

## НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ДОВОДКИ ГИДРОПРИВОДОВ МАШИН

*Кандидаты техн. наук, доценты ЖИЛЕВИЧ М. И., КОРОЛЬКЕВИЧ А. В.,  
докт. техн. наук, проф. ШЕВЧЕНКО В. С.*

*Белорусский национальный технический университет,  
Военная академия Республики Беларусь*

При разработке технических устройств обычно большое внимание уделяется методам их экспериментальной отработки и различного рода испытаний. Такой подход особенно зарекомендовал себя в сфере производства гидроприводов современных машин. Практика создания и эксплуатации этого вида устройств подтверждает значительное влияние на их работоспособность множества одновременно происходящих и не подлежащих разграничению процессов, таких как механические разрушения материалов; химические превращения уплотнений, покрытий и рабочих тел; термо- и гидродинамические процессы; сложные взаимодействия между рабочим телом и конструктивными элементами и др. Параметры и условия протекания этих процессов зависят как от внешних воздействий, так и от исполнения устройств и режимов их работы. Поскольку такие сложные явления не поддаются строгому количественному описанию и расчету, высокое качество гидроприводов при их разработке и производстве во многом обеспечивается и проверяется с помощью всесторонних экспериментальных исследований.

Доводочные и исследовательские испытания проводятся с целью решения многочисленных задач, относящихся к повышению технического уровня гидроприводов и расширению их функциональных возможностей. Они могут выполняться с использованием как экспериментальных, так и серийных образцов изделий, в условиях опытных и серийных производств, ремонтных и эксплуатационных организаций. Весьма полезным является развитие поэлементных стендовых испытаний в общем комплексе всех видов функциональных испытаний, поскольку они позволяют значительно сокращать длительность доводки новых приводов. Требуемый результат от решения поставленных задач достигается в процессе доводки изделий путем

последовательных введений различных усовершенствований и экспериментальных проверок.

**Способ оценки прирабатываемости поверхностей трения.** Важное значение в процессе испытаний гидравлических устройств приобретают современные способы измерений и оценки исследуемых параметров.

В настоящее время для оценки прирабатываемости поверхностей трения в насосах широкое распространение получил способ, заключающийся в регистрации времени стабилизации выбранного параметра трения. В качестве оценочного параметра при этом используют скорость изнашивания. Для ее определения необходима разборка узла трения, причем замеры необходимо проводить многократно.

Для повышения точности и эффективности оценки прирабатываемости поверхностей трения насосов целесообразно использовать новый способ, который заключается в инструментальной регистрации времени достижения оценочным параметром стабильного значения и момента, когда линия, огибающая пики давления осциллограммы, приобретает синусоидальную форму. Пульсации давления при этом регистрируют на выходе из насоса (в нагнетательной магистрали).

На рис. 1 представлены графики, характеризующие процесс колебаний давления в нагнетательной магистрали аксиально-поршневого насоса. В качестве измерительной аппаратуры ис-

пользовали осциллограф и тензометрический усилитель. Частота пульсаций давления на выходе из насоса не превышала 200 Гц. Приработку поверхностей трения исследовали в узлах распределения, качающих и ведения поршней. Номинальное давление жидкости в системе испытательного стенда поддерживали на уровне 6 МПа, а температуру рабочей жидкости  $T_{ж} = 50^{\circ}\text{C}$ .

Осциллограмма на рис. 1а характеризует процесс пульсаций давления на выходе из насоса после 30 мин испытаний. Как видно из рисунка, величины пульсаций давления здесь

еще различаются по амплитуде. Это означает, что поверхности трения еще не полностью приработались. Осциллограмма на рис. 1б характеризует процесс пульсаций давления через 70 мин испытаний насоса. Здесь амплитуды пульсаций стабилизированы, а огибающая пиков давления приобретает синусоидальную форму, на основании чего можно сделать заключение об окончании приработки трущихся поверхностей в основных узлах насоса и о стабилизации рабочего процесса.

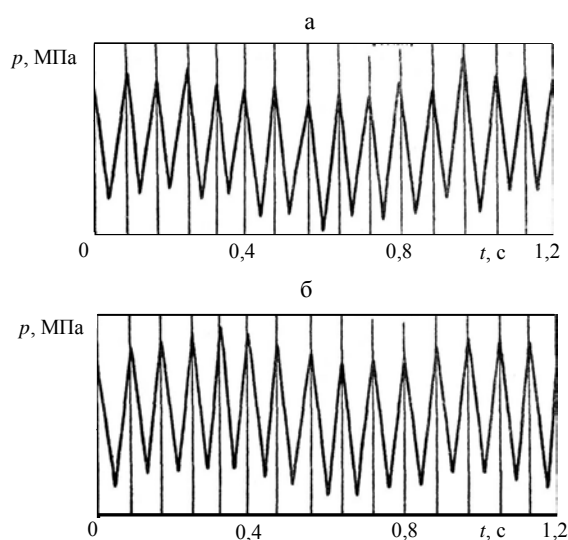


Рис. 1. Осциллограммы пульсаций давления: а – после 30 мин испытаний; б – то же 70 мин

Описанный способ является более достоверным и эффективным по сравнению с применяемыми способами оценки времени приработки трущихся поверхностей.

**Способ функциональных испытаний гидроустройств для неустановившегося температурного режима.** В случаях, когда машины, оснащенные гидроприводом, эксплуатируются в экстремально холодных местностях и вне помещений, перед их запуском практикуется нагревание рабочей жидкости до требуемой температуры путем подачи теплоты в рабочую зону. Ввиду того что КПД гидропривода в большей мере зависит от температуры, в гидросистемах применяют специальные устройства (теплообменники, термостаты и т. п.), которые обеспечивают необходимый диапазон рабочих температур. Тепловой баланс обеспечивается при этом достижением равенства количества подводимой теплоты от специальных нагревательных устройств, количества теплоты, выделяемой в результате потерь мощности в гидроприводе (механические, гидравлические и др.), и количеством отводимой теплоты, через

поверхности деталей и активные теплообменники. Тепловой поток, передаваемый от нагретых элементов гидропривода во внешнюю среду и к менее нагретым элементам, определяется по известной формуле

$$Q = kS\Delta T,$$

где  $Q$  – тепловой поток;  $k$  – коэффициент теплопередачи;  $S$  – площадь нагреваемой поверхности;  $\Delta T$  – разность температур между средами.

Коэффициент теплопередачи  $k$  определяется свойствами материалов деталей и температурой среды. Нагрев деталей гидроустройств вызывает их тепловую деформацию, которая будет иметь различные значения для деталей разной массы, конфигурации и изготовленных из различных материалов. Так, подвижные детали, имеющие небольшую массу, деформируются больше, чем массивные корпусные детали. В результате за период стабилизации температуры корпусной детали зазоры в подвижных соединениях изменяются так, что при неблагоприятном стечении значений допусков на размеры сопряженных деталей возможны существенные повреждения трущихся поверхностей, заедания деталей и другие отрицательные явления.

Во избежание таких явлений в процессе функциональных испытаний обрабатываются требования, обеспечивающие необходимый тепловой баланс гидроприводов при их эксплуатации. Необходимую температуру в гидросистемах обеспечивают с помощью активных терморегулирующих устройств. Для расчета рациональных значений температур для конкретных гидроприводов, из которых отводится теплота из-за низкой температуры окружающей среды, можно использовать формулу

$$W = kS_1(T_1 - T_2),$$

где  $W$  – подводимая тепловая энергия;  $k$  – коэффициент теплопередачи поверхности, отдающей теплоту во внешнюю среду;  $S_1$  – площадь наружных поверхностей деталей, отдающих тепло во внешнюю среду;  $T_1$  – установленная техническими требованиями температура рабочей жидкости;  $T_2$  – температура окружающей среды.

Способ функциональных испытаний предназначен для выявления гидроустройств, не соответствующих требованиям нормального функционирования в условиях существенного перепада температур внешней среды и рабочей жидкости в контуре гидропривода. Основная его особенность заключается в том, что в гидроустройство, находящееся при минимально

допустимой температуре внешней среды, подают рабочую жидкость, предварительно нагретую до максимально допустимой рабочей температуры гидропривода. При этом устанавливают соответствующую режиму испытаний нагрузку и фиксируют момент стабилизации температуры на внешней поверхности корпуса гидроустройства.

При успешном завершении испытаний по предлагаемому способу гидроустройство можно допустить к эксплуатации при неустановившемся температурном режиме в пределах допустимых значений параметров.

Установка для реализации способа (рис. 2) включает насос 1, предохранительный клапан 2, краны управления 3 и 4, термокамеру 5 с испытуемым гидроустройством (в частности, гидрораспределитель 6), нагрузочные клапаны 7 и 8, бак 9, термометр 10, нагреватель 11. Краны 3 и 4, а также гидрораспределитель 6 управляются электромагнитами. С помощью электромагнитного крана 4 производится смена нагружаемых каналов гидрораспределителя.

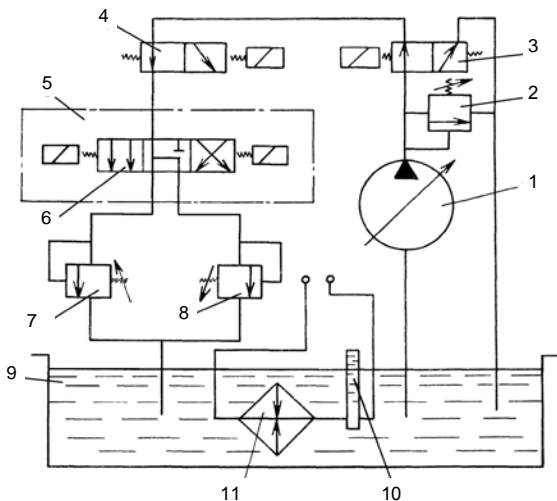


Рис. 2. Гидравлическая схема установки

В испытуемом гидрораспределителе (рис. 3) имеется корпус 1 с направляющим отверстием, в котором помещен подвижный золотник 4 с направляющей поверхностью 5. Отверстия 2 служат для подвода и отвода рабочей жидкости. Подвижность золотника обеспечивается за счет гарантированного зазора между поверхностями 3 и 5, величина которого определяется полем 6 допуска на размер отверстия 3 корпуса 1 и полем 7 допуска на диаметральный размер поверхности 5 золотника 4.

Гарантированный зазор в процессе изготовления гидрораспределителя может принимать любые значения в установленном технической документацией диапазоне – от минимального

значения до максимального. Его значение в указанных пределах зависит от условий и технических возможностей производства и носит случайный характер.

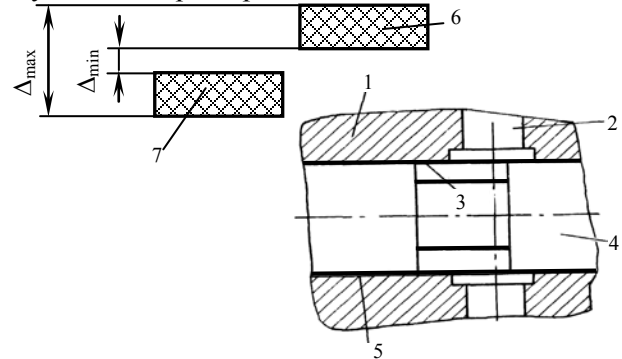


Рис. 3. Гидрораспределитель

Подача нагретой рабочей жидкости из бака (рис. 2) к предварительно охлажденному в термокамере гидрораспределителю вызывает повышение температуры золотника и корпуса (рис. 3). Из-за различия масс и условий взаимодействия потока жидкости с поверхностями деталей происходит их нагрев с различной интенсивностью. Это приводит к опережающей деформации поверхности золотника по сравнению с поверхностью корпуса, зазор между этими поверхностями уменьшается.

Гидрораспределитель, успешно прошедший испытания в соответствии с описанным способом, будет гарантирован от отказа в эксплуатации по причине заедания трущихся поверхностей.

## ВЫВОД

Предлагаемые способы доводочных и функциональных испытаний обеспечивают повышение технического уровня гидроприводов современных машин. Их применение на различных стадиях создания и эксплуатации гидроприводов машин является эффективным дополнением к существующему комплексу функциональных испытаний, расширяет их возможности и сокращает длительность доводки новых изделий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Желтовский, Б. Ю. Исследования и испытания гидропневмосистем машин: учеб.-метод. пособие для вузов / Б. Ю. Желтовский, М. Г. Халамонский, В. С. Шевченко. – Минск: Технопринт, 2004. – 204 с.
2. Способ оценки прирабатываемости поверхностей трения гидравлических насосов: а. с. 976346 СССР М. Кл. G 01 N 3/56 / В. П. Вайлевич, В. С. Шевченко; заявл. 20.04.81 № 3277971 // Открытия. Изобретения. – 1982. – № 43.
3. Способ испытания гидравлических агрегатов: а. с. SU 1733725 СССР А1 F 15 B 19/00 /D/F/ В. А. Гурский,