

КАК ДОЛОГ ВЕК ППР ИЛИ АНАЛИЗ ТЕКУЩЕЙ ПРАКТИКИ ПРИМЕНЕНИЯ МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИКИ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В.М. Покидов (Компания Эмерсон)

Рассмотрены реальные ситуации, имеющие место на отечественных предприятиях в области техобслуживания и ремонтов запорно-регулирующей арматуры. Показаны преимущества от использования on-line мониторинга, обоснована необходимость оснащения предприятий «интеллектуальными» позиционерами и диагностическим ПО. Приведены примеры из практики зарубежных и отечественных предприятий.

Ключевые слова: планово-предупредительный ремонт, интеллектуальный позиционер, диагностика, мониторинг, запорно-регулирующая арматура.

«... в мире сегодня накапливается громадный технологический потенциал, который позволяет совершить настоящий рывок в повышении качества жизни людей, в модернизации экономики, инфраструктуры и государственного управления. Насколько эффективно мы сможем использовать колоссальные возможности технологической революции, как ответим на ее вызов, зависит только от нас... Тот, кто использует эту технологическую волну, вырвется далеко вперед. Тех, кто не сможет этого сделать, она, эта волна, просто захлестнет, утопит.»

Послание Президента РФ от 01.03.2018 г. <http://www.kremlin.ru/acts/bank/42902/page/1>

Системе планово-предупредительных ремонтов (ППР) в России скоро исполняется 100 лет. В СССР она появилась в далеком 1923 г. на волне послереволюционной индустриализации и для технологического уклада Второй промышленной революции тех лет была передовой и прорывной. Сейчас эксперты, научные и государственные деятели говорят уже о Четвертой промышленной революции (Industry 4.0), а система технического обслуживания (ТО) и ремонтов на большинстве промышленных предприятий нашей страны не претерпела каких-либо принципиальных изменений со времен Магнитки, ДнепроГЭС и ГОЭЛРО. Да, наряды на обслуживание, графики вывода в ремонт формируются уже на компьютерах, зачастую автоматически, внедряются электронные системы планирования ремонтов, заказа и учета ЗИП, но основополагающие принципы ППР, внедренные еще во времена первой пятилетки, остаются неизменными [1]:

- принудительный вывод оборудования в ремонт в определенные сроки независимо от его состояния;
- производство ремонта по заранее разработанным картам, определяющим содержание и объем ремонта, а также приемы выполнения всех ремонтных операций;
- сроки принудительной замены деталей устанавливаются на основе оценки срока службы деталей, получаемой на изучении их износа.

Третья промышленная революция, с 1980-х гг. предопределившая процессы глобализации, возникновение постиндустриальной экономики, кардинально изменила многие уклады современной жизни (широкое распространение вычислительной техники, всеобъемлющее проникновение Internet и мобильной

связи, массовое применение персональных портативных коммуникационных устройств). Изменения затронули и промышленность, включая внедрение так называемых интеллектуальных контрольно-измерительных приборов (КИП), электронных или смарт-позиционеров, средств управления и контроля, позволяющих определять действительное текущее состояние оборудования и необходимость в ТО или ремонте. Это дало многим промышленным предприятиям (тем, кто искал такую возможность), пересмотреть свои подходы к планированию и организации ремонтов, стать на порядок более конкурентоспособными. Тогда же, с 1980-х гг. во всем мире начался активный переход от ППР к ТО, ориентированному на повышение надежности (RCM — Reliability Centred Maintenance). Переход этот стал возможным именно благодаря достижениям технической революции — «интеллектуальным» средствам измерения, управления и контроля.

Переход на увеличенный межремонтный пробег, только осваиваемый нашими предприятиями, в Западном (и уже достаточно примеров в Восточном) мире достиг невиданных величин. Российские НПЗ пока только планируют переход на 3...4-летний межремонтный интервал. По факту для большинства установок он пока не превышает 1...2 лет, тогда как для большинства их зарубежных «собратьев» это уже освоенный рубеж. А отдельные «чемпионы» в организации ТО, нацеленного на повышение надежности и основывающегося на текущем состоянии оборудования, бьют рекорды по продолжительности безостановочных пробегов. 4...5...7 лет — это далеко не предел.

Так, крупное химическое предприятие LyondellBasell (г. Чаннелвью, Техас, США) не останавливается на капитальный ремонт на протяжении вот уже более 11 лет. При этом ремонтно-эксплуатационный бюджет предприятия за годы не увеличивался, а показатели по надежности и производительности не снижались¹. В основе системы ТО LyondellBasell — активное использование диагностических возможностей оборудования, различного рода тестов и аналитических инструментов, позволяющих проводить анализ ситуации «на ходу».

И пусть 11 лет без останова на примере LyondellBasell могут показаться чем-то слишком уж заоблачным и недостижимым, но примеры многих десятков и сотен крепких «среднячков» с пробегом в 5...7 лет должны стать положительным примером.

Четвертая промышленная революция даст возможности фантастического роста предприятиям, настроенным на эту технологическую волну, и захлестнет, утопит тех, кто останется в реалиях «ДнепроГЭСов» и «Магниток».

Достижения Третьей промышленной революции — «интеллектуальные» средства измерения, управления и контроля — не обошли отечественные предприятия стороной, позволили увеличить выработку и производительность, но не послужили толчком, как это было на Западе и происходит сейчас на Востоке, к развитию и пересмотру практик планирования и подготовки ремонтов, основывающихся на повсеместном, а не эпизодическом применении мониторинга и диагностики различного вида оборудования.

Многие ли из российских предприятий могут похвастаться тем, что их ремонтно-сервисные затраты остались на уровне 10-летней давности, а то и снизились, а надежность при этом повысилась? Например, для запорно-регулирующего оборудования достигнимо снижение затрат на ремонт в 2...5 раз, с повышением эффективности и надежности в 1,5...2 раза. Такие возможности должны были бы стимулировать предприятия к пересмотру своих подходов к ТО. Тем не менее, столетние практики ППР по-прежнему «заправляют бал». Рассмотрим возможные факторы, влияющие на укоренение практик диагностики и мониторинга предприятиями.

Почему западные практики ТО распространяются медленно

Промышленные предприятия традиционно консервативны в принятии и внедрении новшеств по сравнению с другими отраслями (банки, страховые компании, торговля). Объясняется это повышенным уровнем технических и технологических рисков и менее выраженным уровнем конкуренции между промышленными предприятиями в границах страны [2]. Конкурентными преимуществами в первую очередь являются доступ к ресурсам, к власти, и в гораз-

до меньшей степени — глубина переработки сырья, число дней безостановочной и безаварийной работы. Однако большая часть факторов, сдерживающих распространение диагностики и мониторинга на примере запорно-регулирующей арматуры (ЗРА), носит характер предубеждений. Предубеждения эти могут быть относительно экономической целесообразности новых практик, недоверие к уровню развития технологии, могут носить характер организационной неготовности, просто опасения брать на себя инициативу (и быть ответственным за ее результат).

В подавляющем большинстве случаев процесс ремонта клапанов выглядит следующим образом.

За год-полтора до ремонта предприятие, уже наслышанное о практиках диагностики арматуры и имеющее от руководства четкое указание — внедрить, обращается к производителям и сервисным компаниям с намерениями заблаговременно подготовиться к ремонту, заранее определить и приобрести ЗИП, сократить объем выводимых в ремонт клапанов до объективно необходимого уровня. Общение, на первых порах активное, ведется на протяжении большей части предремонтного периода. За пару недель до ремонта (это в лучшем случае) заключается договор на проведение диагностики. В первые дни останова подрядная компания прибывает на площадку, где ее ждут ... снятые с установки и складированные в пределах ремонтного цеха клапаны. С клапанов, как и полагается, демонтированы позиционеры (дабы не повредить при транспортировке). ЗИП при этом заранее не приобретен. В таких условиях диагностируй, что и как сможешь. Качество диагностики, качество ремонта и экономическая целесообразность равны нулю.

В более пессимистичном сценарии диагностика не проводится вообще.

В более оптимистичном сценарии диагностика проводится все же до останова с переводом клапанов на байпас, с заблаговременностью, достаточной, чтобы не снимать работоспособные клапаны, но недостаточной, чтобы успеть закупить и привезти ЗИП. Качество диагностики в этом случае можно оценить на «5», но качество ремонта и экономическая целесообразность — на «3+».

Перейдем к идеальному варианту (такие примеры редко, но имеют место и среди отечественных предприятий). За пару месяцев до останова с технологами и подрядчиком согласовывается график вывода клапанов на байпас, проводится диагностика арматуры, на основе чего определяется состав необходимого ЗИП, идущий незамедлительно в закупку. По позициям, где нет байпаса, диагностика проводится в первые дни останова. С поставщиками заблаговременно определяется состав возможного ЗИП (как правило, возможный ЗИП и необходимый ЗИП — это две большие разницы по количеству и стоимости). Эти позиции проходят через фильтр критичности, с поставщиками обсуждаются варианты обеспечения до-

¹ По материалам конференции Emerson Global Users Exchange.

ступности такого ЗИП. По результатам ремонта проводится совместный с поставщиком анализ состояния клапанов, начинают готовиться к следующему остану. Качество диагностики — «5», качество ремонта — «5+», экономическая целесообразность — «5+».

Выбор сценария зависит от силы и характера предубеждений управляющих ремонтом сотрудников предприятия. Рассмотрим наиболее часто встречающиеся предубеждения и постараемся изменить их в сторону получения реальной пользы от полноценного использования достижений всех промышленных революций.

Мы уже проводили диагностику раньше. По результатам большую часть клапанов все равно было рекомендовано вывести в ремонт. Заплатили и за диагностику, и за ремонт. Экономического эффекта нет.

Часто можно услышать замечания о том, что диагностика клапанов себя не оправдывает, так как по ее результатам существенную ($\geq 50\%$) часть клапанов все равно приходится выводить в ремонт. То есть диагностика показала, что состояние большей части клапанов плачевное. Действительно, при таком раскладе их не проверять (диагностировать), их ремонтировать нужно. Однако разберемся в причинах такого положения.

Как проводился ремонт клапанов ранее, результатом которого стало такое удручающее состояние арматуры. Всему виной практики ППР, изжившие себя в условиях современного производства. В ремонт выводили определенное число клапанов по заранее составленному графику. Современное автоматизированное производство предполагает, что средства измерения, управления и контроля на нем также современные, то есть весьма недешевые. Приобрести полный комплект ЗИП в нужных объемах на всю демонтируемую в ремонт арматуру достаточно дорого, плюс ко всему непросто обосновать такой бюджет, так как состояние арматуры неизвестно, возможно, запчасти и не нужны совсем, а могут и понадобиться. Решение — выйдем в ремонт, разберем, там и видно будет. Понадобятся — используем, не понадобятся — останутся (в терминах финансистов это «значительный оборотный капитал, замороженный на абсолютно неопределенное время»). В подобной ситуации ни один финансовый директор не одобрит такую закупку.

Таким образом, предприятие вступает в ремонт, не имея ЗИП на руках. Клапаны доставляются в ремонтный цех, разбираются, происходит дефектовка, составляется перечень ЗИП к закупке, клапан собирается обратно и монтируется на установку. Где совсем плохо — подтянули, залепили, наварили. Вернули все клапаны обратно в срок, а к следующему остану ЗИП купим, нормально отремонтируем. И это достаточно распространенная практика, что в нынешний останов ремонтируются клапаны, дефектовка по которым проходила в прошлый останов, а те дефекты, что выявляются сейчас, будут устранены в следующий останов, когда будет приобретен ЗИП. Здесь финансовый директор возражать не будет, так как под каждую закупаемую запчасть есть дефектный акт, необходимость ремонта и закупа к нему обоснована и понятна, оборотный капитал не замораживается. А то, что 1...2 г. до следующего ремонта предприятие будет терять деньги по причине неэффективного регулирования ТП, в учет не берется. Также не берется в учет, что один и тот же клапан демонтируется как минимум дважды: первый раз — проверить его состояние, второй раз — отремонтировать. И также мало кто ведет учет по категории под названием «Неисправности, вызванные ТО», это когда в мастерскую привезли исправный клапан, а после ненужного разбора и вмешательства (клапан был исправным, диагностика подтвердила бы это) увезли уже неисправным.

Система учета состояния клапанов, планирование работ, как правило, неидеальны. «История болезни» по каждому клапану может быть и ведется, но с ее анализом обыкновенно проблемы. Отчего необходимость в ЗИП, выявленная в этот останов, может к следующему остану и позабыться. В итоге и в следующий останов клапаны могут остаться без ЗИП не отремонтированными. И наоборот, новая партия клапанов пополнит категорию «неисправностей, вызванных ТО». Все это вместе приводит к тому, что состояние парка арматуры неуклонно ухудшается, число выводимой в ремонт ЗРА неизбежно повышается, стоимость ремонта растет, качество ремонта падает. При таком раскладе становится понятным, почему $> 70\%$ клапанов (и этот процент неуклонно растет) требует ремонта. Предприятие начинает чувствовать неладное, пробует проводить диагностику. Очевидно, что результаты

диагностики предприятие не удовлетворяют, так как число снимаемых клапанов не уменьшилось. И вместо того, чтобы сделать правильные выводы о текущей системе ТО, привести в порядок парк арматуры и далее не допускать ухудшения его состояния через сравнительно недорогие методы диагностики и мониторинга, предприятие предпочло



Рис. 1. Динамика числа выводимых в ремонт клапанов отечественного и европейского НПЗ

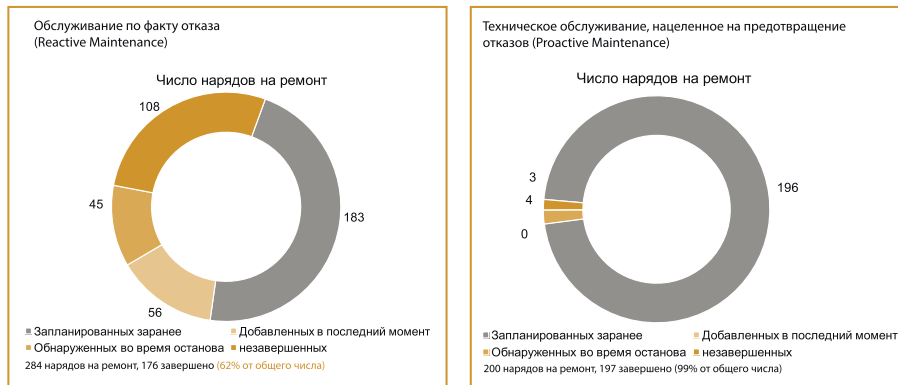


Рис. 2. Сравнение подходов к ТО

остаться в прежней системе ППР, продолжая наращивать число выводимых в ремонт клапанов.

На графиках (рис. 1) ниже приведены тренды числа выводимых в ремонт клапанов отечественного и европейского НПЗ. Не столь важно само число клапанов, выводимых в ремонт в каждый останов, важен тренд: куда идет предприятие, после ремонтов общее состояние оборудования становится лучше или хуже. На отечественном предприятии число снимаемых клапанов неуклонно возрастает по приведенным причинам. На сопоставимом европейском предприятии — планомерно снижается. Так и должно быть, после каждого ремонта надежность должна повышаться. А взаимозависанная с надежностью стоимость ремонтов и число ремонтируемых клапанов должны снижаться.

На приведенном примере отечественного предприятия применение диагностики арматуры на первый взгляд действительно может выглядеть не вполне экономически целесообразным. Но выйти из порочного круга ППР можно только планомерно фокусируя усилия и ресурсы на систематическом улучшении состояния арматуры, позиция за позицией, шаг за шагом. А выявить именно необходимые позиции, сфокусироваться именно на них поможет комплекс мероприятий, инструментарием для принятия решения по которым будут диагностика и мониторинг арматуры.

А мы и так все клапаны не снимаем, а только те, что требуют ремонта. Диагностика — это дополнительные затраты, невыгодно.

Подобная фраза прозвучала от представителя крупного отечественного химического концерна. Собеседник заявил, что предприятие уже перешло на обслуживание по состоянию. Оказалось, что в ремонт снимают то, что уже неисправно, а по остальным позициям какая-либо проверка состояния клапанов не проводится вообще, ни традиционными средствами (снял, разобрал, проверил, собрал), ни диагностикой. На поверку оказалось, что на местах (да и в штаб-квартирах) происходит подмена понятий по причине недостаточного их понимания. То, что собеседник назвал «обслуживанием по состоянию» на самом деле оказалось «обслуживанием по факту отказа» (систе-

ма ТО, предшествовавшая ППР, еще более дорогостоящая, так как влечет большее в сравнении с другими системами ТО, число отказов).

Подмена понятий приводит к неверной оценке и, как следствие, неверным решениям. Так, в данном примере стоимость проверки состояния клапанов средствами диагностики сравнивается со стоимостью отсутствия какой-либо проверки вообще, но без учета последствий такой «непроверки».

Прямая стоимость отсутствия какой-либо проверки — 0 руб. 00 коп., в сравнении с ней любая стоимость диагностики будет выглядеть чрезмерной. Стоимость последствий — величина вероятностная, на определенном промежутке времени может варьироваться от 0 до огромных сумм, на длительном промежутке времени с высокой вероятностью стремится к верхнему пределу. И в сравнении с ней любое ТО оправдывает себя, тем более точечное, основанное на данных мониторинга и диагностики.

Если бы предприятие сравнивало стоимость проверки состояния N-единиц арматуры средствами диагностики и стоимость проверки состояния такого же числа клапанов традиционными методами, то разница была бы в 3, 4 и даже 5 раз в пользу диагностики. И это без учета стоимости устранения неисправностей, вызванных ненужным вмешательством, характерным для традиционных методов. Возможность обнаружения проблем на ранних стадиях, а не в ходе останова, — лучшее качество ремонтов благодаря заблаговременной подготовке и знанию причин проблемы.

Кроме того, говоря о ремонтах, планирование которых ведется только на основе данных по текущим отказам, характерной их чертой является большое число как незапланированных (заблаговременно до начала останова), так и незавершенных работ (где изначальные заводские характеристики оборудования не были восстановлены). Все, что на рис. 2 выходит за пределы области запланированных отказов, является причиной отклонений от бюджета ремонта, от его графика, влечет невыполнение объемов ремонта и, самое главное, задержки во время пуска и проблемы в межремонтный период.

У нас большинство клапанов не оснащено «интеллектуальными» позиционерами. Диагностика для нас не подходит.

Средства диагностики подразделяются на установленные («интеллектуальные» позиционеры) и «по требованию» (мобильные диагностические комплексы). Оснащенность «интеллектуальными» позиционерами и специализированным ПО позволяет проводить диагностику более производительнее — до 30 клапанов в день на 1 рабочее место диагноста². Рабочее место представляет

² Для клапанов с позиционерами DVC6xxx или DVC2xxx уровня AD и выше, программного обеспечения ValveLink на базе AMS DeltaV. Другие комбинации аппаратного обеспечения, ПО и уровня диагностики позиционера обеспечивают иную производительность.

собой ноутбук с предустановленным ПО или HART-коммуникатор, которые подключаются непосредственно к позиционеру или к клеммам в шкафу управления клапанами. В этом случае походов «в поле» не потребуется. В таблице представлены различия в уровне «интеллектуальности» позиционеров на примере продукции компании Emerson.

Рабочее место также может быть «по требованию», то есть сервисные организации, специализирующиеся на оказании услуг диагностики, могут прибыть к месту оказания услуг со своим ПО и ноутбуками и HART-коммуникаторами. От чего производительность по снятию данных с диагностируемых клапанов лимитирована только тем, сколько таких рабочих мест есть в собственности предприятия либо у приглашаемой сервисной организации, и парком «интеллектуальных» позиционеров. Для задач по диагностике большого числа клапанов в короткое время это наиболее оптимальный и производительный подход.



Рис. 3. Мобильный диагностический комплекс FlowScanner 6000 Valve Diagnostic System

ПО и позиционеры должны быть одного производителя.

Если «интеллектуальный» уровень существующих позиционеров недостаточен (позиционер не способен собрать и передать в соответствующее ПО информацию для проведения диагностических off-line тестов (таблица)), применяются мобильные диагностические комплексы (рис. 3). Как правило, они «универсальны» (могут собирать диагностические данные с клапанов разных производителей) и не находятся в открытой продаже. Их выпускают именитые производители регуливающей арматуры и укомплектовывают ими собственные сервисные службы. При необходимости провести диагностику клапанов, не оснащенных «интеллектуальными» позиционерами, приглашаются специалисты таких сервисных служб. Работы проводятся

непосредственно на клапане, к которому присоединяются датчики перемещений, обратной связи, давлений, соединенные с диагностическим комплексом. Все это

Таблица. Современные возможности «интеллектуальных» позиционеров

Функция	Обозначение диагностического уровня («интеллектуальности»)					
	AC	HC	AD	PD	SIS	ODV
Конфигурирование	X	X	X	X	X	X
Калибровка	X	X	X	X	X	X
Авто-калибровка	X	X	X	X	X	X
Режим пакетной передачи сжатых данных (с позиционера на устройство с установленным диагностическим ПО)		X	X	X	X	X
Тревожные сообщения (отклонение от задания, давление воздуха, внутренние неисправности позиционера, счетчик хода (циклов) и т.п.) - сигнал, что какой-либо из параметров отклонился от уставки. Характер таких сообщений реактивен, событие уже произошло. Причины, по которым то или иное событие могло произойти, тревожными сообщениями не определяется, если только причины не в самом позиционере. В то время как диагностические тесты направлены на выявление предположительно отклонений непосредственно в клапане либо приводе.		X	X	X	X	X
Диагностические off-line тесты (проводимые на клапане, выведенном из ТП): <ul style="list-style-type: none"> • анализ трения и определение зоны рассогласования между заданием и положением клапана; • реакция на ступенчатые воздействия, соответствие хода клапана подаваемому ступенчатому сигналу, пошаговый ход клапана замеряется по времени. Конечным результатом этого теста является оценка динамических характеристик клапана, время отклика, «мертвая» зона (зона нечувствительности) и т.д.; • "цифровая подпись клапана" (сопоставления послеремонтных рабочих характеристик клапана с эталонными); • работоспособности соленоида; • давления на входе в позиционер; • определения массового расхода воздуха через позиционер. На основании проведенных тестов делается заключение о состоянии седла клапана, величине и характере износа перемещающихся частей клапана, о закусывании (повреждение) клапана, настройке обратной связи позиционера, о проблемах обратной связи, протечке воздуха в приводе и трубных соединениях, дефектах датчика обратной связи, трении в уплотняющих кольцах, о проблемах I/P и реле, работоспособности соленоидного клапана, уменьшении давления питания.			X	X	X	X
Мониторинг клапана на процессе позволяет получать детальную информацию о состоянии клапана как и в off-line варианте, но без вывода клапана из ТП. Делается это за счет высокой периодичности выборки, сбора на постоянной основе информации о движении клапана, давлении воздуха, отклонение от задания, зоне нечувствительности и т.д. Тестирование проводится в режиме 24x7.				X		
Тест частичного хода (на процессе) - подается сигнал о небольшом смещении на пару процентов хода, чтобы предотвратить «прикипание» клапана.					X	X

связано с выходом «в поле», непосредственным подходом к каждому диагностируемому клапану, отчего производительность составляет порядка 6...8 клапанов в день на один комплекс. Такие мобильные диагностические комплексы весьма недешевы даже для именитых производителей, отчего весь парк таких устройств всех производителей на всю Россию составляет по оценкам ≤ 10 комплексов. «Универсальность» таких диагностических комплексов также не должна питать необоснованных ожиданий, так как диагностирует в конечном итоге человек, диагност, а не аппаратура. Да, аппаратура может собрать данные с любого клапана, но имел ли диагност опыт работы именно с этой арматурой, об этом лучше интересоваться заранее.

Установленные позиционеры и переносные мобильные диагностические комплексы применяются при off-line диагностике, когда клапаны диагностируются выведенными из ТП. Происходит это большей частью в первые дни останова либо до останова с переводом клапанов на байпас.

Если предприятие всерьез задумалось о диагностике клапанов, и объемы диагностики определяют сотнями и тысячами единиц, которые необходимо регулярно диагностировать в максимально короткое и дорогое время останова, либо успевать задействовать краткосрочные технические интервалы в межремонтный период, целесообразно задуматься об оснащении всего парка клапанов именно «интеллектуальными» позиционерами. При выборе позиционеров помимо надежности, удобства в эксплуатации, наличия соответствующего ПО и цены, следует обращать внимание на «нюансы» в уровнях «интеллектуальности». Здесь может быть целая пропасть, все «интеллектуальны», но одни на уровне пятиклассника, другие — коллектива целого конструкторского бюро. И пятиклассник, и бородатые эксперты из конструкторского бюро могут считать необходимые данные, это объединяет их в класс «интеллектуалов». Но одни читают с запинками и по слогам, другие — и перед немецким/английским не оробеют, и на латынь переведут при надобности, и в формулах и расчетах не запутаются, выводы сделают и оформят грамотно. Понятное дело, позиционеру латынь не нужна, такое сравнение приведено для иллюстрации огромной разницы.

Также важно помнить про производительность: насколько требуемая производительность в диагностике достижима для позиционеров и ПО выбранного производителя. Например, не самая большая задача — диагностировать 300 регулирующих клапанов средствами переносных мобильных комплексов решается в среднем за 50 человеко-дней (5 человек сделают эту работу за 10 дней), а средствами специализированного ПО и нужного уровня интеллектуальности позиционера — за 10 человеко-дней (5 человек за 2 дня). Несложно подсчитать, во что предприятию обходится каждый лишний день останова (простой, недовыпуск продукции и т.п.), чтобы определить, есть ли экономический резон в сокращении про-

верки состояния 300 клапанов на 4...8 дней. А если это не 300, а 1500...2500 клапанов? В свете перехода на 3...4-летний межремонтный цикл в части клапанов масштаб задач именно такой.

У нас на площадке позиционеры множества разных производителей, все с разным уровнем диагностики. Каждый производитель хвалит свои изделия. Веры нет никому, поэтому брать буду те, что дешевле.

Позиционеры разных производителей действительно могут отличаться очень сильно как надежностью, так и диагностической функциональностью. В тонкостях отличий функциональности разобраться бывает непросто. Оценить стоимость может показаться проще. Попробуем это сделать.

Обыкновенно на любой производственной площадке присутствует «зоопарк» из моделей и производителей позиционеров. Отчасти так сложилось исторически, отчасти — по техническим причинам, так как для разных целей и задач использовались разные классы позиционеров. Например, для клапанов на стандартных позициях, для критических позиций и для ПАЗ применялись разные позиционеры. При этом используются разные вариации моделей от разных производителей. Для поддержания всего этого хозяйства в боевой готовности необходимы: запасы на складах на все эти типы; разное ПО для каждого из них; монтажные комплекты; навыки обращения, наладки и конфигурирования по множеству вариаций.

Сегодня все это можно свести к одной платформе: один тип позиционера на все нужды предприятия, две модели на складе по 2 ед. каждой (первая — на замену при неисправности, вторая — на случай переказа).

Компания Emerson своим клиентам предлагает концепцию единой платформы позиционеров. Модель Fisher DVC 6200 SIS для задач ПАЗ и автоматизируемых отсечных клапанов и модель Fisher DVC 6200 PD для всех прочих применений. Переход на модель DVC 6200 SIS позволяет значительно упростить схему подключения автоматизируемых отсечных клапанов и клапанов системы ПАЗ по сравнению с традиционно применявшейся схемой подключений.

Преимущества концепции единой платформы позиционеров от Emerson:

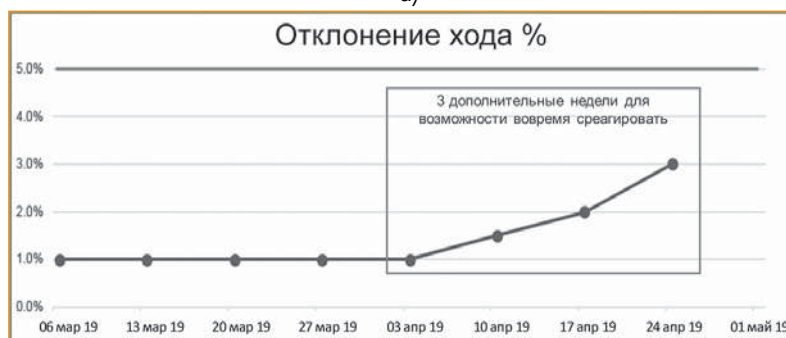
- минимизация проводных соединений и числа сигналов ввода/вывода за счет инновационной схемы коммутации;
- повышение точности информации, поступающей от клапана за счет реализованной в позиционере бесконтактной обратной связи, неподверженной эрозии, коррозии либо износу;
- доступность полного набора диагностических возможностей (таблица);
- опция локальной панели управления с непосредственным подсоединением к позиционеру.

На 100 клапанов данный подход экономит бюджет проекта > 100 млн. руб. совокупных затрат.

В позиционерах DVC 6200 PD реализована функция «горячей замены», позволяющая менять позици-



а)



б)

Рис. 4. Сравнение off-line диагностикой и on-line мониторингом клапана

онер на процессе. Реализовано это через цифровой «слепок» с каждого клапана (исчерпывающая информация о характеристиках и настройках клапана, привода и позиционера). При необходимости замены в позиционер заливается конфигурация необходимого клапана, после чего он готов к замене, калибровка не нужна. Позиционеры всегда в наличии на территории РФ с соответствующими предельно короткими сроками поставки, поэтому у промышленных предприятий пропадает необходимость держать на складе большое число запасных устройств. Это дает экономию еще в миллионы рублей оборотного капитала.

Для нас недостаточно раз в 1...2 г. получить «снимки» о состоянии арматуры. И в межремонтный период мы хотим знать, что с ней происходит, особенно по критическим позициям.

Ряд предприятий, в их числе есть и отечественные, уже перешагнули этап традиционной off-line диагностики клапанов. Иметь «слепок» состояния арматуры давностью в полгода-год им становится уже недостаточным. Ввиду ограничений, накладываемых характером off-line диагностики, перевод на байпас ежеквартально или даже ежемесячно не всегда выглядит оптимальным. Что уж говорить о позициях, не имеющих байпаса, знание о состоянии которых может стать критически важным. Для такого рода задач применяется мониторинг клапанов, который проводится непосредственно в ходе работы клапанов на процессе, но без вмешательства в ведение ТП. В ходе выполнения клапаном задач по регулированию процесса он совершает движения, обратная связь по которым в реальном времени собирается позиционером с повышенным уровнем «интеллектуальности» (например, уровень PD в позиционерах DVC 6200), передается и хранится в специализированном ПО (например, ПО ValveLink (On-line) в режиме 24x7 собирающем и записывающем диагностические показания).

Таким образом накапливаются данные о трении, его величине и изменении, о колебании контура и его причинах, о заеданиях и зоне нечувствительности, о деградациях в пневмоприводе и проблемах с давлением в линии нагнетания, фиксируются изменения в рабочем диапазоне хода, изношенность трима, сдвиги в калибровке, регулирование на низовом уровне, излишний ход и т.д. Принципиальная разница между off-line диагностикой и on-line мониторингом проиллюстрирована на рис. 4.

Пусть 24 апреля проведена off-line диагностика клапана. Диагностика показала отклонение от задания в 3%. Большинство экспертов сделают заключение, что клапан не требует внимания, так как отклонение от задания в 3% ниже установленного порога в 5% (рис. 4а).

On-line мониторинг для этого же клапана показывает, что отклонение от задания начало стремительно увеличиваться с 03 апреля, по 0,5% в неделю, а за последнюю неделю отклонение резко выросло на целый процент, с 2% до 3%. Такими темпами отклонение от задания достигнет порога в 5% уже в первой декаде мая. Клапан требует срочного внимания.

Мониторинг позволил обнаружить стремительное увеличение величины отклонения. Никакими иными средствами обнаружить это на достаточно ранней стадии невозможно. Ранее

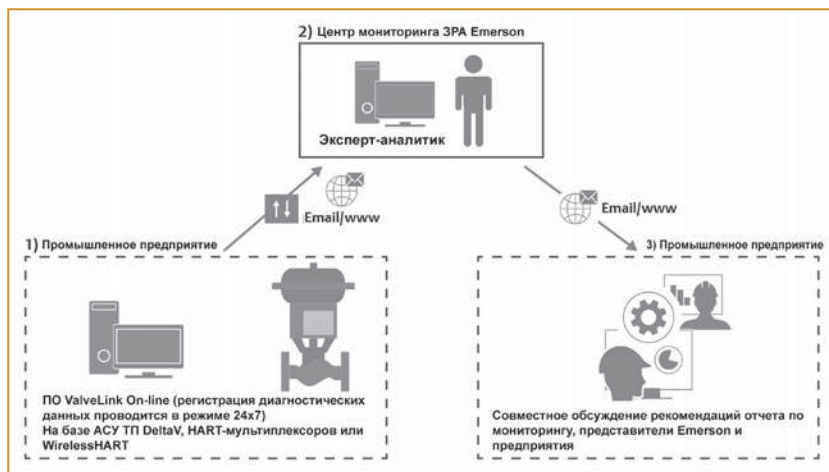


Рис.5. Мониторинг клапанов без подключения к площадке заказчика

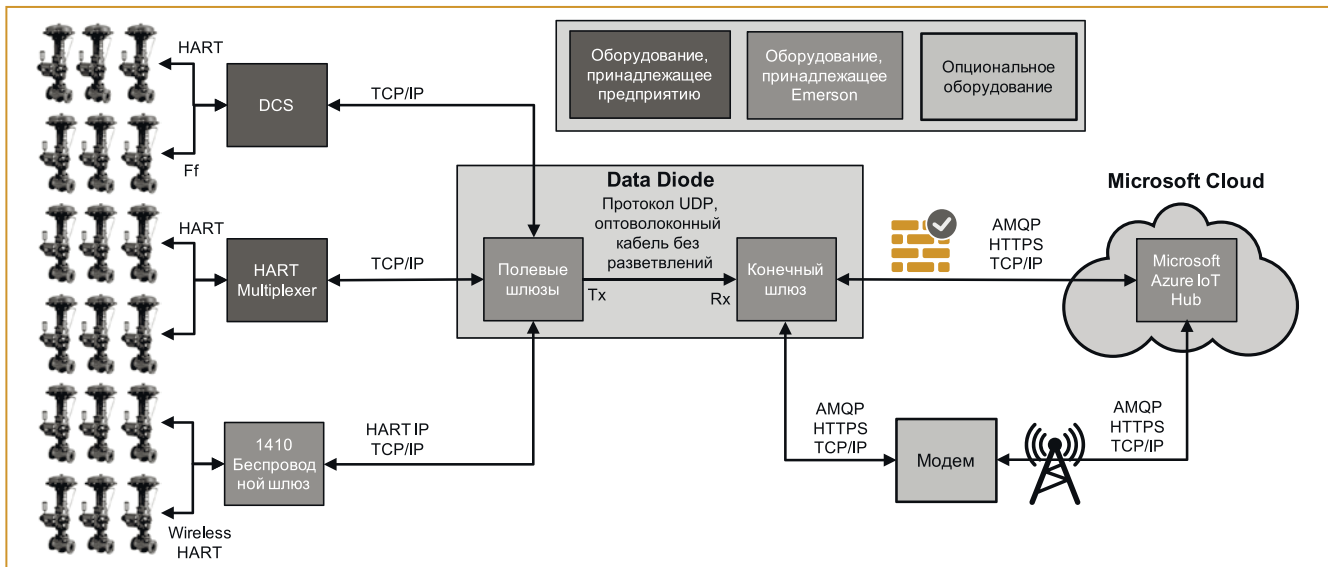


Рис. 6. Мониторинг клапанов с подключением к площадке заказчика

обнаружение дает больше времени на анализ причин увеличения отклонения, помогает своевременно предпринять необходимые действия для предотвращения незапланированного простоя.

В данном примере предприятие узнало о зарождающейся неисправности заблаговременно, что позволило подготовиться, найти «окно» и устранить неисправность, не допустив критического отклонения от задания при ведении ТП. Одно только такое недопущение окупило инвестиции в ПО, «умные» позиционеры на клапанах, подлежащих мониторингу, и услуги по мониторингу.

К преимуществам системы мониторинга также относится ее масштабируемость. Можно начинать с небольшого числа позиций и расширять систему по мере необходимости. Имея актуальную на каждый момент времени информацию о состоянии клапанов, предприятие может планомерно и целенаправленно улучшать их состояние, не дожидаясь больших остановов. А большому ремонту подходить с полным пониманием, на каких конкретно позициях фокусировать внимание и ресурсы.

Мониторинг клапанов может быть реализован без подключения к площадке заказчика и с подключением к площадке через так называемые Дата-Диоды (Data Diode). Схематично вариант «без подключения» представлен на рис. 4.

Алгоритм мониторинга «без подключения»:

— данные о состоянии клапанов, накапливаемые 24x7 в ПО, раз в неделю выгружаются представителем предприятия и по электронной почте направляются в сервисную организацию;

— сервисная организация производит еженедельный анализ получаемой диагностической информации и в случаях, когда результаты анализа данных требуют вмешательства, уведомляет об этом ответственного представителя заказчика;

— ежемесячно готовится детальный отчет о состоянии клапанов, с анализом и рекомендациями по обслуживанию;

— ежемесячно обсуждаются результаты тестов и выводов, представленных в отчете, действия, принятые по результатам и рекомендациям предыдущего отчета.

Способ с подключением к площадке через Дата-Диоды схематично представлен на рис. 5. Безопасность данных и самого подключения обеспечивается Дата-Диодом, информация строго однонаправлена, можно получить информацию с позиционера, но нельзя извне передать на него управляющий сигнал. Порядок действий по мониторингу аналогичен предыдущему алгоритму, за исключением того, что выгружать диагностическую информацию и направлять ее сервисной организации не нужно, она сама будет следить за состоянием клапанов (мониторить) издалека. Наиболее актуальной такая возможность видится для географически удаленных предприятий. Способ с отправкой по электронной почте собираемых за неделю диагностических данных прижился у не столь удаленных предприятий.

Мы не можем перевести клапаны на байпас. Какой смысл проводить диагностику в останов, когда не успеваем ни ЗИП купить, ни нормально подготовиться?

В этом случае следует рассмотреть возможность on-line мониторинга, при котором нет необходимости переводить клапаны на байпас для целей получения данных о его состоянии.

Регулирующие клапаны мы продиагностируем. Но на производстве вдвое больше отсекателей, все равно большую часть арматуры придется снимать.

Для каждого из типов арматуры существуют свои способы проверки состояния по месту эксплуатации, не требующие демонтажа. Есть такие и для отсекателей.

Основная функция клапана-отсекателя — обеспечение герметичности и гарантированное сраба-

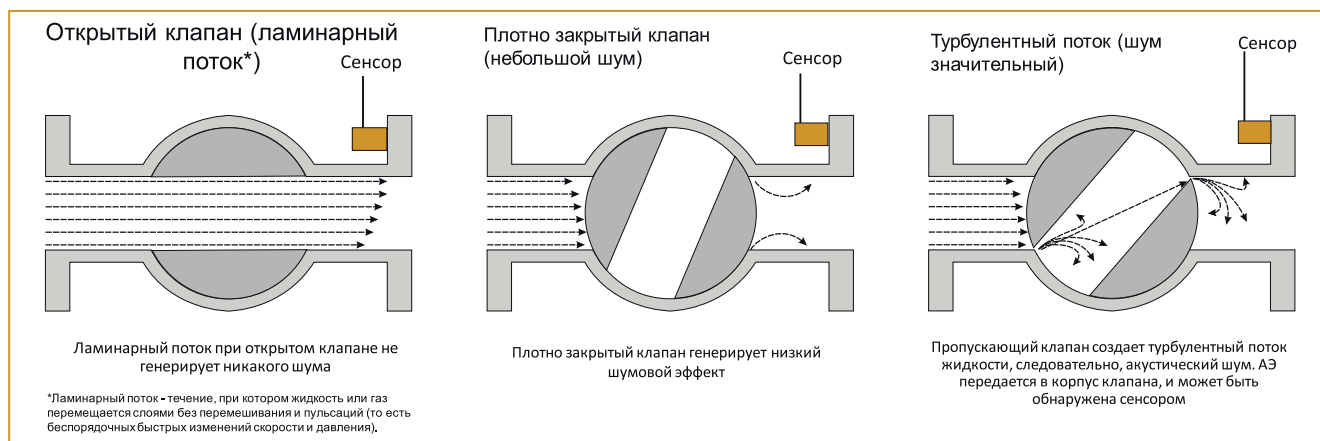


Рис. 7. Применение диагностического метода акустической эмиссии для клапана

тывание в аварийных случаях. Обычно выполнение обеих функций проверяется в ходе останова путем демонтажа клапана и проверки его на испытательном стенде. В случае необходимости проводится ремонт. Альтернативно для определения негерметичности может быть применен способ обнаружения протечек в седлах клапанов методом акустической эмиссии, позволяющим быстро находить место и количественно оценивать протечки в седлах клапанов любых типов. Обнаружение протечек в седлах клапанов производится на месте установки клапана, без демонтажа. Тем самым достигается возможность оценки текущего состояния клапана для принятия решения о необходимости вывода в ремонт и заблаговременной подготовке к ремонту.

Для проверки функции срабатывания применяются позиционеры с тестом частичного хода (PST, Partial Stroke Test). Клапаны, долгое время находящиеся в каком-то одном положении, могут «прикипеть» и в нужный момент не сработать. Тест частичного хода выполняется следующим образом: на позиционер подается сигнал о небольшом смещении на пару процентов хода. Такое небольшое страгивание не принесет сильных возмущений в ход процесса, однако позволит дать однозначное определение работоспособности клапана. Проверять работоспособность традиционным способом с периодичностью раз в 1...2 г. недостаточно, «прикипание» может произойти в межремонтный интервал и будет обнаружено только в следующий останов. А проверку методом частичного хода можно проводить сколь угодно часто.

Когда ремонт проводят люди, есть гарантия на ремонт. А какую гарантию может дать диагностика?

Ремонтная организация дает гарантию на выполненный ремонт. Если после ремонта выявится неисправность по причине несоответствующего качества работ либо материалов (ЗИП), то такая неисправность будет устранена безвозмездно. Но не стоит путать такую гарантию на работы с гарантией непоявления неисправностей. Гарантия, что с работоспособным клапаном до следующего останова ничего не случится, в принципе невозможна. Неисправно-

сти могут носить разный характер, некоторые из них могут развиваться быстро, сегодня признаков для беспокойства нет, а завтра они могут появиться. Прогностические методы контроля арматуры не гарантируют отсутствия неисправностей в дальнейшем, ровно так же, как не гарантируют это и традиционные практики. Однако диагностика и мониторинг гарантируют, что пользователь об этом узнает заранее, до того, как это скажется на качестве ведения ТП или безопасности предприятия. При постоянном мониторинге — практически в момент появления предпосылок неисправности. Например, увеличение трения, — это еще не неисправность. Значительно увеличивающееся трение, приводящее к дестабилизации ТП — это уже неисправность. Об увеличивающемся трении и скорости его роста предупредит система мониторинга. Гарантировано.

Мне руководство дало задание — внедрить диагностику. Сколько стоит диагностический «чемодан»? Мне два.

Одна из существенных причин медленного распространения диагностики и мониторинга арматуры в повсеместную практику ТО — это традиционное для российской индустрии стремление все сделать самим. Не полагаться на квалификацию и ресурсы производителей, а либо самим все освоить, либо принудить к этому подрядчика по ремонтам. Однако при этом как-то упускаются из виду противоречия в мотивации, возникающие у ремонтников. Ремонтники все 100 лет ППР зарабатывали и планируют и дальше продолжать зарабатывать на жизнь тем, что ремонтируют оборудование в больших объемах. А диагностика должна привести к уменьшению объемов ремонта и, возможно, заработка. И пусть теперь предлагается зарабатывать диагностикой, однако ею зарабатывать еще не научились, а риск традиционным ремонтным заработкам уже почувствовали. При такой двойственности в мотивации сложно ожидать прорывных успехов во внедрении.

Запросы «продать «чемодан» мы получали как от непосредственно самих промышленных предприятий, так и от их подрядчиков по ремонтам. Ни тех-

нические, ни экономические аргументы, что покупка «чемоданов» — не самое верное для их задач решение, сильного воздействия не имели. Мы приводили следующие аргументы: «Клапанов регулирующих на предприятии X, из них на байпасе Y, дней на останов T, ожидаемый процент дефектовки q, производительность мастерской d. Исходя из этих данных, и пяти «чемоданов» мало. Однако, задача может быть решена более эффективно, с производительностью в 30 клапанов на диагноста в день, через оснащение позиционерами и ПО. А в остающееся до ремонта время лучше нарастить производительность ремонтной мастерской, так как при ожидаемом проценте дефектовки такое-то число клапанов все же придется в мастерскую привезти».

Штаб-квартира одной из отечественных нефтяных компаний издала приказ о внедрении диагностики, распространила его по директорам своих НПЗ с обязательством отчитаться о внедрении. С одним из НПЗ и состоялся приведенный диалог. В отсутствии реальной мотивации сложно действительно улучшить состояние парка клапанов, что-то менять в своих подходах. Клапаны в итоге диагностировались уже снятыми с установок и доставленными в мастерскую. О внедрении новых подходов предприятие, судя по всему, отчиталось. Едва ли оно останется удовлетворенным таким новым опытом И дело вовсе не в эффективности диагностики, а в укоренившихся прочнее цемента в заводском фундаменте практиках и менталитете ППР.

Заключение

Известно, что кто хочет — ищет возможность, кто не хочет — ищет причины. Для перехода от ППР к обслуживанию, направленному на повышение надежности, сложились все предпосылки. Новый регулирующий клапан уже сложно купить без позиционера, все больше отсечной арматуры также оснащается ими. Вновь вводимые или модернизируемые производства все оснащены современными средствами управления и контроля. Неизбежный переход к увеличенным межремонтным интервалам должен вынудить предприятия все же пересмотреть свои подходы, так как единовременно, за один останов пропускать через мастерские несколько тысяч единиц современной арматуры мало кто может себе позволить. Тем не менее от представителей предприятий, отвечающих за эффективность и надежность, часто приходится слышать про недостаточную обоснованность «кейсов» по диагностике и мониторингу ЗРА (именно в таких терминах — «кейсы», показатель окупаемости

инвестиций — ROI им видится недостаточно убедительным).

Причем кейсы и ROI приходится «изобретать» производителям оборудования (разумеется, это же производители хотят, чтобы у них купили), а весь фактический материал, клондак для подобного рода кейсов, и положительных «как нужно делать», и отрицательных «как не нужно делать», находится на предприятиях. Кто-то к таким материалам допускает, понимая, что это в его же интересах. Другие не допускают, но шила в мешке не утаишь, что происходит за заводскими стенами зачастую видно и извне.

Как производители ЗРА и интеллектуальных позиционеров мы можем сказать клиентам, насколько сильно текущее состояние ЗРА на их предприятии влияет на изменчивость процесса и как текущее состояние ЗРА можно планомерно повышать. О том, как уменьшение изменчивости ТП влияет на потребление сырья и энергии, на выпуск продукции, знают сами предприятия. Это и есть неотъемлемые части «кейса», решать который нужно совместно с заказчиком. И настоящий показатель окупаемости инвестиций заключается не в том, чтобы выводить в ремонт на 10 клапанов меньше, а в том, чтобы, выводя в ремонт меньше, фокусироваться именно на проблемных позициях, тем самым улучшая состояние клапанов на предприятии. Это уменьшит изменчивость ТП и даст экономию сырья и энергии, одновременно повысив выход целевого продукта. Такие «кейсы» как-то пока не всем, отвечающим за эффективность и надежность, очевидны.

Как долго все же будет продолжаться век ППР в России? «Век» — понятие растяжимое. Из истории мы помним, что каменный век длился существенно дольше 100 лет. Хочется надеяться, что лучшие практики диагностики и мониторинга найдут свое достойное место в повышении конкурентоспособности наших предприятий, и это не займет следующие 100 лет. Цитируя послание Президента России, приведенное эпиграфом к настоящей статье, «Насколько эффективно мы сможем использовать колоссальные возможности технологической революции, как ответим на ее вызов, зависит только от нас». Хочется надеяться, что в этой связи — скоро.

Список литературы

1. Кац Б.А. Из истории советской системы планово-предупредительных ремонтов. Часть 1 // Информационный портал Sealing.su . Январь. 2014.
2. Покидов В.М. Капитальный ремонт — страшный сон или долгожданная возможность // Автоматизация в промышленности. 2016. №3.

*Покидов Вадим Михайлович — руководитель региональных продаж управляющего оборудования компании Эмерсон.
Контактный телефон (495) 995-95-59 доб. 6593.
Email: Vadim.Pokidov@Emerson.com*