

(неполное срабатывание); проверку характеристик клапана; проверку отклика на малое ступенчатое изменение сигнала; проверку переходной характеристики и диапазона динамической ошибки; тестирование сигнала управления; мониторинг состояния позиционера.

Пользователи могут приобрести прибор FIELDVUE DVC с уровнем расширенной диагностики или повысить уровень диагностики имеющегося прибора до уровня *Performance Diagnostic*. При этом в боль-

шинстве случаев вмешательства в аппаратную часть не требуется, и изменение уровня может быть выполнено в режиме on-line на работающем процессе.

Таким образом, приборы FIELDVUE DVC и ПО AMS ValveLink представляют мощный инструмент, позволяющий существенно уменьшить производственные риски, улучшить качество регулирования, повысить качество обслуживания клапана и, в конечном итоге, снизить общую стоимость владения оборудованием.

*Контактный телефон для дополнительных консультаций (495) 981-981-1.
Http:// www.emersonprocess.ru*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИАГНОСТИКИ ПНЕВМОПРИВОДНОЙ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

Р.В. Городнев (ЗАО "ДС Контролз")

Рассмотрен инструментальный, предоставляемый пневмоприводной трубопроводной арматурой с диагностическими функциями, показано, как можно использовать эти инструменты для повышения эффективности работы предприятия на примере оборудования Masoneilan.

Ключевые слова: пневмоприводная трубопроводная арматура, накопительная диагностика, калибровка, аварийные отсекатели, тест при частичном ходе.

Трубопроводная арматура с пневматическими приводами является конечным элементом РСУ и систем противоаварийной защиты (ПАЗ). Ее техническое состояние и отказоустойчивость напрямую влияют на экономические показатели и безопасность ТП. В последнее время в дополнение к стандартным методам контроля над состоянием арматуры (плановые ремонт и обслуживание) все чаще внедряют различные методы диагностики.

Возможность определения износа отдельных частей клапана и связанных с этим потенциальных проблем ведет к снижению рисков возникновения незапланированных остановок, уменьшению времени плановых остановок, снижению затрат на обслуживание и ремонт трубопроводной арматуры. Можно разбирать и проверять состояние каждого клапана, но это дорого. При этом следует учитывать, что, исходя из опыта сервисного обслуживания трубопроводной арматуры, обычно наблюдается следующая статистика:

- около одной трети клапанов требуют повторной калибровки;
- одна треть может быть обслужена в поле;
- оставшаяся часть требует снятия с трубопровода и последующего ремонта.

Если сравнить плановый подход по обслуживанию и ремонту оборудования с обслуживанием по текущему состоянию, то последний позволяет снизить эксплуатационные затраты на арматуру в 2...3 раза. Правда, для этого необходимо не только внедрить на предприятии оборудование с функциями диагностики, но и разработать определенные регламенты, в соответствие с которыми будет проводиться диагностика арматуры, делаться заключение о ее текущем состоянии и приниматься решение о том, какие позиции необходимо снять с трубопровода и отремонтировать.

Данная статья написана с целью рассказать о том, какие инструменты предоставляет оборудование с диагностическими функциями, и как можно использовать эти инструменты для повышения эффективности работы предприятия.

Диагностику арматуры можно условно разделить на четыре типа: накопительная диагностика, индикаторы состояния/сигнализация об ошибках, получение и анализ диагностических графиков арматуры, выведенной из ТП, и получение информации о состоянии арматуры на работающих установках. Кроме того, отдельно нужно выделить диагностику аварийных отсекателей, которая совмещает все вышеперечисленные типы диагностики с возможностью проведения теста при частичном ходе (PST).

Накопительная диагностика предоставляет информацию о следующих особенностях работы отдельно взятого клапана:

- сколько времени он находился в закрытом/открытом положении;
- сколько времени он находился в положении близком к закрытому;
- сколько циклов отработал клапан;
- суммарный ход клапана (чем он выше, тем больше износ оборудования).

Для получения такого типа данных необходимы позиционеры, которые отслеживают вышеприведенные параметры и хранят накопленную статистику в энергонезависимой памяти.

Анализ этой информации помогает выявить как ошибки выбора арматуры, так и определить клапаны, требующие внимания в первую очередь. Скажем, клапан, работающий значительную часть времени в положении, близком к закрытому, скорее всего был неправильно выбран (требуется клапан с меньшей

Таблица. Использование накопительной диагностики для определения необходимости замены сальникового уплотнения с ресурсом 100 тыс. циклов

	Клапан А	Клапан Б	Клапан В
Число циклов с момента последней замены сальникового уплотнения, тыс.	27	66	119
Среднее число циклов, цикл/ч.	2	5	9
Время до остановки на ремонт, ч.	4380	4380	4380
Время работы в следующем периоде эксплуатации, ч.	17520	17520	17520
Прогнозируемое число циклов к моменту остановки на ремонт, тыс.	36	88	159
Прогнозируемое число циклов к окончанию следующего периода эксплуатации, тыс.	72	176	317
Требуется замена в ближайший ремонт	Нет	Да	Да*

*По возможности заменить сальниковое уплотнение до остановки на ремонт

пропускной способностью), и его плунжерная пара подвергается повышенному износу.

Если принято решение использовать данный инструмент в работе, то необходимо разработать процедуры, которые будут определять, как происходит сбор и хранение информации, какие решения принимаются на основе накопительной диагностики.

Алгоритм в большинстве случаев будет выглядеть следующим образом:

- при пуске установки фиксируются текущие значения накопительной диагностики;
- определяется срок снятия накопительной диагностики для определения арматуры, требующей повышенного внимания (как правило, спустя 1...2 мес. после пуска). После снятия диагностики выявляется арматура, которая:

а) большую часть времени работает в положении, близком к закрытому (это зачастую свидетельствует о неверных исходных данных, ошибках в расчетах при выборе арматуры). При обнаружении таких позиций, заполняется опросный лист с учетом реальных параметров ТП и рекомендаций проектных организаций, технологов. Новый опросный лист направляется производителю для повторного расчета и определения возможности изменения пропускной способности арматуры или необходимости замены клапана;

б) является регулирующей, но большую часть времени находится в закрытом положении. Это может свидетельствовать как о неправильном выборе арматуры, так и о ее неисправности;

- определяется срок снятия накопительной диагностики перед остановкой установки на ремонт (как правило, за 4...6 мес. до остановки на ремонт/обслуживание). После снятия диагностики выявляется арматура, которая:

а) большую часть времени работает в положении, близком к закрытому;

б) является регулирующей, но большую часть времени находится в закрытом положении;

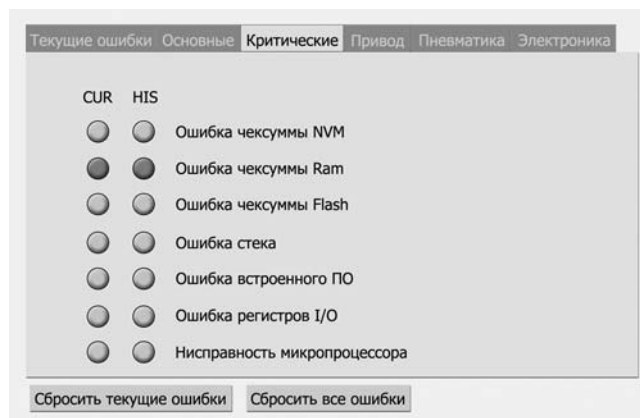


Рис. 1. Параметры, контролируемые позиционером SVI II AP

в) потребует замены во время остановки сальниковой набивки, сальфона или других элементов конструкции, ресурс которых регламентирован заводом изготовителем;

г) определяются первые 15...20% парка арматуры с максимальными суммарным ходом и числом циклов.

Данным позициям в ходе ремонтных работ будет уделено повышенное внимание. Например, в случае неоднозначных/пограничных диагностических данных по графикам необходимо снять и обслужить в первую очередь именно позиции, подвергшиеся наибольшему износу. На основе этой информации принимается решение о закупке рекомендуемого ЗИПа для этих позиций с учетом их числа или отправка этой информации на завод изготовитель/сервисный центр. В этом случае снижается вероятность увеличения срока ремонта из-за отсутствия или долгих сроков поставки необходимых запасных частей.

Если были выявлены ошибки в выборе арматуры, и их устранение было отложено на период остановки на ремонт, то заказываются требуемые запасные части, клапаны и т.п. (таблица).

Индикаторы состояния/сигнализация об ошибках. Современные цифровые позиционеры осуществляют мониторинг десятков различных параметров, которые связаны как с работой самого позиционера, так и с работой клапана/привода. Ошибка позиционирования, низкое давление воздуха КИП, отказ встроенных в позиционер датчиков, ошибки в электронике позиционера или в его внутреннем ПО (рис. 1) — это лишь некоторые из них. Сигнализация о выявленных неисправностях может осуществляться как с помощью программных средств, так и с помощью встроенных дискретных выходов.

Используя данный тип диагностики, получаем возможность выявлять неисправности на ранней стадии, как правило, до появления более серьезных нарушений в работе клапана. В случае отказа арматуры, можно определить причины выхода оборудования из строя или хотя бы локализовать узел, по вине которого произошел сбой.

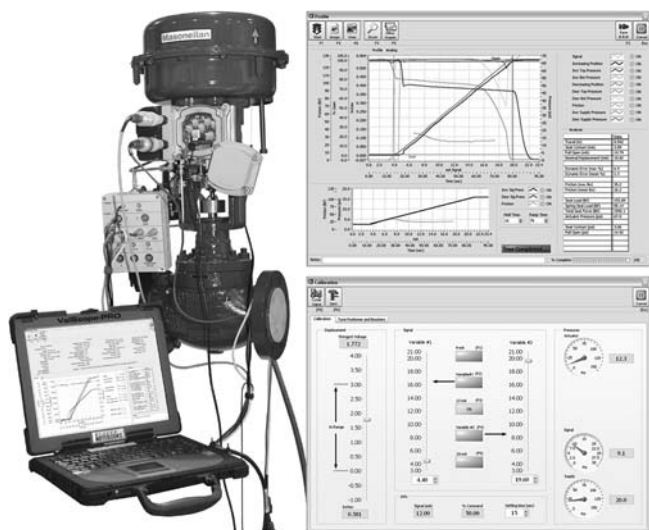


Рис. 2. Диагностический комплекс ValScope PRO

Поэтому для эффективного использования данного типа диагностики, необходимо вести постоянный мониторинг индикаторов состояния. В идеале оператор установки при заступлении на дежурство проверяет весь полевой КИП с функциями диагностики на наличие ошибок в работе. По результатам проверки делается отметка в журнале, и в случае выявления неисправностей предпринимаются действия по их устранению или по минимизации их воздействия на работу установки и безопасность предприятия. Помимо разработки и принятия самой процедуры такой проверки, необходимо продумать алгоритмы действий, предпринимаемых в случае выявления неисправностей особенно для всех критических позиций и позиций, связанных с безопасностью. Например, если есть позиция, которая работает без сбоев, но в ее индикаторах состояния есть ошибка "Низкое давления воздуха КИП" (Air Supply Low), то желательно устранить выявленную неисправность (утечки воздуха в линии питания, недостаточная производительность компрессора и т.д.) до того, как арматура не сможет отработать управляющий сигнал от системы управления.

Диагностические графики арматуры выведенной из ТП позволяют наиболее точно оценить текущее техническое состояние клапана. Для проведения таких тестов требуется вывести арматуру из ТП, так как в ходе построения графиков позиционер перестает реагировать на управляющий сигнал от системы и полностью закрывает/открывает клапан. В ходе тестов определяются следующие параметры: линейность, гистерезис, точность регулирования, трение, фактический диапазон пружин привода, зона нечувствительности, разрешающая способность клапана, переход за заданное значение (Overshoot), время полного открытия/закрытия, время реакции, временная характеристика скорости регулирующей арматуры Т86 и т.д.

Анализируя графики, можно сделать заключение о состоянии плунжерной пары, определить износ элементов конструкции, наличие посторонних пред-



Рис. 3. Датчик положения ValScope PRO

метов в затворе, задиров на штоке/валу, утечек воздуха в обвязке привода, повреждения пружинного блока, мембраны привода и т.п. Если есть возможность снять диагностические графики до остановки на ремонт (например, есть байпасная линия), то, анализируя их и сравнивая с предыдущими и начальными графиками, которые предоставляются производителем арматуры, можно оценить текущее состояние клапана, определить, какие запасные части могут потребоваться при обслуживании данной позиции, и на основе этой информации заказать их заранее, определить требуемый объем ремонтных работ и спрогнозировать использование людских ресурсов.

Любой из этапов оценки состояния на основе диагностических графиков (их снятие, сохранение, анализ) могут осуществляться как силами самого предприятия, так и сторонними организациями (заводом изготовителем/сервисными центрами).

В регламенте по диагностике должно быть определено, какими способами и когда получаются диагностические графики, и как они хранятся. В большинстве случаев диагностика производится перед поставкой арматуры конечному заказчику, перед вводом установки в эксплуатацию, каждый раз при остановке установки на ремонт, плановое обслуживание и в случаях отказа арматуры. Проведение диагностики перед началом ремонтных работ, как правило, не приводит к увеличению времени затрачиваемого на обслуживание арматуры. За несколько дней можно снять графики и оценить состояние более 70...100 ед. арматуры, поэтому время, затраченное на диагностику, компенсируется тем, что, определив проблемные позиции, можно сконцентрировать ресурсы предприятия именно на той арматуре, которая действительно требует внимания.

Диагностические графики можно получать с помощью как цифровых позиционеров, так и специальных диагностических комплексов, например Masoneilan ValScope PRO (рис. 2). Второй способ обычно применяется в случае, если клапаны на установке оснащены пневматическими, электропневматическими или цифровыми позиционерами начального уровня, не обладающими необходимыми диа-

гностическими возможностями. Для получения диагностических графиков требуется смонтировать на клапане датчики давления и датчик положения (рис. 3), подключить их к компьютеру с установленным специальным ПО ValScore PRO. В среднем, диагностика одного клапана таким способом занимает около 40...50 мин. Единственным ограничением такого способа является то, что оценить техническое состояние арматуры возможно только тогда, когда произведено подключение диагностического комплекта ValScore PRO к интересующей позиции.

Далее определяется, кто и каким образом производит анализ полученных диагностических данных. Эта функция может быть полностью передана авторизованным сервисным центрам или после соответствующего обучения выполняться и сотрудниками предприятия. Возможны смешанные схемы, когда завод анализирует простые случаи, а в сложных случаях или при наличии сомнений отправляет запросы в сервисный центр. При этом после каждого последующего ремонта по мере накопления опыта сотрудниками предприятия таких обращений будет все меньше и меньше.

После получения заключений о состоянии арматуры, пользователи должны иметь четкое представление о том, когда требуется демонтировать арматуру для ремонта, когда обслуживать ее по месту, когда делать только перекалибровку (рекомендуется делать каждый раз, когда арматура выведена из ТП). Например, если в заключении по диагностике написано, что арматура работает нормально, и неисправностей не выявлено, то достаточно сделать перекалибровку. Если по накопительной диагностике нужно заменить сальниковую набивку, то меняем ее по месту. В случае обнаружения неисправностей привода/клапана снимаем с трубопровода и ремонтируем.

Отдельно стоит отметить вопрос, связанный с арматурой, обеспечивающей герметичность в затворе в соответствии с классами А и В по ГОСТ или с классами V, VI по ANSI. Существующие инструменты, позволяющие определять протечку, не снимая арматуру с трубопровода, имеют погрешность в процентах от пропускной способности, и не подходят для проверки на соответствие столь высоким требованиям по герметичности. Поэтому такие позиции в любом случае должны быть сняты с трубопровода и испытаны на стенде. При этом можно не осматривать, не разбирать, не дефектовать клапан, если по результатам его диагностики не было выявлено никаких неисправностей, что позволяет экономить ресурсы и время при обслуживании таких позиций.

Диагностика арматуры на работающих установках. В этом случае используются программные продукты, которые по расписанию с заданным временным интервалом подключаются к цифровому позиционеру и отслеживают состояние клапана. При этом ведется только наблюдение за работой арматуры и никаким образом не оказывается влияние на ТП. Полученные данные автоматически анализируются программой и сохраняются в БД. При этом достаточно изменения

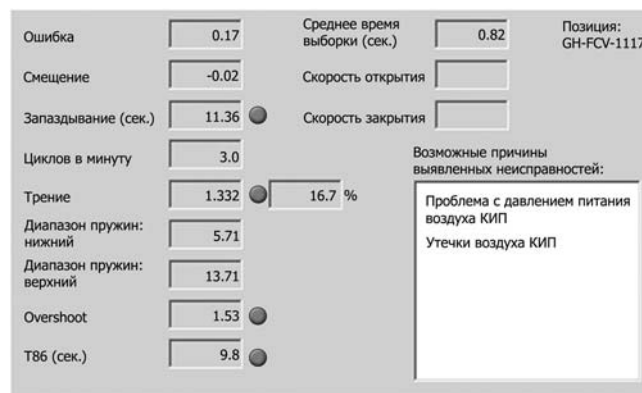


Рис. 4. Автоматический анализ диагностических данных с предположением о возможных неисправностях

уставки на небольшую величину в пределах 0,3%, чтобы получить требуемые для анализа данные.

На рис. 4 виден результат, полученный на основе наблюдения за клапаном в течение 2 мин, когда максимальная амплитуда колебаний уставки составила величину менее 0,3% от номинального хода. ПО достаточно даже такого незначительного перемещения клапана, чтобы проанализировать данные и сделать предположение о том, что возможны проблемы с воздухом в КИП или утечки воздуха в приводе или в его обвязке.

Если на установке используются позиционеры со встроенными датчиками давления, то дополнительно можно оценивать изменение трения в клапане и фактический диапазон пружин его привода, а при выходе значений за рамки доверительного диапазона осуществлять проверку проблемной позиции.

Диагностика аварийных отсекателей. На отсечных клапанах (на Западе такие позиции именуются ESD — emergency shutoff device) также возможно использование приборов управления с диагностическими функциями. Обычно в нормальном режиме работы такие клапаны остаются в полностью открытом положении и срабатывают только в случае, когда ТП находится в неконтролируемом состоянии. Оценка и контроль состояния таких позиций необходимы для обеспечения безопасности производства. Аварийные отсекатели находятся в одном положении достаточно долгое время (обычно это минимум 1 год), и это снижает вероятность их безотказной работы. Более частое обслуживание таких позиций не осуществляется по экономическим соображениям.

В идеале должен быть специальный интеллектуальный позиционер ESD, который представляет собой соленоид пилотного типа со всеми вариантами рассмотренных выше диагностических функций и дополнительно имеет возможность проведения специального теста Partial Stroke Test (PST), что может быть переведено как диагностика при частичном закрытии клапана. Прибор будет по требованию или по расписанию перемещать клапан в заранее заданное положение, которое не окажет существенного воздействия на производственный процесс (например, от 100% открытия до 85% и обратно). В ходе данного теста позиционер проведет диагностику аварий-

Параметр	Значение	Тест пройден/Ошибка
Тест PST	0	Тест пройден
Трение	6.305	Тест пройден
Усилие срабатывания	15.875	Ошибка
Деградация	9.835	Тест пройден
Диапазон пружин	Нижний: 23.15, Верхний: 41.85	Тест пройден
Время отклика	Сброс: 15.57, Заполнение: 0.355	Тест пройден

Рис. 5. Автоматический анализ результатов теста PST для позиционера Masoneilan SVI II ESD

ного отсекавателя и определит его техническое состояние. Оператор будет проинформирован обо всех проблемах, которые будут автоматически выявлены (рис. 5 и 6) в ходе теста.

Если прибор обладает функциями самодиагностики и на регулярной основе контролирует свою работоспособность, определяя:

- зависимость пилотного сигнала I/P модуля¹ от силы тока, подаваемой на I/P модуль;
- зависимость выходного пневматического сигнала от пилотного сигнала I/P модуля;
- работоспособность порта сброса воздуха;
- наличие ошибок в блоке электроники и внутреннем ПО;
- работоспособность аналогового контура, обеспечивающего функцию безопасности,

то в большинстве случаев можно отказаться от схем с резервированием и заменить два соленоида, аналоговый датчик положения и конечные выключатели одним интеллектуальным позиционером ESD.

Для таких позиций в регламенте должен быть более детально определен порядок действий, когда вы-

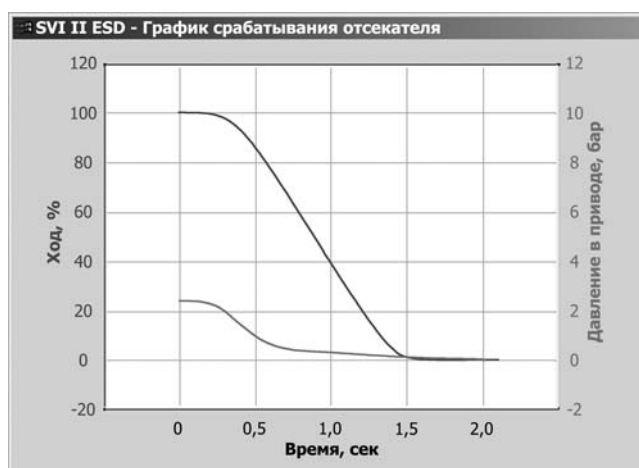


Рис. 6. Контроль и проведение диагностики во время срабатывания аварийного отсекавателя

является неисправность клапана, привода и его обвязки в ходе теста PST и по результатам самодиагностики. Использование накопительной диагностики и диагностических графиков аналогично тому, как это делается для регулирующей арматуры.

Использование таких устройств наряду с правильной организацией диагностических мероприятий позволяет снизить вероятность отказа по требованию аварийного отсекавателя на несколько порядков, что в целом существенно повышает безопасность системы ПАЗ.

Суммируя все вышесказанное, отметим, что именно правильная организация диагностических мероприятий является ключевым фактором для получения экономического эффекта от внедрения диагностики на предприятии. Предупреждение серьезных повреждений частей арматуры, увеличение времени безотказной работы, повышение безопасности производства, поддержание эксплуатационных характеристик клапанов на должном уровне — это лишь немногие преимущества, которые дает обслуживание по текущему техническому состоянию, основанное на результатах диагностики в сравнении с общераспространенным плановым подходом.

Роман Вячеславович Городнев — технический специалист по цифровой технике ЗАО "ДС Контролз".

Контактные телефоны: (8162) 55-79-24, 55-78-98. E-mail: office@dscontrols.ru [Http://www.dscontrols.ru](http://www.dscontrols.ru)

Фирма Hamburger Pitten улучшила качество бумажных изделий с помощью системы Experion MX от HONEYWELL

Корпорация Honeywell официально объявила о том, что фирма Hamburger Pitten, мировой лидер в области производства тарного картона, модернизировала свою производственную линию за счет внедрения двух систем управления качеством Honeywell Experion® MX Quality Control Systems с целью улучшить качество продукции.

Система контроля качества Experion MX включает сканер Q4000 (разработка подразделения Honeywell Process Solutions — HPS) — самый быстродействующий в мире со скоростью считыва-

вания до 1200 мм/с. Такая технология измерения позволяет фирме Hamburger Pitten получать более точную картину, отражающую ход ТП, а также быстрее и эффективнее выявлять узкие места, влияющие на качество, и вносить необходимые корректировки. В итоге снижается процент брака и увеличивается объем выпуска качественной продукции. Кроме того, в целях обеспечения постоянной функциональной готовности и надежности своей техники HPS будет осуществлять текущее техобслуживание и техническую поддержку.

[Http://www.honeywell.com](http://www.honeywell.com)

¹ I/P модуль — преобразователь токового сигнала (I) в пневматический (P), то есть электропневматический преобразователь.