

УДК 631.3 - 6

ОЧИСТКА И ГОМОГЕНИЗАЦИЯ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ОБКАТКЕ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕДАЧ

В.М. Капцевич,

зав. каф. технологии металлов БГАТУ, докт. техн. наук, профессор

В.К. Корнеева,

ст. преподаватель каф. технологии металлов БГАТУ

И.В. Закревский,

ст. преподаватель каф. технологии металлов БГАТУ

А.Н. Рыхлик,

студент факультета «Технический сервис в АПК» БГАТУ

Разработана система циркуляционной очистки и гомогенизации рабочей жидкости, которая позволяет многократно очищать, гомогенизировать и повторно использовать рабочие жидкости при обкатке гидромеханических коробок переключения передач.

Ключевые слова: гидромеханическая коробка переключения передач, обкатка, установка для циркуляционной очистки и гомогенизации рабочей жидкости, двухслойные фильтрующие элементы.

A system for circulating cleaning and homogenization of the working fluid has been developed, which makes it possible to repeatedly clean, homogenize and reuse the working fluids when running in hydromechanical gear boxes.

Keywords: hydromechanical gearbox, run-in, installation for circulation cleaning and homogenization of the working fluid, two-layer filter elements.

Введение

Гидромеханическая коробка переключения передач (ГКПП) – один из наиболее сложных и дорогостоящих агрегатов тракторов, комбайнов и другой сельскохозяйственной техники. В процессе эксплуатации она вырабатывает свой ресурс, поэтому ее подвергают капитальному ремонту на мотороремонтных предприятиях, а также единично в условиях ремонтно-обслуживающих предприятий РО «Белагросервис», с целью продления срока службы, что обеспечивает экономию энергетических ресурсов и денежных средств. В процессе такого ремонта производят замену или восстановление изношенных деталей и обкатку. Повышение моторесурса отремонтированных ГКПП может быть достигнуто не только новыми прогрессивными технологиями ремонта, но и качественной обкаткой после ремонта. После обкатки отработанное масло утилизируется либо используется на другие нужды. Следует отметить, что по многим параметрам отработанное масло еще имеет достаточный запас эксплуатационных свойств, но в то же время содержание механических примесей в нем в 1,5-2 раза превышает предельное значение [1].

Исследования многих авторов [2-4] были направлены на изучение влияния размеров частиц загрязнений на интенсивность изнашивания. Ими установлено, что при одном и том же массовом ко-

личестве частиц загрязнений разных размеров, максимальный износ вызывают частицы, размером от 15 до 40 мкм. Мелкие частицы, размером 2-3 мкм находятся в смазочном материале во взвешенном состоянии, частично заполняют микровпадины на поверхностях трения, и, действуя подобно коллоидному графиту, препятствуют непосредственному контакту сопрягаемых деталей и уменьшают износ их поверхностей. Однако при увеличении размеров частиц от 3-5 до 15-40 мкм изнашивание, например, поршневых колец, увеличивается в 2-4 раза. В то же время при увеличении размеров частиц свыше 40 мкм их изнашивание уменьшается. Полученные результаты объясняются фильтрующей способностью самого зазора, в который не попадают частицы, имеющие размер, превосходящий его величину.

Удаление частиц загрязнений из отработанного масла можно осуществить фильтрованием с использованием фильтрующих материалов (ФМ), изготовленных методом порошковой металлургии.

Целью настоящей работы является разработка системы циркуляционной очистки и гомогенизации рабочей жидкости с использованием двухслойных фильтроэлементов, обеспечивающих требуемую тонкость фильтрования и степень очистки при обкатке гидромеханических коробок переключения передач.

Основная часть

Система очистки смазочных материалов при стендовой обкатке ГКПП состоит из нагнетательного маслопровода, манометров, фильтра, переливного маслопровода, предохранительного клапана, сливного маслопровода (рис. 1).

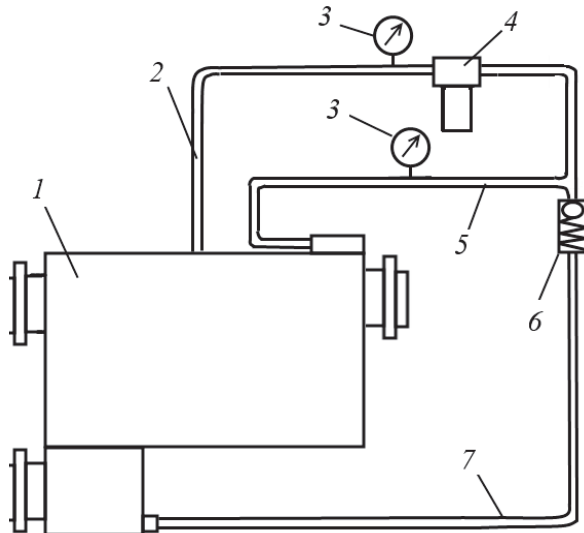


Рис. 1. Схема установки для очистки масла при обкатке ГКПП:

- 1 – ГКПП; 2 – нагнетательный маслопровод;
- 3 – манометры; 4 – фильтр; 5 – переливной маслопровод; 6 – предохранительный клапан; 7 – сливной маслопровод

Стандартный сетчатый фильтр ГКПП, фильтроэлемент (ФЭ) которого представляет собой пакет из 23 сетчатых элементов, обеспечивает очистку масла от частиц загрязнений, размером более 100 мкм. Однако во время проведения обкатки и приработки фрикционов, в рабочую жидкость попадает большое количество твердых загрязнений, фильтр не в полной мере их улавливает и быстро забивается. В результате чего срабатывает предохранительный клапан, который перепускает масло, содержащее неотфильтрованные загрязнения, в основную масляную магистраль ГКПП (ведущий вал). Это, в свою очередь, приводит к еще большему генерированию частиц загрязнений в масле, преводящему к абразивному износу деталей ГКПП. Поэтому удаление этих частиц загрязнений является актуальной задачей.

Данная задача была решена разработкой установки для циркуляционной очистки и гомогенизации рабочей жидкости при обкатке ГКПП (рис. 2).

Удаление частиц загрязнений осуществляли двумя двухслойными ФЭ (рис. 3), изготовленными из медных кабельных отходов (МКО) фракций (-0,4...+0,315) и (-0,315...+0,2) мм, с рассчитанными ранее толщинами слоев и обеспечивающими равномерное осаждение частиц загрязнений в каждом слое, а также тонкость фильтрования, равной 30 мкм (первый ФЭ) и тонкость фильтрования – 20 мкм (второй ФЭ) [5]. Так, для первого ФЭ толщины слоев составляли 2,5

и 4,5 мм, а для второго ФЭ – 4,5 и 8,5 мм. Микро-структура хрупкого излома двухслойных ФЭ представлена на рис. 4.

Для определения степени очистки моторного масла использовали метод определения счетной концентрации частиц загрязнений с использованием микроскопического анализа (ГОСТ 10577–78). Преимуществами метода являются: непосредственный подсчет частиц в любом размерном интервале, независимость результатов от плотности и оптической проницаемости частиц, а также возможность повышения точности путем увеличения количества просматриваемых полей зрения [6]. Основным недостатком

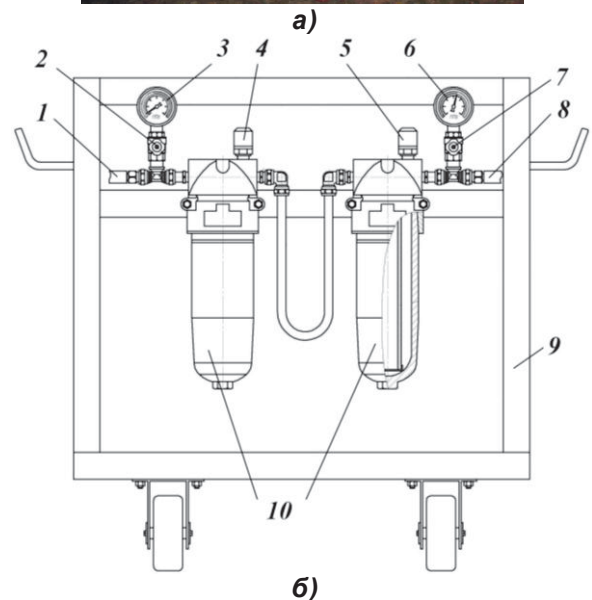


Рис. 2. Установка для циркуляционной очистки и гомогенизации рабочей жидкости при обкатке ГКПП: а) внешний вид; б) схема: 1 – входной патрубок; 2 – кран; 3 – манометр; 4, 5 – датчики загрязненности ФЭ; 6 – манометр; 7 – кран; 8 – выходной патрубок; 9 – корпус; 10 – ФЭ

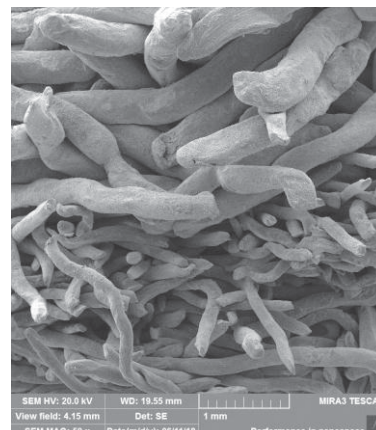


а)

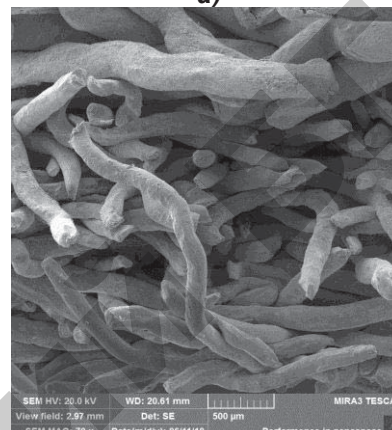


б)

Рис. 3. Двухслойные ФЭ из МКО фракций:
а) $(-0,4...+0,315)$ и $(-0,315...+0,2)$ мм;
б) $(-0,4...+0,315)$ и $(-0,315...+0,2)$ мм



а)



б)

Рис. 4. Микроструктура хрупкого излома двух-
слойного ФЭ из МКО: а) в увеличении $\times 50$;
б) в увеличении $\times 70$

ком микроскопического анализа является весьма высокая трудоемкость.

Сущность метода заключалась в отборе пробы масла в количестве 50 г, разбавленного 50 мл растворителя типа «Нефрас», до и после фильтрования через ФЭ с использованием установки (рис. 5).

Подготовленные пробы отфильтровывали в конической воронке через высокоплотную фильтровальную бумагу, которая задерживала частицы загрязнений. После просушки бумаги с выделенным осадком частиц загрязнений проводили съемку полученного осадка на поверхности бумаги электронным микроскопом «Nanolab».

Фотографии образцов фильтровальной бумаги с частицами загрязнений, содержащимися в моторном масле до и после прохождения через ФЭ представлены на рис. 6.

При подсчете числа частиц загрязнений одновременно определяли максимальный размер каждой частицы. Анализируемые частицы загрязнений (выборка составляла 300–400 шт.) были разделены на следующие размерные группы: 10–20, 20–30, 30–40 и более 40 мкм. Частицы, размерами менее 10 мкм, не анализировались. Степень очистки определяли как изменение concentra-

ции частиц загрязнений до и после прохождения через ФЭ для заданной тонкости фильтрования.

Результаты анализа количественного состава частиц загрязнений представлены в таблице 1.

Анализ таблицы показывает, что с использованием изготовленных двухслойных ФЭ при заданной тонкости фильтрования достигается требуемая степень очистки, равная 0,94–0,96.

Разработанная установка для циркуляционной очистки и гомогенизации рабочей жидкости при обкатке ГКПП с установленными фильтрами из МКО прошла опытно-промышленное испытание в КПУП «Мостовская сельхозтехника» при очистке смазочного материала марки М10Г₂ во время обкатки отремонтированных ГКПП тракторов К-701/701А.

Заключение

Система для циркуляционной очистки и гомогенизации рабочей жидкости при обкатке ГКПП с установленными фильтрами из МКО обеспечивает удаление частиц загрязнений с размерами 20–40 мкм и степенью очистки 0,94–0,96. Система позволяет многократно очищать, гомогенизировать и повторно использовать рабочие жидкости.

**Таблица 1. Количественный состав частиц загрязнений до и после
фильтрации через двухслойные ФЭ, %**

Результаты анализа	Размерные группы частиц загрязнений, мкм			
	более 40	30–40	20–30	10–20
Количество частиц (%) до фильтрации	10	14	22	54
Количество частиц (%) после фильтрации через ФЭ с тонкостью фильтрации 30 мкм	–	4	12	43
Количество частиц (%) после фильтрации через ФЭ с тонкостью фильтрации 20 мкм	–	–	6	21

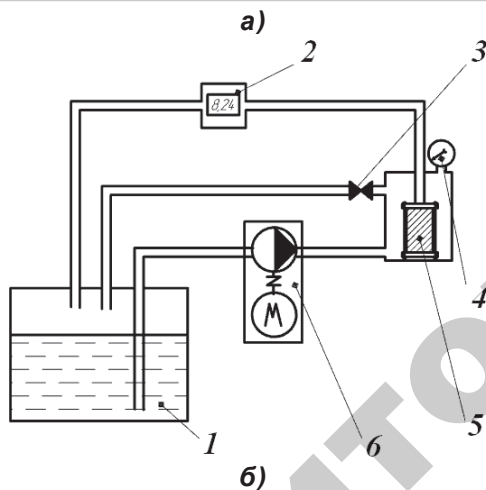
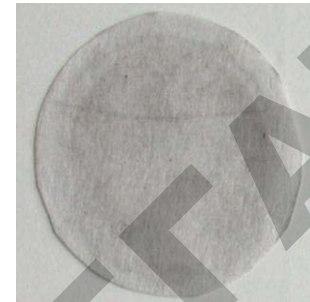


Рис. 5. Экспериментальный стенд для определения степени очистки:

- а) общий вид; б) схема установки: 1 – бак с маслом; 2 – счетчик расхода масла; 3 – игловой кран; 4 – манометр; 5 – испытуемый ФЭ; 6 – станция насосная

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ
ЛИТЕРАТУРЫ**

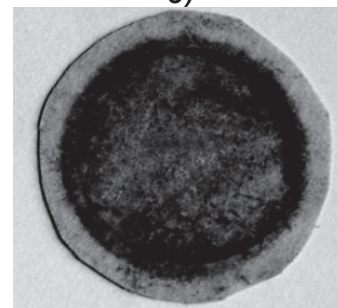
1. Храмов, Н.В. Обкатка и испытание автотракторных двигателей / Н.В. Храмов [и др.]. – Москва, 191. – 142 с.
2. Бродский, Г.С. Фильтры и системы фильтрации для мобильных машин / Г.С. Бродский. – Москва // Горная промышленность. – 2003. – 360 с.
3. Большаков, Г.Ф. Восстановление и контроль качества нефтепродуктов / Г.Ф. Большаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Недра, 1982. – 350 с.
4. Коваленко, В.П. Загрязнения и очистка нефтя-



а)



б)



в)

Рис. 6. Образцы фильтровальной бумаги: а) до фильтрации; б, в) после прохождения ФЭ с тонкостью фильтрации 30 и 20 мкм, соответственно

ных масел / В.П. Коваленко. – Москва: Химия, 1978. – 304 с.

5. Капцевич, В.М. Построение оптимальной структуры многослойных фильтрующих материалов для очистки моторного масла после обкатки двигателя / В.М. Капцевич [и др.] // Агропанорама. – 2018. – № 3 (128). – С. 38-45.

6. Белянин, П.Н. Промышленная чистота машин / П.Н. Белянин, В.М. Данилов. – Москва: Машиностроение, 1982. – 224 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 27.03.2019