

ОЧИСТКА ОТРАБОТАВШИХ МАСЕЛ И РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

CLEANING OF USED OILS AND WORKING FLUIDS

Вацёнок Ю.В., магистрант, **Веренич И.А.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Yu. Vashchyonok, Master student,
I. Verenich, Ph.D. in Engineering, Associate professor,
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Проанализированы способы очистки отработанных масел. Предложено разбить отработанные масла и жидкости на 4 группы по способам их применения в технике. Для принятия решения о способе очистки или регенерации необходимо определить основные свойства и фракционный состав жидкости методом спектрального анализа. Проведены исследования по загрязнённости отработавшего масла гидропривода погрузчика.

Ключевые слова: очистка. регенерация. масло. класс чистоты. методы фильтрации.

The methods of purification of waste oils are analyzed. It is proposed to divide the waste oils and liquids into 4 groups according to the methods of their application in engineering. To make a decision on the method of purification or regeneration, it is necessary to determine the basic properties and fractional composition of the liquid by spectral analysis. Studies have been conducted on the contamination of the spent oil of the hydraulic drive of the loader.

Keywords: cleaning. regeneration. oil. purity class. filtering methods.

Введение

Исследования многих авторов [8, 9, 10 и др.] показывают, что на надежность и работоспособность различных машин и гидросистем

большое влияние оказывает загрязненность жидкостей и масел. По имеющимся данным, число отказов гидравлических агрегатов, вызванное присутствием в рабочей жидкости гидросистемы механических примесей, достигает 12–15 % от общего числа отказов [10]. При соблюдении необходимых требований к чистоте гидросистемы удастся повысить надежность гидроприводов и уменьшить эксплуатационные расходы в [1]. Повышение тонкости фильтрации рабочей жидкости (РЖ) в гидросистеме с 25 до 5 мкм увеличивает ресурс насосов в 10 раз и гидроаппаратуры – в 5–7 раз. Однако фильтрация (или другие средства очистки) обеспечивает наибольший эффект лишь при комплексном соблюдении требований по типам применяемых масел, правилам их хранения и транспортирования, качеству очистки и герметизации гидросистем, регламентам их эксплуатации.

Каждый механизм в процессе своей работы поддается совершенно разным нагрузкам, поэтому масла также должны обладать различными свойствами, которые будут максимально удовлетворять потребности техники.

Классификации свойств и требования к показателям качества масел и гидравлических жидкостей достаточно полно приведены в информационных источниках [3, 5, 6]. Основные свойства смазочных масел и рабочих жидкостей условно разбивают на 4 группы: физические, эксплуатационные, реологические и экологические.

Масла и другие технические жидкости при применении их в качестве рабочей жидкости гидроприводов, смазывающего, охлаждающего, теплоносителя и изоляционного материала в процессе естественного старения и старения от механических воздействий изменяют свои первоначальные свойства и через определенный срок должны быть заменены свежими.

При большом парке техники, в этой ситуации перед предприятием возникают вопросы: покупки нового масла и утилизации отработавшего. Если покупка нового масла несёт только финансовые убытки, то его утилизация, помимо финансовых затрат, может быть экологически опасна. Регенерация отработанных масел и повторное их использование может дать существенный экономический эффект и обеспечить ресурсосбережение [11].

Любое масло, состоящее из нефтепродуктов, является опасным для природы, так при попадании в почву один литр масла способен

загрязнить до миллиона литров питьевой воды. Обращаясь к ТР/ТС 030/12: При обращении отработанной продукции запрещается:

- сброс (слив) в водоемы, на почву и в канализационные сети общего пользования;

- вывоз на полигоны для бытовых и промышленных отходов с последующим захоронением[4];

В связи с этим существует немало методов очистки и восстановления масла. Они делятся на: физические методы (отстаивание, сепарация, фильтрация), физико-химические методы (адсорбция, коагуляция, термовакuumная сушка, селективное растворение) и химические методы (кислотная обработка, щелочная обработка).

Отработанные масла условно можно разбить на 4 группы: 1 – масла с холодных установок; 2 – моторные масла двигателей внутреннего сгорания; 3 – моторные масла газогенераторных установок; 4 – синтетические масла и синтетические жидкости. Способ и технологический процесс очистки и регенерации будет существенно зависеть от группы отработанных масел.

Для 1-й группы отработанных масел можно применить только методы фильтрации, в то время как для остальных групп необходимо использовать специальные способы очистки и регенерации.

Механические примеси могут удаляться при помощи центробежной очистки (в большинстве случаев очистка от механических примесей совмещена с очисткой от воды, что является преимуществом метода). Основные недостатки:

- удаление механических примесей только до 12 – 13 класса чистоты, в то время, как действующий ГОСТ требует 7 – 8 класс чистоты;

- трудоемкость процесса очистки от механических примесей.

Сернокислотная очистка. Для удаления из нефтепродуктов непредельных углеводородов, смолистых и азотистых соединений используют 96 %-й раствор серной кислоты. Количество рассчитывают исходя из объема очищаемого масла (0,5–1 % от массы масла). Масло обрабатывается серной кислотой в кислотной мешалке при перемешивании воздухом и после спуска кислого гудрона поступает в контактную мешалку, которая оборудована перемешивающим механизмом, приводимым в действие от электродвигателя через редуктор (реже – воздушным перемешиванием). В контактной мешалке масло

нагревается при помощи парового подогревателя, после чего обрабатывается отбеливающей глиной.

В результате сернокислотной очистки образуется большое количество кислого гудрона – трудно утилизируемого и экологически опасного отхода. Кроме того, сернокислотная очистка обеспечивает не полное удаление инородных веществ из отработанных масел, в настоящее время практически не применяется [2].

Адсорбционная очистка отработанных масел заключается в использовании способности веществ, служащих адсорбентами, удерживать загрязняющие масло продукты на своей поверхности. В качестве адсорбентов применяют вещества природного происхождения (бокситы, природные цеолиты) и полученные искусственным путем (силикагель, окись алюминия, алюмосиликатные соединения, синтетические цеолиты). Недостатки данной очистки – это необходимость утилизации большого количества адсорбента, загрязняющего окружающую среду [1].

По статистике компаний производителей гидравлики Danfos (Дания), Parker (США), POCLAIN HYDRAULICS (Франция), Пневмостроймашина (Российская Федерация), именно из-за механических примесей (грязь, стружка и т.д.) выходят из строя 90% гидронасосов и гидромоторов. Так как попадая в аксиально или радиально поршневой насос, который имеет частоту вращения 1450 об/мин от электродвигателя и от ≈ 650 до ≈ 2500 об/мин от двигателя внутреннего сгорания, частицы разрушают качающий узел (плунжера, бронзовые подпятники, блок, распределительную шайбу и т.д.).

Повышение класса чистоты масел методом фильтрационной очистки

Самый распространённый и доступный всем метод фильтрации (рисунок 1). Масло нагнетается через мелкие отверстия (поры) фильтра, в результате чего примеси задерживаются на его поверхности. Они способны обеспечить высокую степень очистки. В качестве фильтрующей среды используют одноразовые фильтры картонные, стекловолоконные и т.д.

Особенно важно проводить подобную фильтрацию масла после ремонтных работ в гидросистеме.

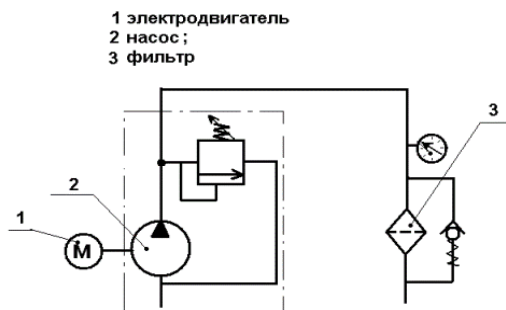


Рисунок 1 – Принципиальная схема установки

Составляющие части гидравлических узлов при работе системы обваливаются масляной плёнкой. Таким образом частицы, размер которых равен толщине гидродинамического слоя или больше, и которые могут войти в зазор между поршнями и блоком, между подпятниками и распределителем и т.д. вызывает износ этих поверхностей. Различная твёрдость материалов загрязнения так же играют важную роль при определении величины повреждений. Известно, что наиболее негативные последствия возникнут в том случае, если размер частиц загрязнения будет примерно равен размеру масляной плёнки.

Так зазор между блоком и поршнями аксиального насоса составляет от 25 до 50 мкм, а зазоры в регулирующей аппаратуре насосов (регуляторы мощности и т.д.) от 15 мкм. Соответственно класс чистоты масла должен быть не более 7. Иногда сами производители масел рекомендуют фильтровать даже новое масло, т.к. класс чистоты в бочке не нормируется.

Следовательно, исходя из соображений, изложенных выше, рекомендуется контролировать величину загрязнений в системе.

Когда требуется очистить масло от частиц более 15 мкм, в полнопоточных фильтрах, т.к. плотность их высока может возникнуть большое противодействие в системе и вывести фильтр из строя. Для такой тонкой очистки системы используем байпасное фильтрование, схемы подключения приведены на рисунке 2.

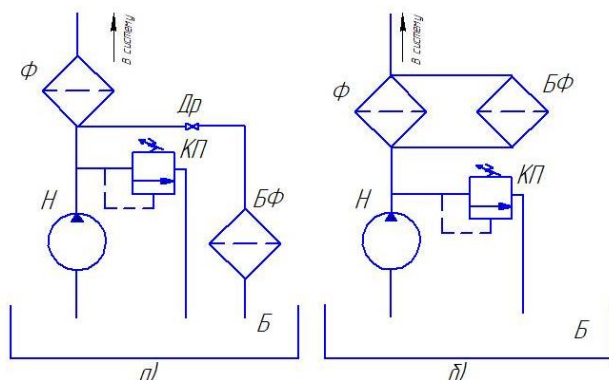


Рисунок 2. Подключение байпасных фильтров:
а) через дроссель, б) параллельное.

Дополнительные фильтры тонкой очистки подключаются или параллельно основному, или имеют независимую линию питания от вспомогательного насоса. Через байпасный фильтр проходит часть масла (около 10 %) и постепенно таким методом фильтруется весь объём масла в системе.

Эффективность использования байпасных фильтров проверялась на универсальном стенде для испытаний и исследований фильтров рабочих жидкостей гидросистем в лаборатории кафедры «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод» БНТУ. Схема стенда и порядок подключения приведены на рисунке 3.

Стенд включает в себя бак емкостью 50 л, насос Н1 постоянной производительности, технологический фильтр ТФ с перепускным клапаном, дроссели регулируемые ДР1-ДР5, расходомер, электромагнитный клапан ЭК, манометры М1 и М2, дифференциальный манометр ДМ, мешалка с приводным электродвигателем ЭД2, краны К1-К4, позволяющие брать пробы жидкости в различных точках для определения частоты, теплообменник, датчик температуры Т, фильтра БФ1 и БФ2. К стенду прилагались: датчики перепада давлений, фотометрические счётные анализаторы ФС-151 и ПКЖ-902, хронометры, различные загрязнители и испытуемые фильтры.

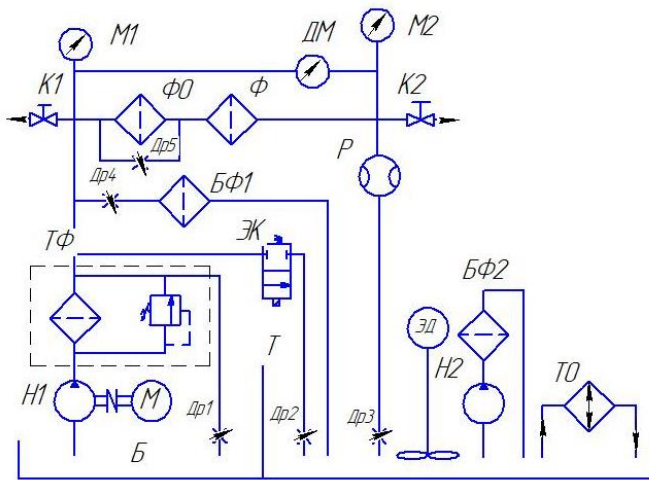


Рисунок 3. Схема гидравлического универсального стенда для испытания фильтров

Для испытания применялось отработавшее индустриальное гидравлическое масло марки НЛР 46, из фронтального универсального погрузчика Амкорд А342С, после наработки 2000 м/часов.

В таблице 1 приведены результаты испытаний.

Таблица 1 – Результаты эксперимента

№	Количество частиц				Класс чистоты
	От 5 до10	От 10 до25	От 25 до 50	От 50 до 100	
До фильтра БФ1					
1	15656	8513	847	96	10
2	15702	8434	786	101	10
3	15672	8479	811	94	10
После фильтра БФ1					
1	1867	913	76	7	7
2	1938	1046	84	14	7
3	1894	1022	81	6	7
После фильтра БФ2					
1	945	474	45	1	6
2	1053	449	51	2	6
3	937	481	49	1	6

С помощью байпасных фильтров удалялись также замешанные вода и дизельное топливо. Вода удалялась через 30 мин, в то время как дизельное топливо удалялось очень плохо даже на момент 90 мин. Вязкость жидкости в зависимости от времени испытаний менялась за 7 часов с полнопоточными фильтрами на $4 \text{ мм}^2/\text{г}$, а с байпасным методом на $2 \text{ мм}^2/\text{г}$.

Заключение

В результате исследования рабочей жидкости гидросистемы погрузчика по загрязнённости механическими частицами установлено, что отработавшее масло имело класс чистоты 10. Согласно ГОСТ 17216-2001, такое масло должно быть заменено свежим. После фильтрации методом байпасных фильтров, на разработанной установке, рабочая жидкость имела класс чистоты 6, что соответствует требованиям гидросистемы погрузчика. Таким образом данное очищенное масло можно использовать повторно.

Литература

1. Шашкин, П. И. Регенерация отработанных нефтяных масел / П. И. Шашкин, И. В. Брай. – М.: Химия, 1970. – 301 с.
2. Коваленко, В. П. Очистка нефтепродуктов от загрязнений/ В. П. Коваленко, В. Е. Турчанин. – М.: Недра, 1990. – 160 с.
3. Кламанн Д. Смазки и родственные продукты. Синтез. Свойства. Применение. Международные стандарты: Пер. с англ. / Под ред. Ю. С. Заславского. – М.: Химия, 1988. – 488с.
4. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 030/2012 «О требованиях к смазочным материалам, маслам и специальным жидкостям».
5. Свешников, В.К. Станочные гидроприводы: справочник / В.К. Свешников, А.А. Усов – М.: Машиностроение, 2008. – 464 с.
6. Рабочие жидкости систем гидропривода: Учеб. пособие для студ. спец. «Гидравлические. и пневматические. машины», «Прикладная механика», «Инженерная механика» / В.А. Трофимов, О.М. Яхно, Р.И. Солонин. – К.: НТУУ «КПИ», 2009. – 184 с.
7. Чистота рабочих жидкостей и масел. Определение класса чистоты рабочей жидкости: Методические указания к выполнению лабораторной работы «Рабочие жидкости, смазки и уплотнения

гидропневмосистем» для специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» / сост.: И. А. Веренич, Д. Л. Жилиянин, Тини Мурад Абубакер Ахмед; Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод». – Минск: БНТУ, 2006. – 27 с.

8. Никитин Г.А. Влияние загрязненности рабочей жидкости на надежность работы гидросистем летательных аппаратов /Г.А. Никитин, С.В. Чирков. – М.: Транспорт, 1969 – 184 с.

9. Hocutt M.G. Establising Hydraulic system Operational Coutamination limits. SAE. Aersopact Fluid Power Systems and Equipment Conference. Los Angeles (California), 1965, p. 233–237.

10. Надежность гидравлических систем воздушных судов / Т.М. Башта, В.Д. Бабанская, Ю.С. Головки и др.; Под ред. Т.М. Башты – М.: Транспорт, 1986. – 279 с.

11. Тарасов В.В. Регенерация отработанных моторных масел тронковых дизелей в судовых условиях /В.В. Тарасов, Г.П. Кича. – Морской государственный университет им. Адмирала Г.И. Невельского. – Труды университета – Владивосток, 2016. – 47 с.

12. Диагностика технического состояния машин: практикум для студентов специальности 1-37 01 03 «Тракторостроение» / Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Тракторы»; сост.: В. П. Бойков [и др.]. – Минск: БНТУ, 2012. – 116 с.

13. Хенке Х. Жидкостная хроматография / Х. Хенке. Москва: Химия, 2009. –264 с.

14. Ахметов С.А. Экологическая химмотология топлив и масел. Учебное пособие Москва, 2008. – 150с.