

УДК 665.66

А.Б. Григоров, доцент, канд. техн. наук

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002

grigorovandrey@ukr.net

И.С. Наглюк, канд. техн. наук, доцент

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ул. Петровского, 25, г. Харьков, Украина, 61002

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН И РЕГЕНЕРАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ

Приведен обзор некоторых методов регенерации отработанных смазочных масел. Установлено, что как обычное фильтрование, так и применение вакуумной перегонки отработанных масел, позволяет получить базовое масло для применения которого, необходимо осуществить дозированный ввод присадок.

***Ключевые слова:** техническое обслуживание, смазочное масло, регенерация, эксплуатация, присадки, вакуумная перегонка, фильтрация.*

Введение. Стратегия экономического развития промышленных предприятий имеющих собственный автомобильный транспорт, базируется на снижении затрат, связанных с проведением технического обслуживания и ремонта транспортных средств. Большую часть затрат при техническом обслуживании транспортных машин составляют эксплуатационные материалы, в частности смазочные масла. При этом важным критерием в выборе того или иного смазочного масла остается уровень его эксплуатационных свойств, зависящей от технологии производства и наличия в масле присадок обеспечивающих надежную работу агрегатов и эксплуатацию транспортных машин.

Постановка проблемы. Ежегодно на промышленных предприятиях накапливается значительное количество отработанных масел, слитых из агрегатов транспортных машин при проведении их планового технического обслуживания. Некоторые предприятия используют эти масла для отопления бытовых и промышленных помещений, другие направляют масла на регенерацию с целью их повторного использования и тем самым снижают затраты на закупку товарных смазочных масел. Учитывая заинтересованность предприятий в повторном использовании отработанных масел, многие научно-производственные центры и испытательные лаборатории, занимаются разработкой новых и усовершенствованием уже существующих методов с последующей разработкой на базе этих методов установок по регенерации отработанных смазочных масел. Однако, на вопрос о соответствии регенерированных масел требованию нормативной документации, в которой строго регламентирован перечень показателей качества смазочных масел и их допустимые числовые пределы до сих пор нет однозначного ответа.

Анализ последних исследований и публикаций. Одним из существенных факторов, влияющих на качество регенерируемого масла, является состав отработанного масла – наличие в нем загрязнений (топлива, воды и механических примесей). В тех случаях, когда масла сразу регенерируются непосредственно в условиях транспортного предприятия, концентрация в масле загрязнений, обычно не высока. Однако при длительном хранении и транспортировке отработанных смазочных масел в них, в большинстве случаев, содержание воды доходит до 5% (масс.) а содержание механических примесей превышает 1% (масс.), что оказывает существенное воздействие на качество регенерированного масла.

Применяемые сегодня методы регенерации отработанных смазочных масел, так же как и загрязнения, оказывают воздействие на присадки, находящиеся в составе масла, что, несомненно, приводит к их удалению из состава регенерированного масла и тем самым снижает экономическую эффективность регенерации.

Автор работы [1] предлагает метод регенерации трансформаторных и промышленных масел, основанный на предварительной обработке отработанного масла раствором хлорного железа (0,10 моль/л) с последующим пропусканием пробы через фильтр-адсорбер. Регенерируемое масло осветлялось, а величина кислотного числа достигала 0,02 мг КОН/г масла. Однако для повторного использования такого масла в него необходимо вводить антиокислительную присадку. Также для регенерации отработанных промышленных масел применяется комбинированный способ регенерации - предварительное снижение кислотного числа на гранулированном диатомите с последующим фильтрованием масла через слой диатомита [2].

Для очистки работающих моторных масел предлагается применять механическую очистку масел от примесей, смолистых веществ, продуктов окисления и термической деструкции с дальнейшим

отбеливанием масла. После реализации указанной технологии для получения товарной продукции в очищенные масла вводят присадки [3].

При кислотно-контактной очистке масла серной кислотой наряду с разрушением смолисто-асфальтовых и ненасыщенных соединений из масла удаляются все щелочные, моюще-диспергирующие присадки [4]. Применение промышленных центрифуг, приводит к удалению из масла присадок адсорбирующихся на частицах загрязнений. Используя фильтрующее оборудование, позволяющее фильтровать на молекулярном уровне через специальные мембраны, наряду с загрязнениями можно удалить из масла и часть высокомолекулярных вязкостных присадок [5].

Предложена установка очистки отработанных моторных масел УОМ-3М, включающая в себя подогрев сырья, введение и обработку масла разделяющим агентом (карбамидом), осаждение загрязнений масла (грубая очистка в реакторе), тонкую очистку масла центрифугированием. Однако в регенерируемом масле, по сравнению с товарным маслом, существенно снижается вязкость (на 10-20%) и щелочное число (на 50-60%). В этом случае для применения такого масла в агрегатах транспортных машин в него необходимо вводить утраченные присадки [6].

В работе [7] предложен метод регенерации отработанных моторных масел за счет предварительной коагуляции смолисто-асфальтовых веществ 10% смесью МЭА: изопропанол = 2:1) в течение 60 минут с последующим разделением на лабораторной центрифуге в течение 30 минут при факторе разделения, равном 10000. Так было получено масло, которое в дальнейшем подвергалось разделению на углеродных, полимерных и металлокерамических мембранах. Регенерируемое масло приобретает исходный, товарный цвет.

Так, в работе [8] предлагается использовать для регенерации отработанных масел атмосферную перегонку, обработку полиметилсилоксановыми растворителями с последующей вакуумной разгонкой в тонкопленочном испарителе. Известен способ регенерации отработанных масел, включающий удаление механических примесей, нагревание масла для удаления легких фракций и воды, обработку насыщенными углеводородными растворителями с последующей вакуумной дистилляцией и каталитическим гидрированием [9].

Цель статьи является исследование возможности повторного применения смазочных масел, регенерированных различными методами, а также сравнительный анализ предлагаемых методов регенерации, что позволит установить наиболее эффективный из них.

Материалы и результаты исследования. В лабораторных условиях на специальных установках проводилась регенерация отработанного турбинного масла Агринол Тп-22 и Тп-46 с использованием предварительной коагуляции смолисто-асфальтовых веществ жидкими коагулянтами с последующей фильтрацией полученной смеси. После регенерации в маслах определялись основные физико-химические показатели качества, а также наличие металлов (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты анализа турбинного масла Агринол Тп-22 и Тп-46

Показатель	Тп-22 норма	Фактически получено		Тп-46 норма	Фактически получено		ГОСТ на метод испытаний
		До рег.	После рег.		До рег.	После рег.	
1. Вязкость кинематическая при 40°C, мм ² /с	28,8-35,2	33,66	27,3	61,2-74,8	55,02	53,83	33
2. Массовая доля воды, %	Отс.	Отс.	Отс.	Отс.	Отс.	Отс.	2427
3. Кислотное число, мг КОН/г	0,05	0,29	0,19	0,5	0,15	0,11	11362
4. Концентрация продуктов износа, г/т:							
Fe	-	3,5	0,62	-	8,4	5,2	
Cr	-	0,61	0,55	-	1,8	1,2	
Pb	-	2,82	2,5	-	2,7	2,7	
Si	-	0,21	0,07	-	0,35	0,28	
Al	-	0,5	0,38	-	0,89	0,82	
Cu	-	0,66	0,21	-	3,3	1,99	

Очевидно, что у регенерированного масла, по сравнению с товарным маслом, значительно выше величина кислотного числа (на 0,14 у Тп-22 и на 0,06 у Тп-46), произошло снижение концентрации продуктов изнашивания и величины кинематической вязкости. Полученные результаты показывают, что регенерированные масла могут быть использованы для повторной эксплуатации, но в течение ограниченного срока и с непрерывным мониторингом их качественного состояния.

В таблице 2 представлены результаты испытаний регенерированного моторного масла М-14Г₂ по средствам использования фильтрационного оборудования.

Таблица 2 – Результаты анализа моторного масла М-14Г₂

Показатель	М-14Г ₂ норма	Фактически получено		ГОСТ на метод испытаний
		До рег.	После рег.	
1. Вязкость кинематическая при 100°С, мм ² /с	13,5-14,5	7,4	3,18	33
2. Индекс вязкости, не менее	90	121	104	25371
3. Температура вспышки в открытом тигле, °С, не ниже	220	130	130	4333
4. Массовая доля воды, %	Следы	0,06	Отс.	2427
5. Щелочное число, мг КОН/г	7,0	1,05	0,02	11362
6. Кислотное число, мг КОН/г	-	0,35	0,65	11362
7. Концентрация продуктов износа, г/т				
Fe	-	78	0,50	
Pb	-	16	1,0	
Si	-	296	0,06	
Al	-	27	0,50	
Cu	-	3	0,15	
Zn	-	0,76	0,3	
P	-	0,37	0,1	
Ca	-	0,45	0,05	
8. Трибологические характеристики при 20±5 °С:				9490
- критическая нагрузка (P _{кр}), Н	823	549	441	
- нагрузка сваривания (P _с), Н	-	1303	1303	
- показатель износа при постоянной нагрузке 196 Н, мм, не более	0,45	0,51	0,43	

Очевидно, что величина показателей качества (см. таблицу 2), характеризующих наличие присадок от которых зависит уровень эксплуатационных свойств масла в регенерированном масле значительно ниже допустимой нормы. Вместе с этим в его составе присутствуют продукты износа трущихся деталей, которых по норме для товарного масла быть не должно. Полученный результат показывает, низкую эффективность применяемой технологии, что выражается в наличие в масле загрязнений и необходимости дозированного ввода присадок, взамен утраченных.

Также была проведена регенерация проб отработанных моторных масел SAE 15W-40 и SAE 10W-40, слитых непосредственно из двигателей автомобилей, с последующим отстоем механических примесей, удалением воды, топливных фракций и смолисто-асфальтовых веществ вакуумной перегонкой. В очищенных пробах масла в лабораторных условиях определялись физико-химические показатели их качественного состояния, в той или иной мере характеризующие возможность их повторного применения. В регенерированных маслах наблюдалось снижение величины кинематической вязкости на 35–40%, относительно первоначального значения. Заметно ухудшились вязкостно-температурные свойства, выраженные индексом вязкости (для SAE 15W-40 снижение от 128 до 91 и для SAE 10W-40 от 140 до 90 соответственно) и температурой застывания, которая повысилась, в среднем, на 13–16°С. Величина сульфатной золы, равная 0,003–0,007 и низкое щелочное число регенерированного масла, в среднем до 0,1 мг КОН/г, указывает на отсутствие в регенерированных маслах металлосодержащих присадок, в частности моющих присадок. Однако в регенерированных моторных маслах сохраняется часть диспергирующих присадок в среднем до 40–50% от их исходного потенциала и противопоенные присадки, о чем свидетельствовало отсутствие вспенивания испытуемых проб масел при их нагревании до высоких температур (220°С).

Выводы. Проведенные исследования показали, что используя установки по регенерации турбинных или промышленных масел, можно получить масла, содержащие в своем составе значительное количество механических загрязнений, по сравнению с товарными маслами, что не позволяет их применения в агрегатах транспортных машин без снижения надёжности.

При регенерации отработанных смазочных масел с присадками как, при использовании установок, основанных на фильтрации и вакуумной перегонки можно получить очищенное базовое масло, содержащее незначительную часть исходного потенциала присадок. Так как из них удаляются все металлосодержащие присадки, разрушаются вязкостные и депрессорные присадки, но остается некоторая часть от исходного потенциала диспергирующих и противопенных присадок. И так, применяемые сегодня установки регенерации отработанных смазочных масел не позволяют их повторно использовать при проведении технического обслуживания транспортных машин непосредственно без дозированного ввода присадок взамен утраченных, что в значительной мере снижает экономическую эффективность, получаемую от повторного применения отработанных масел и требует поиска новых методов регенерации отработанных масел.

Библиографический список использованной литературы

1. Каменчук Я.А. Отработанные нефтяные масла и их регенерация (на примере трансформаторных и промышленных масел) : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: спец. 02.00.13 «Нефтехимия» / Я.А. Каменчук. – Т., 2007. – 23 с.
2. Андрихова Н.П. Использование гранулированного диатомита в регенерации отработанного масла / Н.П. Андрихова // Производственные технологии, – 2004. – №6. – С. 58–62.
3. Официальный сайт компании ООО НПП "ИННЭКС" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.innex.ru>.
4. Глазков В.Ф. Отработанные моторные масла и их восстановление с целью повторного использования / В.Ф. Глазков // Энергосберегающие технологии механизации сельского хозяйства. – Самара. Изд-во СГСХА, 1998. – С. 84-88.
5. Евдокимов А.Ю. Вторичная переработка отработанных масел за рубежом / А.Ю. Евдокимов, М.И. Фалькович // Химия и технология топлив и масел, –1988.– №10. – С. 42-45.
6. Официальный сайт Государственного научного учреждения Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://viitin.tamb.ru>.
7. Гриценко В.О. Применение микрофильтрации для регенерации отработанных моторных масел / В.О. Гриценко, Н.С. Орлов // Критические технологии. Мембраны. – 2002. – №16. – С. 10–16.
8. Пат. №2061741 Российская Федерация, МПК⁸ C10M175/02, B01D36/00. Способ регенерации отработанных смазочных масел / Меркулов О.А.; Жеребцов В.Л.; Тимофеева Т.В.; Пеганова М.М.; заявитель и патентообладатель Меркулов Олег Андреевич; Жеребцов Владимир Леонидович; Тимофеева Татьяна Витальевна; Пеганова Марина Милетивна. – № 94020447/04; заявл. 25.05.1994; опубл. 10.06.1996, Бюл. № 1.
9. Patent №3919076 United States of America. Re-refining used automotive lubricating oil; inventors: Cutler; Louis E. (Merion, PA), Cutler; Edward T. (Merion, PA); assignee: Pilot Research & Development Co. (Merion Station, PA). – № 05/532,167; filed: December 12, 1974.

Поступила в редакцию 31.04.2013 г.

Григоров А.Б., Наглюк І.С. Технічне обслуговування транспортних машин і регенерація відпрацьованих олів

Наведено огляд деяких методів регенерації відпрацьованих змащувальних олів. Встановлено, що як звичайне фільтрування, так і застосування вакуумної перегонки відпрацьованих олів, дозволяє отримати базову оливу для застосування якої, необхідно здійснити дозоване ведення присадок.

Ключові слова: технічне обслуговування, змащувальна олива, регенерація, експлуатація, присадки, вакуумна перегонка, фільтрація.

Grigorov A., Naglyuk I. Maintenance of motor vehicles and regeneration of waste oils

The review of some methods regeneration of waste lubricating oil. Found that as usual filtering and application of vacuum distillation waste oils, base oils allows you to apply what you have to make driving dosed additives.

Keywords: maintenance, lubricating oils, regeneration, maintenance, additives, vacuum distillation, filtration.