

77-30569/259640 Поддержание качества эксплуатации гидропривода

10, октябрь 2011

автор: Никитин О. Ф.

При создании гидроприводов возникает множество научно-технических проблем. Одной из них является повышение качества. В философском понимании качество - это неотъемлемая от изделия совокупность признаков, выражающая его специфику и отличие от других объектов или явлений. Под *качеством* технического устройства понимается обычно совокупность свойств, определяющих степень его пригодности для использования по назначению. У каждого изделия, используемого по назначению, в течение определенного, как правило, длительного периода времени под влиянием различных факторов происходит изменение свойств, которые определяют его качество. Целью любого изделия является успешное его применение по назначению, т.е. эксплуатация. *Под эксплуатацией изделия понимают стадию жизненного цикла, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество. Эксплуатация изделия включает в себя в общем случае хранение, транспортирование, использование объекта по назначению, техническое обслуживание, текущий ремонт.* [1]

При использовании гидропривода по назначению качество эксплуатации определяется в основном поддержанием параметров эксплуатационных свойств рабочей жидкости в допустимых технической документацией пределах.

Эксплуатационные свойства рабочих жидкостей можно разделить на две группы. Первая группа охватывает смазочные свойства, характеризующие способность масла обеспечивать работоспособность трущихся поверхностей путем максимального снижения или предупреждения всех видов износа (противоизносные свойства) и максимального снижения или модификации трения (антифрикционные свойства). Вторая группа эксплуатационных свойств охватывает общие физико-химические характеристики и свойства масел: вязкостные свойства, плотность, тепловые свойства и другие, определяющие, в частности, их служебные свойства, как кинематического звена. Перечисленные свойства определяются, в основном, как вязкостью и кислотным числом. В процессе эксплуатации происходит, как правило, их ухудшение. Предельно допустимое снижение вязкости относительно первоначального значения оговаривается эксплуатацион-

но-технической документацией, как правило, не более 20%. Методика определения вязкости по ГОСТ 33-82.

Главным показателем смазывающих свойств рабочей жидкости является *вязкость*. С вязкостью связаны явления, которые отражаются на работе гидроприводов. Жидкости слишком высокой вязкости нежелательны, т.к. их применение обуславливает большие сопротивления перемещению деталей гидромашин и гидроустройств. Чем выше вязкость жидкости, тем медленнее перемещение этих элементов, тем больше перепады давления и потери мощности. Неприемлема также и жидкость с очень малой вязкостью. При малых вязкостях возрастают внутренние перетечки и внешние утечки, что вызывает снижение КПД, увеличение интенсивности износа, падение давления в гидроприводе. Понижение вязкости рабочей жидкости может нарушить регулировку привода.

В процессе работы гидропривода вязкость рабочей жидкости изменяется под воздействием следующих факторов:

- механическая деструкция молекул компонентов жидкости (мятие жидкости) при ее дросселировании;
- изменение химического состава жидкости в процессе окисления и термического разложения;
- испарение легких фракций.

Молекулы высокомолекулярных компонентов - в основном загущающих присадок при прохождении через малые отверстия или при их мятии (например, в насосе или гидромоторе) рвутся, превращаясь в соединения с меньшим молекулярным весом, и, следовательно, с меньшей загущающей способностью, и уменьшающих качественные свойства рабочей жидкости. Интенсивность механической деструкции зависит от условий эксплуатации рабочей жидкости: температуры, давления в системе и характера его перепадов при работе, от конструкции и подачи насоса, наличия и характера дросселирующих устройств, а также от объема (оборотности) рабочей жидкости в гидроприводе. В результате механической деструкции снижение вязкости у базовой рабочей жидкости (без высокомолекулярных компонентов - загущающих присадок) незначительно и составляет обычно не более 10% в течение первой сотни часов работы. У рабочей жидкости с высокомолекулярными компонентами - загущающими присадками, обладающими низкой механической стабильностью, возможно снижение вязкости на 20 ... 30%. Выбор рабочей жидкости с учетом изменения ее вязкости в период эксплуатации весьма важен, т.к. величина возможного снижения вязкости, часто не соизмерима

с величиной допустимого снижения коэффициента подачи или объемного КПД гидромашин (до 15%), которые являются критериями их предельного состояния.

При изменении условий эксплуатации (температура, давление) вязкость различных рабочих жидкостей меняется неодинаково. Чем меньше она изменяется с повышением или понижением температуры, т.е. чем более полого идет кривая зависимости вязкости от температуры, тем выше качество рабочей жидкости.

Для поддержания постоянства вязкости (температуры) рабочей жидкости во время рабочего цикла в состав гидропривода вводят охлаждающие устройства разных видов. При работе гидроприводов рабочая жидкость циркулирует с большой скоростью по замкнутому кругу, непрерывно соприкасается с кислородом воздуха, с разнообразными металлами и сплавами и, что самое главное, при этом, нагревается до высокой температуры. В таких условиях гидравлическая жидкость окисляется интенсивнее, чем в случае соприкосновения с воздухом покоящейся, хотя и нагретой, жидкости. В результате этого в ней образуются различные продукты окисления, которые изменяют цвет (темнеет) и физико-химические свойства жидкости (снижение вязкости и увеличение кислотного числа, появление осадка).

В процессе эксплуатации происходит старение изделий, в том числе и рабочей жидкости сопровождающееся разрушением рабочей жидкости при воздействии на нее различных форм механической энергии, а именно явление деструкции (разрыва) молекул базовой жидкости и деструкции полимерных вязкостных присадок, сопровождающееся уменьшением молекулярной массы присадки и вязкости жидкости. В конечном случае приводит к увеличению кислотного числа. Несмотря на сложность процесса старения рабочей жидкости зависимость изменения кислотного числа от времени работы рабочей жидкости в гидроприводе широко используют ввиду доступности метода проведения анализов по величине КОН. Критерием, свидетельствующим о значительном окислении базовой жидкости, является переход от области минимума величины КОН по времени к области ее резкого повышения. Обычно к этому моменту базовая жидкость содержит КОН в 5...10 раз больше, чем в начальном состоянии. Дальнейшее увеличение общего кислотного числа рабочей жидкости происходит почти исключительно за счет интенсивного окисления базовой рабочей жидкости.

Главной причиной изменения качества рабочих жидкостей при транспортировании, хранении и работе в составе гидропривода является загрязнение. Загрязнение рабочей жидкости обусловлено наличием в ней твердых (механические частицы), жидких (микрокапли воды) и газообразных (микропузырьки воздуха) включений, находящихся в жидкости и влияющих на ее свойства.

Твердые загрязнения могут попадать в рабочую жидкость или образовываться в ней в результате физических или химических превращений отдельных компонентов жидкости и деталей гидроустройств. Процесс загрязнения рабочей жидкости начинается еще при ее изготовлении и продолжается на всех этапах ее транспортирования, хранения и применения по назначению, и во многом зависит от конструкции и схем приборов и систем, от конструкции тары, заправочных средств и методов заправки.

К жидким загрязнениям относится вода, которая может в определенном количестве находиться в рабочих и технологических жидкостях в свободном или в виде эмульсии, или в качестве поверхностно-активной добавки. Свободная вода при эксплуатации привода в условиях низких температурах может находиться в твердом виде (лед). Жидкие загрязнения (особенно в виде воды) ухудшают смазывающую способность жидкости, усиливают коррозионное воздействие жидкости на металлы, активизируют процесс окисления входящих в состав рабочей жидкости углеводородов, вызывают выпадение металло-содержащих присадок, способствуют микробиологическому заражению рабочей жидкости, резко снижают электроизоляционную способность, образуются кислоты, щелочи, нерастворимые продукты гидролиза и т.п. Вода оказывает коррозионное воздействие на металлические детали и вступает в химическое взаимодействие с добавками, формирующими заданные характеристики рабочей жидкости (масла), нейтрализуя или видоизменяя их. В воде возможно размножение микрофлоры, приводящее к засорению рабочих каналов и зазоров. При наличии воды в масле произвести замену рабочей жидкости.

Газообразные загрязнения (в основном в виде воздуха) резко снижают подачу насосов, вызывают пульсацию давления в системах, создают воздушные пробки в каналах, вызывают разрывы масляной пленки на смазывающей поверхности, ускоряют окислительные процессы, при эксплуатации гидропривода в условиях повышенной температуры окружающей среды способствуют развитию микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности и т.п.

Очистка рабочей жидкости в процессе эксплуатации от загрязнений, попадающих в нее извне и (или) образующихся при работе гидропривода, является основным средством восстановления качества рабочей жидкости. Выбор очистителя и схемы очистки определяется областью применения, исходной и допустимой загрязненностями рабочей жидкости, природой загрязняющих частиц, распределением их в размерных интервалах, родом очищаемой жидкости и ее вязкостью, прогнозируемыми последствиями некачественной очистки.

Общими требованиями ко всем типам и схемам установки очистителей являются:

- способность снижать исходный уровень загрязнения в течение приемлемого периода времени, не приводя к преждевременному износу или повреждению защищаемого узла;
- поддержание определенного уровня загрязненности;
- доступность для технического обслуживания;
- возможность контроля очищаемой и очищенной жидкости без внесения в гидропривод дополнительных загрязнений и выполнения дополнительных монтажных и демонтажных работ;
- наличие указателя состояния очистителя, отградуированного в соответствии требованиями к чистоте рабочей жидкости;
- сохранение и поддержание физико-химических показателей рабочей жидкости при ее прохождении через очиститель;
- достаточная грязеемкость в течение интервала между техническими обслуживаниями и возможность удаления задержанных загрязнений при техническом обслуживании;
- совместимость материала очистителя с очищаемой рабочей жидкостью;
- минимальные гидравлическое сопротивление, масса и габариты.

Следует помнить об экономической стороне процесса очистки рабочей жидкости. По мнению зарубежных специалистов улучшение чистоты рабочей жидкости на один класс ведет к росту затрат на очистку жидкости на порядок.

Очистка рабочей жидкости от твердых загрязнений заключается в их отделении от жидкости и осуществляется с помощью пористых перегородок (фильтры) или силовых полей. В зависимости от природы силового поля очистителя различают шесть типов установок силовой очистки рабочей жидкости, но наиболее распространены центробежные (с реактивным и активным приводом) и комбинированные (сочетание силового поля с пористым фильтром). Степень очистки фильтра определяется местом его установки и величиной давления в гидроприводе. Отдельные рекомендации по обеспечению требуемой чистоты рабочей жидкости в гидроприводе приведены в таблице 1 [2].

Таблица 1

Требуемая чистота рабочей жидкости в гидроприводе

Рабочее давление МПа	Тонкость фильтрации, мкм						Необходимость проведения технологической промывки гидропривода
	Место установки фильтра						
	Сапун (воздуш)	Заливной	На всасывании	На нагнетании	На сливе	На параллельном	
До 1,3	40	40	200	40	80	40	Не обязательно

До 5,0	25	25	100	25	40	25	Не обязательно
До 12,5	15	15	63	15	25	15	Требуется
До 20,	10	10	25	10	15	10	Необходима
До 35,0	5	5	15	5	10	5	Необходима

Требуемую чистоту полостей и рабочих сред для конкретных гидроприводов устанавливают на основании изучения влияния размеров, материалов и количества загрязняющих частиц на показатели надежности и долговечности наиболее ответственных деталей и узлов гидроустройств. Некоторые ответственные узлы гидроустройств гидропривода имеют точные плунжерные пары, радиальный зазор в которых не превышает нескольких микрон. Величина этих зазоров и определяет требования к очистке рабочей жидкости.

Качество рабочей жидкости в эксплуатации оценивают следующими доступными способами:

1. Отбор проб с целью проверки класса чистоты рабочей жидкости. Приспособления и оснастка, которые применяются при отборе проб рабочей жидкости, не являясь источником загрязнений, должны надежно предохранять пробу и гидропривод от загрязнений во время отбора, пробу при транспортировании и проведении ее анализа.

2. Проверка вязкости и кислотного числа рабочей жидкости на соответствие этих параметров, указанным в документах. При изменении вязкости более на 10...20% или кислотного числа до 2,0 мг КОН / г, указанных в эксплуатационной документации, принимается решение о замене рабочей жидкости.

3. Содержание посторонних включений - загрязнений, влияющих ее старение, ресурс и срок эксплуатации жидкости.

Для поддержания качества рабочей жидкости стационарного или мобильного гидропривода можно рекомендовать схему периодической и по необходимости очистки и обновления рабочей жидкости работающего гидропривода с применением установки типа СОГ АО "НИТИ-ТЕСАР" (рис.1). Установка СОГ забирает рабочую жидкость из "грязной" половины бака гидропривода и после очистки подает на вход насоса Н (рис.1). Чистота рабочей жидкости анализируется одновременно двумя приборами оперативного контроля ПКЖ-904А (время анализа \approx 1 мин). Один прибор подключается на выходе из установки СОГ, второй на выходе из фильтра гидропривода. По показаниям загрязненности при оперативном контроле в каждой из гидролиний.

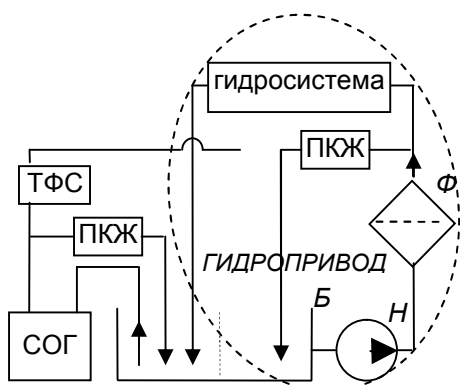


Рис.1. Схема очистки рабочей жидкости в работающем гидроприводе

Одновременно с очисткой рабочей жидкости от различных продуктов окисления с использованием установки СОГ может быть осуществлена очистка рабочей жидкости с помощью термосифонных фильтров и адсорберов (ТФС) и порционное введение присадок, снижающих кислотное число. Принцип действия этих устройств основан на поглощении соответствующих продуктов старения рабочей жидкости поверхностно активными веществами – сорбитами. Эффективность очистки определяется в основном скоростью рабочей жидкости и свойствами сорбента (поглотителя вещества). Химических реакций при этом не происходит. Крупнозернистые сорбенты удаляют из рабочей жидкости высокомолекулярные продукты, причем эффективность их работы увеличивается с уменьшением влажности рабочей жидкости. Мелкопористые адсорбенты собирают низкомолекулярные продукты и воду.

Использование подобных схем периодической и по необходимости очистки и обновления рабочей жидкости в гидроприводе без его остановки позволяет поддерживать качество эксплуатации гидропривода при использовании по прямому назначению, что способствует увеличению срока его службы.

Литература

1. Надежность и эффективность в технике. В 10 т. М.: Машиностроение, 1986-1989.
2. Никитин О.Ф. Рабочие жидкости гидроприводов (классификация, свойства, рекомендации по выбору и применению): Учеб. пособие. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. - 152 с.: ил.

77-30569/259640 Maintaining the quality of operation of hydraulic

10, October 2011

author: Nikitin O. F.

The article deals with the conditions of maintaining the quality of operation of hydraulic drive when it is used for its intended purpose. Quality of service is determined mainly by keeping the parameters of operational properties of the hydraulic fluid within the permissible limits of the technical documentation. Examined the effect of viscosity and acid number and impurities (solid, gaseous and liquid) for operating and properties of the hydraulic fluid. A scheme of periodic and necessary cleaning and updating the hydraulic fluid without stopping the hydraulic drive is purposed.

Literatura

1. Nadejnost' i effektivnost' v tehnike. V 10 t. M.: Mashinostroenie, 1986-1989.
2. Nikitin O.F. Rabochie jidkosti gidroprivodov (klassifikaciya, svoistva, rekomendacii po vyboru i primeneniyu): Ucheb. posobie. - M.: Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, 2007. - 152 s.: il.