



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-3-50-54>  
УДК 669.71

Поступила 30.07.2021  
Received 30.07.2021

## СВОЕВРЕМЕННАЯ ДИАГНОСТИКА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Е. В. ГАПЕЕНКО, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Гомельская обл., Беларусь, ул. Промышленная, 37. E-mail: [diagn.uor@bmz.gomel.by](mailto:diagn.uor@bmz.gomel.by)

*Точность управления гидрооборудованием является отличительным признаком современных гидравлических систем. С помощью специальных диагностических приборов можно надежно и просто осуществлять контроль работы гидрооборудования. Методы диагностирования могут быть самыми различными. В статье перечислены этапы и методы проверки неисправностей гидрооборудования, а также описаны принципы работы диагностических приборов известных мировых фирм-производителей HYDAC, MOOG, используемых на ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК». Схематично представлено подключение тестера фирмы MOOG к производственному оборудованию при проверке сервоклапана в автономном и совмещенном режиме, не прибегая к демонтажу клапана. Непрерывный контроль чистоты масла с помощью прибора FCU фирмы HYDAC позволил сэкономить время на оценку его состояния и принятия быстросействующих корректирующих мероприятий по очистке масла от загрязнений.*

**Ключевые слова.** Гидрооборудование, диагностический прибор, сервоклапан, тестер, масло, гидросистема.

**Для цитирования.** Гапеевко, Е. В. Своевременная диагностика гидравлического оборудования в металлургическом производстве / Е. В. Гапеевко // Литье и металлургия. 2021. № 3. С. 50–54. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-3-50-54>.

## TIMELY DIAGNOSTICS OF HYDRAULIC EQUIPMENT IN METALLURGICAL PRODUCTION

E. V. GAPEENKO, OJSC “BSW – Management Company of the Holding “BMC”, Zhlobin, Gomel region, Belarus, 37, Promyshlennaya str. E-mail: [diagn.uor@bmz.gomel.by](mailto:diagn.uor@bmz.gomel.by)

*Precision control of hydraulic equipment is a distinctive feature of modern hydraulic systems. With the help of special diagnostic devices, it is possible to reliably and simply monitor the operation of hydraulic equipment. Diagnostic methods can be very different. The article lists the stages and methods of checking hydraulic equipment malfunctions, as well as describes the principles of operation of diagnostic devices of well-known world manufacturers HYDAC, MOOG, used in OJSC “BSW – Management Company of the Holding “BMC”. Schematically, the connection of the MOOG tester to the production equipment is presented when checking the servo valve in autonomous and combined mode, without resorting to dismantling the valve. Continuous monitoring of the oil purity with the help of the HYDAC FCU device allowed saving time on assessing its condition and taking fast-acting corrective measures to clean the oil from contamination.*

**Keywords.** Hydraulic equipment, diagnostic device, servo valve, tester, oil, hydraulic system.

**For citation.** Gapeenko E. V. Timely diagnostics of hydraulic equipment in metallurgical production. Foundry production and metallurgy, 2021, no. 3, pp. 50–54. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-3-50-54>.

Открытое акционерное общество «Белорусский металлургический завод – управляющая компания холдинга «Белорусская металлургическая компания» (далее – БМЗ) – это современное предприятие, которое наращивает объемы выпускаемой продукции из-за ввода в эксплуатацию новых мощностей, стремится модернизировать устаревшее оборудование до уровня высокотехнологичного. На всех технологических переделах предприятия используется большое количество гидравлического оборудования (гидроцилиндры, гидромоторы, гидронасосы, клапана).

Рассмотрим методы и средства диагностики оценки состояния гидравлического оборудования.

Важной составляющей технического обслуживания служит оперативное выявление причин неисправностей, которые приводят к сбоям в работе и потере работоспособности оборудования. Наиболее эффективным методом для установления неисправного элемента гидросистемы является использование логических методов поиска, что требует хороших знаний принципов действия, конструкции и особенностей функционирования всех гидроаппаратов по отдельности и системы в целом.

Вполне понятно, что если все элементы системы оснащены устройствами, которые дают информацию об их техническом состоянии (датчики усилий, скорости, перемещений, давления, уровня, температуры и др.), то поиск неисправностей намного упрощается. Однако такие проекты могут быть реализованы только для очень ответственных и дорогих гидросистем. Поэтому логический метод диагностики может быть применен для большинства существующих гидросистем различной степени сложности.

Весь процесс поиска неисправностей делится на последовательные этапы:

**Этап 1.** Уточнение возникшей неисправности в машине (конкретизируется вид функциональной неполадки).

При этом используется хронология неисправностей:

- прекращение движения рабочего органа машины;
- неконтролируемое движение рабочего органа;
- недостаточная скорость перемещения;
- недостаточное усилие, развиваемое рабочим органом;
- разрыв трубопровода или РВД;
- нагрев рабочей жидкости;
- появление пены в баке;
- неправильное направление движения.

**Этап 2.** Составляется перечень гидроаппаратов, непосредственно участвующих в передаче мощности к исполнительному механизму, нарушение работоспособности которого было выявлено на первом этапе, а также в управлении этой мощностью.

**Этап 3.** Изучается статистическая информация – это агрегатные журналы, журналы приема сдачи смен дежурного персонала.

**Этап 4.** Интуитивный поиск неисправности.

Интуитивная оценка ситуации проводится с целью сокращения числа «подозреваемых» элементов. Для этого на слух (повышенный шум при работе), на ощупь (локальный нагрев гидроаппаратов), визуально (потеки масла, состояние агрегатов) определяются дополнительные признаки неисправности какого-то гидроаппарата или потери рабочей жидкостью своих эксплуатационных качеств.

**Этап 5.** Поиск неисправности с помощью технических средств.

Технические средства используются в тех случаях, когда причина неисправности не была выявлена на этапах 3 и 4. Используются специальные контрольно-измерительные средства для определения давления и расхода жидкости, величины хода штока гидроцилиндра, положения золотника распределителя и других параметров гидросистемы и ее элементов. Это наиболее достоверный способ.

Желательно осуществлять такой контроль, не демонтируя компоненты гидросистемы. Сама система должна быть оборудована устройствами легкого присоединения контрольных средств и приборов. Для контроля расхода приходится разъединять соединительную аппаратуру (контрольные точки позволяют измерить давление).

**Этап 6.** Выявление неисправного аппарата, определение неисправности и принятие решения о способе ее устранения.

На основании установленных признаков неисправности делается окончательный вывод о «виновности» конкретного гидроаппарата и принимается решение о возможности устранения неисправности на месте либо о замене его новым.

При неисправностях насоса, износе гидроцилиндра или гидрораспределителя, как правило, их меняют на новые, неисправные подлежат проведению контроля состояния и принятия решения целесообразности ремонта данных гидравлических узлов.

### **Оперативный контроль неисправностей гидравлического оборудования**

В решении проблемы обеспечения надежной работы гидроприводов возрастает роль технической диагностики, контролирующей техническое состояние гидропривода в процессе эксплуатации. Это позволяет использовать привод оптимальным образом, осуществлять ремонт в кратчайшие и действительно необходимые сроки.

В качестве переносных средств технической диагностики все более широко применяются гидравлические тестеры, приборы контроля давления, температуры и расхода, виброанализаторы.

Безотказность и технический ресурс насосов, гидромоторов, гидроцилиндров, направляющих и регулирующих гидроаппаратов зависят, прежде всего, от эксплуатационных свойств и чистоты рабочей

жидкости. Согласно мировой статистике, 70–80% выходов из строя гидравлических систем и до 90% поломок подшипников вызваны загрязненностью рабочей жидкости.

Загрязнение рабочей жидкости крайне отрицательно влияет на надежность и долговечность гидросистем. Механические примеси, двигаясь вместе с жидкостью, попадают в зазоры движущихся деталей, на поверхности плоских пар трения, на фаски клапанов, в щели и отверстия дросселей и демпферов, вызывают повышенный износ и отказы (заклинивание плунжеров, защемление золотников, потерю герметичности клапанов, закупорку каналов малого сечения и др.).

При модернизации гидравлического оборудования и строительстве новых цехов БМЗ было принято решение о приобретении современных диагностических приборов для оценки класса чистоты гидравлической жидкости (рис. 1). По результатам проработки остановили выбор на приборе FCU-2110-4 фирмы HYDAC (рис. 2). Прибор обеспечивает непрерывный контроль загрязнения минеральных масел твердыми частицами и позволяет производить оценку класса чистоты масла согласно международному стандарту по NAS 1638, SAE AS4059 или ISO 4406 с последующим регистрированием результатов, сохранением в памяти и отображением в полностью автоматическом непрерывном режиме. Полученные значения могут распечатываться в режиме «онлайн» в форме таблицы или диаграммы через встроенный принтер.



Рис. 1. Определение класса чистоты на рабочей гидростанции



Рис. 2. Общий вид прибора FCU-2110-4

Непрерывный контроль чистоты масла позволил сэкономить время на оценку его состояния и принятия быстродействующих корректирующих мероприятий по очистке масла от загрязнений. Например, при строительстве трубопрокатного цеха (ТПЦ) и сортопрокатного цеха (СПЦ-2), реконструкции машины непрерывного литья заготовки (МНЛЗ-3) смонтированы тысячи метров гидравлических трубопроводов, специальными промывочными станциями промыты внутренние стенки труб и с помощью прибора FCU выполнены более 1000 замеров класса чистоты жидкости.

После ввода в эксплуатацию нового гидравлического оборудования ТПЦ и МНЛЗ-3 остро встал вопрос о возможности диагностирования сервоклапанов на предприятии.

Сервоклапанами в гидравлике называют клапаны, способные преобразовать малый входной электрический сигнал в большой выходной – гидравлический. Получается, что сервоклапана способны выполнять роль гидравлического усилителя. Они применяются преимущественно как устройства регулирования и управления. Этим обуславливается широкое применение сервоклапанов с обратной связью. Сервоклапаны не только преобразуют малый электрический сигнал в энергию потока жидкости, но и способны выполнять корректировку в зависимости от отклонений и предварительно заданных параметров (скорости, положения, давления).

На МНЛЗ-3 были установлены гидравлические сервоклапаны серии D661 фирмы Moog. В процессе наладки и работы происходили сбои в работе столов качания и правильно-тянущих механизмов и, как следствие, простои оборудования.

По результатам проработки вопроса о возможности диагностики вновь установленных сервоклапанов (рис. 3) был приобретен тестер G040-123 (рис. 4), который позволяет проверить работоспособность клапана, не демонтируя его с оборудования, а также провести измерение токовых параметров сигналов управления золотника клапана.

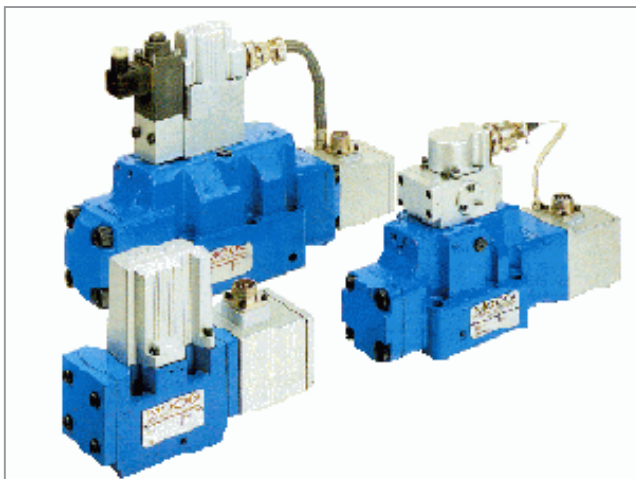


Рис. 3. Общий вид сервоклапанов

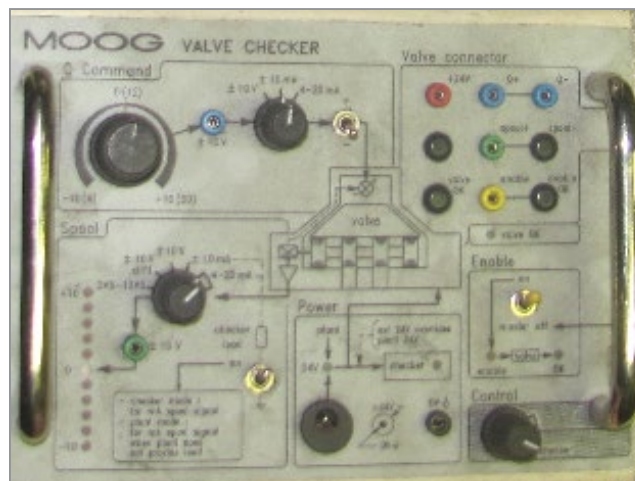


Рис. 4. Общий вид тестера G040-123

Тестер G040-123 предназначен для оценки технического состояния серво- и пропорциональных Q-клапанов с электрической обратной связью.

Особенность, которая делает его таким универсальным, заключается в возможности контроля технических параметров клапана, контроля смещения нуля, порога чувствительности, динамики клапана без его демонтажа с оборудования.

Определение технических характеристик осуществляется в двух режимах: «совмещенном» и «автономном» (рис. 5, 6).

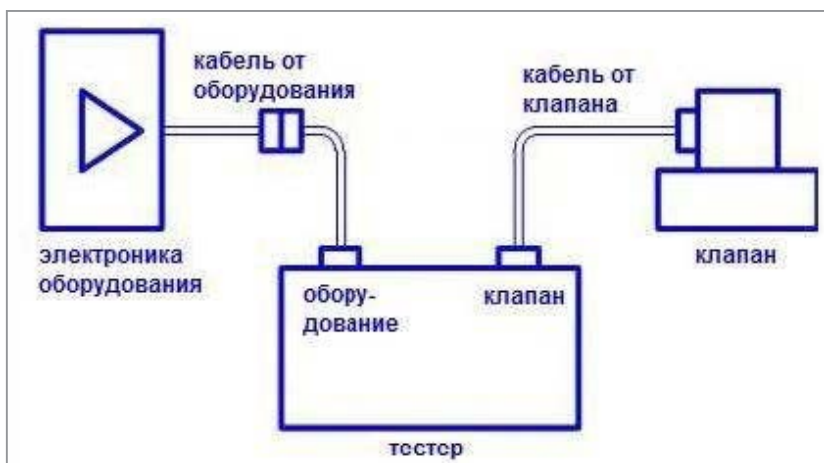


Рис. 5. Совмещенный режим

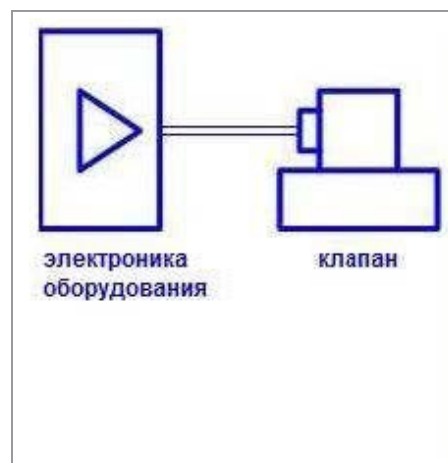


Рис. 6. Автономный режим

### Тестер (автономный режим)

В этом режиме тестер является источником сигналов, подающихся на клапан, и измеряет сигналы, поступающие с него. Клапан остается установленным в оборудовании, но сигналы с блока управления на него не поступают. Контроль клапана в составе машины обеспечивает дополнительное преимущество, поскольку становится возможным наблюдать реакцию оборудования на сигналы, поступающие с тестера.

### Подключение к производственному оборудованию (совмещенный режим)

Производственное оборудование и клапан работают в нормальном режиме. Тестер устанавливается между электроникой оборудования и клапаном, не нарушая их нормального соединения. Тестер фиксирует сигналы, поступающие с электроники оборудования на клапан и обратно, контролируя, таким образом, состояние клапана во время рабочего цикла.

Тестер может быть запитан от электроники оборудования как в режиме работы от оборудования, так и в режиме тестера. Для этой цели на передней панели тестера имеется гнездо для подключения внешнего источника питания с напряжением +24В. Тестер G040-123 позволяет проводить диагностику сервоклапанов серии D661 фирмы Moog как непосредственно на оборудовании, так и на испытательном гидравлическом стенде.

### Выводы

ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» – современное высокотехнологичное предприятие, которое в процессе производства применяет последние достижения мировых производителей диагностического оборудования для определения причин неисправностей в гидравлике.

Бурное развитие техники требует от специалистов не только глубоких теоретических знаний, но и хороших практических навыков.

Для правильного обслуживания и эксплуатации оборудования в гидравлике, так же как и в других областях техники, требуются квалифицированные специалисты, хорошо разбирающиеся в особенностях применяемого оборудования. Обслуживающий персонал должен иметь высокий профессиональный уровень знаний в области сервопривода, повышать свою квалификацию.



*Поздравляем!*

*Анну Геннадьевну АНИСОВИЧ  
с присвоением научного звания  
профессора!*

*Желаем дальнейших творческих  
успехов, здоровья, долгих лет  
жизни!*