

УДК 62-729.3:691.175.5/8

КОАКСИАЛЬНЫЙ ФИЛЬТРУЮЩИЙ ЭЛЕМЕНТ ФИЛЬТРА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО МАСЛА ГИДРОСИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

И. М. ВЕРТЯЧИХ, ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, доцент

В. И. ЖУКАЛОВ, старший преподаватель

И. И. СУТОРЬМА, первый заместитель начальника института, кандидат технических наук, доцент

А. А. ПИЩЕНКО, магистрант

*Государственное учреждение образования «Гомельский инженерный институт»
МЧС Республики Беларусь*

Сделан краткий анализ роли фильтров гидравлического масла в технических средствах и причин загрязнения гидравлического масла. Показаны принципы функционирования существующих фильтров гидравлического масла. Предложена модель конструкции коаксиального фильтрующего элемента и принцип его функционирования.

Ключевые слова: гидросистемы, гидропривод, гидравлическое масло, фильтры гидравлического масла, фильтры, полимерные волокнистые *melt-blown* материалы коаксиальный фильтрующий элемент.

Введение

Среди технических средств, состоящих на вооружении частей и подразделений МЧС Республики Беларусь, ряд средств имеют гидравлические приводы, предназначенные для приведения в движение механизмов посредством гидравлической энергии. К таким техническим средствам относятся гидравлический аварийно-спасательный инструмент, пожарные автолестницы, автоподъемники.

Основная функция гидропривода, как и механической передачи, преобразование механической энергии приводного двигателя в гидравлическую и передача мощности от приводного двигателя к рабочим органам машины. Например, в аварийно-спасательном инструменте – передача мощности от двигателя внутреннего сгорания бензоагрегата к рабочим органам инструмента или от двигателя автомобиля к гидродвигателям привода поворота и выдвижения стрелы, к гидродвигателю привода колен автоподъемников и т. д.

В общих чертах, передача мощности в гидроприводе происходит следующим образом:

1 Приводной двигатель передает вращающий момент на вал насоса, который сообщает энергию рабочей жидкости.

2 Рабочая жидкость по гидролиниям через регулируюшую аппаратуру поступает в гидродвигатель, где гидравлическая энергия преобразуется в механическую.

3 После этого рабочая жидкость по гидролиниям возвращается либо в бак, либо непосредственно к насосу.

По статистике ведущих мировых производителей более 70 % поломок гидравлических систем связаны с неудовлетворительной очисткой гидравлической жидкости.

При этом уровень загрязнения жидкости складывается из таких факторов, как начальный уровень загрязнения (загрязнения, уже присутствующие в новой жидкости), частицы отложений в результате химических процессов, частицы, образовавшиеся в механизмах в процессе эксплуатации. В результате в гидравлической системе появляются следующие опасные загрязнители: песок, осадок, частицы металла, растворители и другие химические вещества, вода, воздух, пары масла, сажа.

Важной функцией гидросистемы гидропривода является очистка рабочей жидкости от содержащихся в ней и постоянно появляющихся в процессе работы абразивных частиц. Необходимость обеспечения в процессе эксплуатации чистоты рабочей жидкости обусловлена наличием абразивных частиц в рабочей жидкости. Это приводит к быстрому износу деталей гидрооборудования, увеличению зазоров и утечек через них, и, как следствие, к снижению объемного КПД.

В процессе работы гидравлические жидкости и масла подвергаются изменениям в широком диапазоне давлений, температур, скоростей потока и т. д. Из-за деградации масла, а также механического износа работающих совместно элементов в гидравлической системе возникает множество загрязнений. Чаще всего их размер не превышает 15 мкм. Металлические загрязнители и абразивы вызывают износ трущихся сопряжений. Загрязнения, попадающие в гидросистему извне, также являются причинами нарушений работы и износа.

Наличие загрязнителей в жидкости способствует образованию стойкой пены, вызывающей неисправности. Загрязнители органического происхождения изменяют физические свойства рабочей жидкости (вязкость, смазывающую способность). Продукты окисления увеличивают кислотное число рабочей жидкости и соответственно увеличивают коррозию металлических деталей. Активность окисления повышается с увеличением температуры и из-за наличия в рабочей жидкости растворенного или эмульсированного воздуха.

Из вышеизложенного ясно, что значительным резервом по увеличению надежности и долговечности аксиально-поршневых гидроагрегатов является обеспечение требуемой степени очистки рабочей жидкости гидросистем. Поэтому системы гидропривода обязательно содержат фильтрующие устройства – масляные фильтры [1].

Фильтр гидравлического масла гидросистем технических средств предназначен для обеспечения очистки рабочей жидкости от загрязнений, появляющихся в процессе эксплуатации гидросистем технических средств, в том числе гидравлического инструмента, автолестниц, коленчатых автоподъемников и др. Он устанавливается в гидросистеме технических средств и характеризуется тонкостью фильтрации рабочей жидкости, которая оценивается по наименьшему размеру задерживаемых частичек. Загрязнение рабочей жидкости приводит к поломке дорогостоящих узлов и деталей гидросистемы и выходу из строя всей системы.

Существует несколько наиболее распространенных вариантов фильтрующего материала гидравлических фильтров, применяемых в отечественных гидравлических системах.

Один из них – решетчатый материал, состоящий из металлической сетки с плотным плетением. Гидравлические фильтры с таким материалом имеют низкую эффективность очистки, поскольку они могут останавливать только большие частицы. Их преимущество – возможность повторного использования после полной очистки самого гидравлического фильтра.

Например, в автолестницах АЛ-506 и АЛ-506В для защиты гидросистемы от механических загрязнений установлены линейные фильтры гидравлического масла гидросистем марок 1.2.32-40 или 1.1.32-2. Установленные в корпусе фильтров данных ма-

рок фильтрующие элементы (ФЭ) могут быть одинарные и сдвоенные, выполнены бумажными или сетчатыми с толщиной фильтрации 40 или 25 мкм [2].

В гидравлической системе, оснащенной магнитным фильтром, наблюдается эффект коагуляции ферромагнитных частиц: загрязняющие частицы, пройдя через магнитное поле фильтра, намагничиваются и образуют агломераты. Установлено, что частицы размером 0,5–1 мкм образуют агломераты размером до 50 мкм, которые оседают под действием гравитационного поля либо удаляются фильтрами тонкой очистки или при повторном прохождении через магнитный фильтр. Образовавшиеся агломераты размером 20, 30, 50 мкм не представляют опасности для гидравлического оборудования, так как под действием более мощных сил (например, в зазорах) они распадаются на *исходные загрязняющие частицы*, а затем в благоприятных условиях опять образуют агломераты. Магнитные фильтры для очистки рабочей жидкости следует устанавливать на всех гидроприводах [3].

Большое распространение получили гидравлические фильтры «Donaldson», «Baldwin Filters», в корпусе которых установлены ФЭ, выполненные из нетканых полимерных материалов: фильтрующие элементы «Стокфер» [4].

Их недостатками также является то, что принцип их фильтрации не позволяет осуществлять одновременную комплексную очистку гидравлического масла от широкой гаммы различных загрязнений: продуктов износа пар трения, продуктов старения гидравлического масла, влаги, что снижает эффективность применяемых фильтров.

Наиболее близкими по технической сущности и достигаемому результату являются фильтры гидравлического масла, ФЭ которых выполнены на основе полимерного волокнистого материала (ПВМ), полученного по технологии *melt-blown*. Технологии *melt-blown* позволят получать фильтрующий материал различной плотности, толщины волокна и формы изделия. Кроме того, они могут быть различной функциональной направленности: электретенные, магнитные [3].

Недостатки данных гидравлических фильтров, ФЭ которых получены по технологии *melt-blown*, аналогичны недостаткам приведенных выше.

Основной задачей гидравлических фильтров является эффективная фильтрация гидравлического масла гидросистем технических средств от широкой гаммы различных загрязнений и увеличение ресурса гидравлического масла.

Такая задача может быть достигнута применением в фильтре гидравлического масла гидросистем технических средств ФЭ, представляющего собой установленные в корпусе 5 три (1–3) коаксиально собранные, отдельные ФЭ (рисунок 1). Основу первых двух составляет полимерный волокнистый материал (ПВМ), полученный по технологии *melt-blown*, и фторопластовый волокнисто-пористый материал «Грифтекс» третьего [5].

Фильтрующий элемент 1 отличается наличием у его полимерных волокон заряда электрета, а волокна фильтрующего элемента 2, из которых он выполнен, содержат магнетики, формирующие в материале волокон магнитное поле. Фторопластовый волокнисто-пористый материал «Грифтекс» фильтрующего элемента 3 отличает способность тонкой очистки гидравлического масла улавливать в гидравлическом масле диспергированную в нем воду и что со стороны потока гидравлического масла в нем установлена несущая пористая подложка из волокнисто-пористого полимерного материала.

Отличительная особенность описываемого фильтра гидравлического масла гидросистем технических средств состоит в том, что фильтрующие свойства ФЭ основаны на комплексе эффектов: *инерционного захвата, гравитационного осаждения, ситового эффекта, диффузионного осаждения, прямого захвата* [3] и особенностей физических свойств составляющих его коаксиально собранных фильтрующих элементов 1–3.

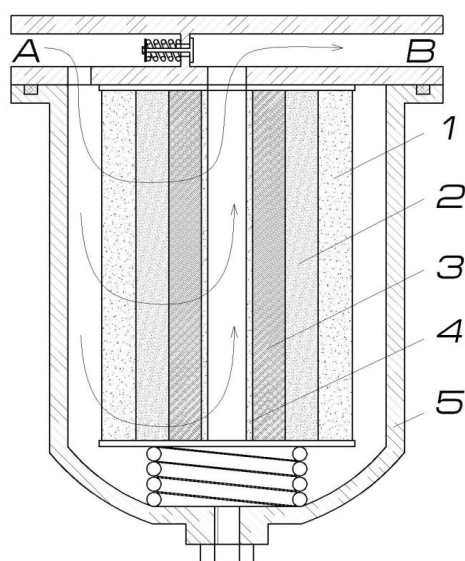


Рисунок 1 – Фильтр гидравлического масла гидросистем технических средств:
1–3 – ФЭ, состоящий из коаксиально собранных фильтрующих элементов;
4 – несущая пористая подложка; 5 – корпус; А – подводной патрубок;
В – отводной патрубок

Особенностью фильтрующего элемента 1 является наличие у его полимерных волокон электретенного заряда. Фильтрующий механизм электретенных волокон основан на свойстве притягивать частицы загрязнений, обладающих электрическим зарядом [3], [6], который могут приобрести частицы, загрязняющие гидравлическое масло, в процессе эксплуатации гидросистемы.

Преобладание одного или группы эффектов зависит от характеристики гидравлического масла, размеров частиц загрязнителя и параметров электрического поля заряда электрета материала, из которого выполнен фильтрующий элемент 1.

Фильтрующий элемент 2 выполнен из ПВМ, волокна которого содержат магнетики и обладают собственным магнитным полем. Фильтрующие свойства данного элемента основаны на комплексе эффектов: *инерционного захвата, гравитационного осаждения, ситового эффекта, диффузионного осаждения, прямого захвата и магнитного поля ПВМ* [3].

Особенностью фильтрующего элемента 2 является то, что волокна ПВМ, из которых он выполнен, содержат магнетики, формирующие в материале волокон *магнитное поле*. Фильтрующий механизм магнитного поля волокон основан на свойстве притягивать металлические частицы – продукты износа пар трения узлов гидросистемы [3], [6], загрязняющие гидравлическое масло в процессе их работы.

Преобладание одного или группы эффектов зависит от характеристики гидравлического масла, размеров частиц загрязнителя и параметров магнитного поля материала фильтрующего элемента 2.

Фильтрующий элемент 3 – фторопластовый волокнисто-пористый материал «Грифтекс», полученный газодинамической вытяжкой расплава потоком мономера под действием излучения CO_2 лазера в вакууме. Особенностью фильтрующего элемента 3 на основе материала «Грифтекс» является способность улавливать в гидравлическом масле диспергированную в нем воду, а также использование со стороны слоя материала «Грифтекс» и потока гидравлического масла несущей пористой подложки из волокнисто-пористого материала 4 [5]. Подложка 4 предохраняет фильтрующий элемент 3

от нарушения его целостности при воздействии потока проходящего через него гидравлического масла.

Таким образом, функциональная направленность фильтрующего элемента 3 состоит в тонкой очистке (*диффузионное осаждение*) гидравлического масла и очистке его от воды.

Фильтр гидравлического масла гидросистем технических средств с ФЭ, состоящий из трех коаксиально собранных, отдельных фильтрующих элементов, работает следующим образом. В процессе работы гидросистемы гидравлическое масло, подаваемое гидронасосом в фильтр через подводной патрубком *A*, проходит через ФЭ, последовательно через каждый из трех его (*1–3*) коаксиально собранных отдельных фильтрующих элементов и оставляет в них частицы загрязнений, продукты окисления гидравлического масла и воду. После чего очищенное гидравлическое масло через отводной патрубком *B* по сливной магистрали попадает в бак для масла.

Заключение

Применение фильтра гидравлического масла гидросистем технических средств, ФЭ которого состоит из трех, коаксиально собранных, отдельных фильтрующих элементов, позволяет:

- повысить эффективность фильтрующей способности фильтра гидравлического масла вследствие одновременной комплексной очистки гидравлического масла от широкой гаммы различных загрязнений;
- увеличить ресурс гидравлического масла;
- снизить вероятность отказов гидросистем, повысив тем самым их надежность.

Литература

- 1 Гидравлический привод. – Дата доступа: 12.01.2015.
- 2 Автолестницы пожарные. АЛ-50. – Дата доступа: 12.03.2015.
- 3 Полимерные волокнистые melt-blown материалы / Л. С. Пинчук [и др.] ; науч. ред.: Л. С. Пинчук. – Гомель : ИММС им. В. А. Белого, 2000. – 260 с. : ил.
- 4 Фильтрующие элементы «Стокфер». – Режим доступа: <http://stokfer.by/katalog-produktsii/katalog-produktsii/filtruyushchij-element-fmd-50-117-24/>. – Дата доступа: 14.10.2014.
- 5 Фторопластовый волокнисто-пористый материал «Грифтекс». – Режим доступа: <http://mpri.org.by/departments/dep9/developments/dep9-filter-mat.htm>. – Дата доступа: 27.10.2014.
- 6 Кравцов, А. Г. Полимерные волокнистые фильтры для преодоления экологических последствий чрезвычайных ситуаций / А. Г. Кравцов, С. А. Марченко, С. В. Зотов ; под общ. ред. А. Г. Кравцова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. – 280 с. : ил.

Поступила в редакцию 06.02.2015

I. M. Vertyachih, V. I. Zhukalov, I. I. Sutorma, A. A. Pishchenko COAXIAL FILTER ELEMENT IN HYDRAULIC OIL FILTERS OF HYDRAULIC EQUIPMENT

The brief analysis of the role of hydraulic oil filter in technical equipment and of the causes of its contamination is made. The principles of functioning of the existing hydraulic oil filters are shown. A structural model of a coaxial filter element and the mode of its functioning are suggested.