (0,9...1,1 %)	противокоррозионная	противокоррозионная МНИ-7 (1...1,4 %)	вязкостная
Содержание механических примесей, % (ГОСТ 1036-75)	не более 0,07	–	не более 0,015	–
Время застывания, с (ГОСТ 20458-89)	–	10	–	10
Испаряемость за 1 ч, %, не более 100 °С 150 °С (ГОСТ 9566-74)	0 0	0 3,5...4	13 –	0,1 –
Коллоидная стабильность, % масс. (ГОСТ 7142-74)	1...4	–	не более 7	0,23
Окисляемость при 120 °С за 10 ч, мг КОН/г (ГОСТ 5734-76)	–	–	–	0,19
Температурный интервал применения, °С	–50...50	–50...50	–40...50	–

*Примечание.* Анализ показателей, обозначенных знаком «–», не является обязательным для промышленных смазок или невозможен по техническим причинам для исследуемой композиции.

Таким образом, рекомендуется следующая рецептура смазки (100 % масс.), основанная на данных экспериментального анализа свойств образцов:

- 1) отработанное моторное масло – 29,5 % масс.;
- 2) рапсовое масло – 29,5 % масс.;
- 3) гач нефтяной 3 – 16 % масс.;

- 4) петролатум ПС-55 – 24 % масс.;
- 5) вязкостная присадка «Плексол» – 1 % масс.

По совокупности исследуемых в ходе эксперимента свойств и экономическим показателям полученная смазочная композиция может конкурировать с рассмотренными промышленными аналогами (ПВК, ПП-95/5, ГОИ-54п и др.), т.е. может быть рекомендована к использованию в качестве консервационных и канатных смазок. К тому же за счет применения в составе полученной смазки рапсового масла можно предполагать более высокую ее биоразлагаемость.

#### **Выводы:**

- 1) в результате исследования выявлена возможность использования отработанных моторных масел в качестве компонента дисперсионной среды углеводородных смазок;
  - 2) применение рапсового масла в рецептуре смазки улучшает ее экологические характеристики и смазывающую способность. Помимо экологических факторов следует учитывать и экономические – использование одного доминирующего материала для получения смазок. Таким в последнее время является нефть (не оправдывает себя). Рапсовое масло относится к возобновляемым ресурсам и культивируется на территории Республики Беларусь;
  - 3) доказано, что использование нефтяного гача в составе дисперсной фазы синтезированной смазочной композиции улучшает ее прочностные свойства, а петролатум является компонентом, повышающим тиксотропность и защитные свойства смазки;
  - 4) варьирование количества рапсового масла в составе дисперсионной среды и петролатума в составе загустителя позволяет получать смазочные композиции без регенерации отработанного масла;
  - 5) разработана рецептура смазки (100 % масс.):
    - отработанное моторное масло – 29,5 % масс.;
    - рапсовое масло – 29,5 % масс.;
    - гач нефтяной 3 – 16 % масс.;
    - петролатум ПС-55 – 24 % масс.;
    - вязкостная присадка «Плексол» – 1 % масс.
- Данная смазочная композиция по совокупности физико-химических и реологических свойств может быть рекомендована к использованию в качестве консервационных и канатных смазок;
- б) технический результат – снижение себестоимости пластичных смазок с одновременным сокращением объема отходов и повышением биоразлагаемости пластичных смазок после их эксплуатации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Скобельцин, А.А. Исследование возможности использования отработанных моторных масел в качестве дисперсионной среды мыльных смазок / А.А. Скобельцин, В.Л. Немец // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2005. – № 9. – С. 32 – 37.
2. Ищук, Ю.Л. Состав, структура и свойства пластичных смазок / Ю.Л. Ищук. – Киев: Наукова думка, 1996. – 514 с.
3. Евдокимов, А.Ю. Смазочные материалы и проблемы экологии / А.Ю. Евдокимов. – М.: ГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2000. – 424 с.
4. Салтыков, С.А. Стереометрическая металлография / С.А. Салтыков. – М.: Металлургия, 1958. – 445 с.

Поступила 17.06.2010

#### **RECEPTION OF PLASTIC GREASINGS ON THE BASIS OF THE USED ENGINE OILS**

**S. POKROVSKAYA, N. OSHCHERKOVA, A. ZUBOVA, L. YUREVICH**

*Results of research of physicochemical and operational properties of the synthesised greasings are presented in article. Raw materials for reception of greasings are the used engine oils (oil of not centralised gathering, hydrocarbon oil MI-13 and semisynthetic oil MI 2-2 produced by joint stock company “Naftan”), refined rape oil “Domaschnee” STB 1486-2004, oil wax concentrate, petrolat PS-55, viscous additive “Pleksol”. The optimum parity of components is revealed. Comparison of properties of the received greasing and industrial analogues (commodity greasing PVK, GOI 54-p) is resulted. The rational scope of the greasing composition is offered.*