

К.А. Кузнецов, канд. техн. наук, АО «ИркутскНИИхиммаш»

С.Ю. Трутаев, канд. техн. наук, ООО «ИЦМИ»

ТЕХНОЛОГИИ И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

В настоящее время существующими нормативными документами [1, 2] предусмотрено проведение диагностики промышленной трубопроводной арматуры (ТА) с целью определения ее технического состояния на следующих этапах жизненного цикла:

- При поступлении ТА на предприятие с заводов-изготовителей (входной контроль).
- При эксплуатации и ремонте.

Входной контроль ТА, организованный промышленными предприятиями, включает проверку комплектности поставки, наличие эксплуатационной документации и визуальный контроль. Предполагается, что сведения о техническом состоянии ТА содержатся в эксплуатационной документации и расчетах, подтвержденных исследованиями и испытаниями разработчиков или изготовителей ТА. Однако, как показал опыт работы АО «ИркутскНИИхиммаш» по входному контролю, ТА сопровождается документацией, которая является недостаточной даже для оценки ее конструктивного исполнения. Область применения ТА, указанная в технических условиях заводом-изготовителем, требует проверки и установления возможности эксплуатации в конкретных условиях.

В связи с этим АО «ИркутскНИИхиммаш» разработана «Инструкция входного контроля ТА» [3], которая устанавливает основные положения по организации, порядку проведения и оформлению результатов входного контроля ТА, поступающей от поставщиков, а также находящейся на складах перед передачей ее в эксплуатацию на опасных производственных объектах.

Инструкция разработана для специалистов, участвующих в заказе, выборе, приемке и организации входного контроля ТА, эксплуатируемой на опасных производственных объектах, поднадзорных Ростехнадзору.

В инструкции приведены технология и методы входного контроля, перечень нормативной и технической документации

и представлены образцы документов, которые должны быть оформлены в результате проведения входного контроля.

Основными задачами входного контроля являются:

- оценка качества ТА, предъявленной на контроль;
- обеспечение однозначности и взаимного признания результатов оценки качества ТА поставщиком и потребителем, осуществляемой по одним и тем же методикам и нормативным документам;
- своевременное представление претензий поставщикам;
- организация работы с поставщиками по обеспечению требуемого качества продукции.

Входной контроль сложной и ответственной ТА может выполняться непосредственно на заводах-изготовителях. В случае приемки ТА на заводе-изготовителе составляется акт с перечнем проводимых видов контроля (операций) и указанием результатов. Подписывается акт на месте его составления (исполнитель, ответственный исполнитель, начальник ОТК, руководитель или заместитель руководителя ответственного за сбыт продукции и представитель заказчика).

Основными этапами входного контроля ТА являются:

- выходной контроль на заводе-изготовителе;
- входной контроль на складе;
- входной контроль в ремонтной службе;
- оформление документов по результатам выходного контроля на заводе-изготовителе и входного контроля на складе, в ремонтной службе.

По результатам входного контроля комиссия принимает решение, которое приводится в виде заключения в маршрутной карте входного контроля.

При удовлетворительных результатах, комиссия входного контроля оформляет карту входного контроля, в сопроводительной документации и учетной карточке склада ставится штамп «Входной контроль пройден».



В случае обнаружения несоответствия сопроводительной документации или недопустимых дефектов, выявленных на различных этапах входного контроля, ТА должна быть направлена в изолятор брака. Решение о возможности применения такой ТА, либо о возврате ее на завод-изготовитель, принимается комиссионно с участием уполномоченного представителя завода-изготовителя.

Для возврата ТА на завод-изготовитель комиссия составляет рекламационный акт произвольной формы, в котором описываются выявленные дефекты, несоответствия технической документации. Акт утверждает руководитель организации и направляет на юридическое оформление претензии к поставщику в сроки, предусмотренные договором или нормативными актами.

Одним из условий обеспечения безопасной эксплуатации ТА является ее своевременная диагностика. Диагностику ТА, как правило, совмещают со сроками проведения ревизии технологических установок и трубопроводов с полным выводом из работы всего оборудования установки или трубопровода [5]. При планировании сроков ревизии и ремонта ТА в первую очередь проводят диагностику ТА, работающей в наиболее сложных условиях [1]. Сроки проведения капитальных ремонтов установок и трубопроводов определены требованиями нормативной [1,6] и технической документации [5, 7-14], а также с учетом многолетнего опыта работы и применяемой на предприятии стратегии технического обслуживания (ТО). Согласно [1], в период остановочного ремонта технологической установки или трубопровода при диагностике и подготовке к работе ТА должны выполняться следующие операции:

- визуальный контроль;
- разборка и осмотр состояния отдельных деталей;
- осмотр внутренней поверхности и при необходимости контроль неразрушающими методами;
- притирка уплотнительных поверхностей (при необходимости);

- сборка и испытания на прочность, плотность и герметичность.

К средствам контроля и критериям оценки ТА предъявляются достаточно жесткие требования:

- высокая надежность использования в процессе эксплуатации и соответствие требованиям безопасности;
- достоверность результатов.

Нормативная база для оценки технического состояния должна содержать перечень средств контроля, методики по их применению, критерии оценки состояния ТА, инструкции по действиям обслуживающего персонала в тех или иных ситуациях.

Для комплексной оценки состояния ТА специалисты АО «ИркутскНИИХиммаш» разработали руководящие документы (РД): «Техническое диагностирование (освидетельствование), эксплуатация и ремонт ТА»:

- Для импортной ТА АО «Салаватнефтеоргсинтез», эксплуатируемой при давлении PN 32,5 МПа [13].
- Для импортной ТА и отечественной ТА АО «АНХК», эксплуатируемой при давлении PN до 9,81 МПа [12], от 9,81 до 98,1 МПа [5];
- Для импортной ТА и отечественной ТА АО «АЗП», эксплуатируемой при давлении до PN 250 МПа [11].

РД определяют порядок организации работ и требования к выполнению диагностирования и ремонта ТА с сохранением взаимозаменяемости изготовленных новых деталей, документируются и, при необходимости, паспортизируются, а также правильной эксплуатации.

В РД предусмотрены следующие разделы:

- правила технического диагностирования с рекомендуемыми методами неразрушающего контроля;
- организация ремонта;
- порядок приемки ТА из ремонта;
- общие технические условия;

- технические требования на ремонт деталей;
- паспортизация ТА;
- эксплуатация и техническое обслуживание ТА.

Опыт применения таких документов показал их необходимость для конкретных типов производств, отличающихся друг от друга конструктивным оформлением оборудования, ТА и трубопроводных обвязок, параметрами эксплуатации и возможностями проведения ремонта.

Руководящие документы для ТА предусматривают контроль геометрических и физико-механических параметров, которые необходимы для определения остаточного ресурса ТА согласно «Методике оценки работоспособности и остаточного ресурса работы ТА высокого давления» [14], которая разработана на основе обобщенного опыта исследовательских организаций, специализирующихся на оценке ресурса эксплуатации оборудования химической, нефтеперерабатывающей и смежных отраслей промышленности с учетом действующей нормативной документации, в том числе по оценке ресурса других видов оборудования. Действие методики распространяется на ТА высокого давления (запорные, обратные и предохранительные клапаны, клапаны для манометров и т.д.), применяемую в химической, нефтеперерабатывающей промышленности, эксплуатация и ремонт которой осуществляется в соответствии с требованиями РД [5,11- 13].

Методика включает поверочный расчет на прочность по фактическим размерам и механическим свойствам деталей для определения их работоспособности и остаточного ресурса.

Цель поверочного расчета на прочность - определение расчетной толщины стенки корпусных деталей при действии рабочего давления, температуры и пробного давления, сравнение данной величины с фактической, полученной в результате обследования ТА в соответствии с РД.

При разработке методики использованы ОСТ 26-1046-87, РД РТМ 26-01-44-78.

Оценка остаточного ресурса эксплуатации ТА основана на рассмотрении воздействия на нее циклических нагрузок и повреждающих факторов, таких как коррозия (эрозия) и снижение механических свойств материала.

Прочность при циклических нагрузках рассчитывают по заданным амплитудам напряжений для двух режимов нагружения - при действии рабочего давления, температуры и гидроиспытания пробным давлением.

При эксплуатации ТА в ряде случаев происходит снижение механических свойств материала отдельных деталей, которое может быть определено их испытаниями, либо измерениями твердости металла.

Разработанная методика позволяет оценить как работоспособность корпусных деталей ТА высокого давления, так и определить остаточный ресурс ее работы.

Кроме этого для решения вопросов, связанных с эксплуатацией и диагностированием ТА, АО «ИркутскНИИХиммаш» разработаны:

- инструкции по эксплуатации ТА;
- методические указания по проведению технического диагностирования ТА;

- методика проведения приемо-сдаточных испытаний ТА;
- методика технического диагностирования предохранительных клапанов на месте их эксплуатации.

1. Инструкции по эксплуатации ТА [7-9]

Зачастую сопроводительная документация, поставляемая заводами-изготовителями, не отвечает требованиям ГОСТ 2.601-2006 по оформлению и составу, содержит недостаточно информации о монтаже, эксплуатации, ремонте и техническом обслуживании ТА.

Поэтому АО «ИркутскНИИХиммаш» разработаны инструкции по эксплуатации: 3741-001-2005 ИЭ «Задвижки ЗКЛ, ЗКЛ2, ЗКЛ2ХЛ, ЗКЛ2-2, ЗКЛ2М, ЗКЛ-ПЭ, ЗКС, ЗКС-П, ЗКС-Ф»; 3742-001-2005 «Клапаны предохранительные ППК4, ППК4Р, СППК4, СППК4Р» ИЭ и 3742-002-2005 ИЭ «Затворы обратные», которые содержат подробную информацию об устройстве и технических данных различных конструкций ТА. В них представлены сведения о порядке ее монтажа, техническом обслуживании, ремонте, хранении и безопасной эксплуатации.

2. «Методические указания по проведению технического диагностирования ТА» [10]

Методические указания содержат основные требования и рекомендации к визуальному и измерительному контролю, ультразвуковой толщинометрии и измерению твердости при ремонте основных деталей ТА и последовательность подготовки средств измерения к работе, а приведенные допустимые значения измеряемых параметров позволяют оценивать полученные результаты и принимать решение о возможности дальнейшей эксплуатации контролируемой ТА.

3. «Методика проведения приемо-сдаточных испытаний ТА» [15]

Методика приемо-сдаточных испытаний после ремонта ТА содержит основные требования, предъявляемые при проведении испытаний и устанавливает порядок проведения и методы контроля за техническим состоянием ТА. Кроме этого, для арматуры, работающей на газообразных средах, предусмотрены дополнительные пневмоиспытания на плотность материала корпуса ТА и герметичность РС.

Использование методики приемо-сдаточных испытаний ТА и методических указаний при техническом диагностировании позволит повысить качество ремонта и отбраковать некачественную арматуру.

4. «Методика технического диагностирования предохранительных клапанов на месте их эксплуатации» [16]

Известно, что остановка на демонтаж и разборку промышленного оборудования при их ремонте приводят к значительным материальным затратам, связанным не столько с проведением ремонтных работ, сколько с прекращением выпуска продукции из-за простоя. Поэтому сокращение сроков ремонтов и увеличение межремонтного периода эксплуатации технологических установок всегда является важной хозяйственной задачей.

Исследования показали, что решение этой проблемы становится возможным при переходе оборудования на эксплуатацию по фактическому состоянию и позволит обеспечить межремонтный период до 2 и более лет. Однако существующие правила эксплуатации [6, 17, 20] и нормативная документация [18] на пружинные предохранительные клапаны требуют регулярной остановки технологических установок из-за необходимости их ревизии, ремонта и регулировки с меньшей периодичностью, чем требуемый период пробега установки. Именно поэтому потребовался пересмотр РУПК-78 «Руководящие указания по эксплуатации, ревизии и ремонту пружинных предохранительных клапанов».

В 2005 году АО «ВНИКТИнефтехимоборудование» под руководством Ростехнадзора и Совета главных механиков нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий России и представителей стран СНГ разработана инструкция ИПКМ-2005 «Порядок эксплуатации, ревизии и ремонта пружинных предохранительных клапанов, мембранных предохранительных устройств нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий Минпромэнерго России» [19]. В этом документе, как и в РУПК-78, отмечено, что организации, эксплуатирующие промышленное оборудование, должны сами определять периодичность проверок предохранительных клапанов с учетом условий и опыта их эксплуатации, вредного воздействия рабочей среды, при установленных в нормативных документах сроках.

Особенностью документа является увеличение периодичности проверки предохранительных клапанов в 1,5 раза, а в случае монтажа перед предохранительным клапаном мембранного предохранительного устройства – в 2 раза. Следует отметить, что устройство и принцип действия мембранных предохранительных устройств может вызывать определенные трудности при пуске или остановке технологических установок, не говоря о высоких требованиях к качеству изготовления [20] и, как следствие, их высокой стоимости.

Благодаря этим нововведениям количество остановок технологических установок может быть существенно сокращено. Однако, необходимость демонтажа предохранительных клапанов для их ревизии, ремонта и регулировки по-прежнему сохраняется.

Учитывая перечисленные выше обстоятельства, разработаны следующие документы:

- «Техническое предложение по обеспечению контроля и регулировки предохранительных клапанов на месте их установки» [21].
- Руководящий документ РД 0154-14-2004 «Методика контроля и регулировки предохранительных клапанов на месте их установки» [22].

Основанием для реализации этих документов является положение [18], согласно которому оборудование с непрерывным режимом работы и продолжительностью межремонтного периода, меньшей, чем межремонтный период установки или цеха и снабженное предохранительными клапанами, может дополнительно комплектоваться устройствами, состоящими из предохранительных клапанов и переключающих устройств.

Обеспечение безопасной работы ТА приобрело особое значение в последние годы. Ранее считалось, что безопасная работа арматуры предусматривается ее конструкцией на стадии проектирования и изготовления в предположении, что по истечении определенного срока она будет заменена на более надежную и безопасную.

События, произошедшие в России в течение 15 последних лет, изменили подходы в обеспечении безопасной эксплуатации оборудования высокого давления и ТА. Эти изменения, в основном, связаны с отсутствием у предприятий возможности заменить огромное количество отработавшей свой срок ТА высокого давления, а также с отсутствием достаточного количества заводов по ее производству.

Рассматривая положение дел с изготовлением наиболее дефицитной ТА высокого и сверхвысокого давления [24] можно отметить, что в России ее практически не изготавливают. Поэтому требуется интенсивно развивать отечественное арматуростроение, создавая новые производства и расширяя старые на новой конструкторско-технологической базе. Следует учесть, что одновременно с этим необходимо поднимать уровень существующих предприятий, занимающихся ремонтом и изготовлением запасных частей ТА высокого давления.

ТА ремонтируют централизованно в ремонтно-механических цехах или на специализированных участках ремонтно-механических заводов, где для ее разборки и сборки должны быть предусмотрены оснастка и приспособления, исключающие повреждение и загрязнение деталей. Одним из обязательных условий своевременного и качественного проведения ремонта ТА на специализированных участках является создание оборотного фонда ТА и запасных деталей.

Как правило, при ремонте выполняют следующие операции:

- приемка в ремонт (проверка эксплуатационной документации)
- очистка ТА;
- приемочные испытания (оценка текущего технического состояния);
- разборка ТА;
- очистка деталей;
- дефектация ТА;
- ремонт корпуса, клина, шпинделя и других деталей;
- сборка ТА;
- сдаточные испытания (оценка технического состояния отремонтированной ТА);
- окраска, маркировка, клеймение;
- консервация и упаковка;
- транспортирование и хранение.

Обычно специализированные участки (цеха) по ремонту и восстановлению работоспособности ТА входят в состав предприятий, эксплуатирующих ТА

Учитывая проблемы с приобретением необходимых запасных деталей, эксплуатирующие организации вынуждены оснащать участки оборудованием для выполнения следующих операций: металлообработка, сварка и наплавка, сборка-разборка, очистка, испытания, контроль геометрических параметров и качества деталей.

Ремонт, восстановление и контроль за техническим состоянием ТА проводят на участке (цехе), состоящем из:

- склада поступающей в ремонт ТА;
- участка сборки и разборки;
- участка очистки ТА и ее деталей;
- сварочного участка;
- участка шлифования и притирки уплотнительных поверхностей ТА;
- стенов для испытаний запорной и настройки предохранительной ТА;
- участка механической обработки;
- склада пружин предохранительных клапанов.

Качество ремонта ТА невозможно обеспечить без проведения ее диагностики. Основной задачей проведения диагностики является определение технического состояния ТА, поиск и обнаружение дефектов и несоответствий [25]. На основании результатов исследований причин отказов ОАО «ИркутскНИИХиммаш» разработаны технологические процессы на ремонт задвижек, предохранительных клапанов, шаровых кранов, запорных клапанов, дисковых поворотных затворов, обратных затворов [26–32]. Они разработаны с целью улучшения качества ремонта ТА на оборудовании, имеющемся в распоряжении арматурного участка ремонтно-механического цеха НПЗ АО «АНХК».

Технологические процессы ремонта предусматривают следующие операции:

- разборку ТА и промывку деталей;
- осмотр деталей (штока, шпинделя, седла, золотника, коробки сальника, нажимной втулки, ходовой гайки, резьбовой втулки, фланцев, шпилек) на предмет обнаружения дефектов;
- осмотр внутренней поверхности корпуса и штуцеров с целью выявления коррозии, эрозии и других дефектов;
- определение объема работ и вида ремонта деталей;
- ремонт;
- сборку ТА после устранения дефектов;
- гидравлические испытания пробным давлением на прочность и плотность материала корпуса и других деталей ТА, работающих под давлением;
- пневматические испытания на герметичность разъемных соединений, затвора, сальника;
- у предохранительного клапана – регулировку установочного давления;
- подсоединение ТА к трубопроводу;
- испытание ТА вместе с трубопроводом при рабочем давлении.

Разработанные технологии ремонта содержат основные технологические операции и переходы, а также контрольные операции, необходимые при ремонте. Для нормирования времени на технологические операции необходима разработка единичных технологических процессов на конкретную конструкцию и типоразмер ТА.

Для организации комплексного контроля ТА и ее технического состояния при эксплуатации, ремонте и хранении АО «ИркутскНИИХиммаш» разработал специальную программу для управления базой данных. Система, которая состоит из базы

данных и программы для ее функционирования, названа «Учет ТА при эксплуатации, ремонте и хранении».

Основной задачей Системы является определение порядка проведения и организации выполнения операций с арматурой, а также хранение информации о входном контроле, монтаже, эксплуатации, техническом диагностировании, демонтаже, ревизии, ремонте и др., т.е. ведение истории эксплуатации каждой единицы ТА.

Функции Системы:

- Учет ТА при проведении с ней каких-либо операций: монтаж, демонтаж, ремонт, осмотр, ревизия, отпуск со склада, списание и т.д.
- Отслеживание текущего местонахождения каждой единицы ТА.
- Возможность добавления в Систему файлов любых форматов, содержащих схемы технологических установок в формате AutoCad, сопроводительную документацию в формате MS Word, графические документы в виде фотографий, сканированных документов.
- Возможность хранения истории эксплуатации не только каждой единицы ТА, но и конкретных мест ее установки.
- Наполнение и хранение каталогов эксплуатируемой на заводах ТА, а также различных справочников (рабочие среды, типы технологических объектов и т.д.).

Для наполнения Системы использована ТА, эксплуатируемая на технологической установке ЭЛОУ 10/6 цеха № 11 АО «АНХК» в количестве 442 единиц. Месту установки ТА (позиции) присвоен персональный номер, каждая единица ТА имеет идентификационный номер и имеет принадлежность к определенному объекту (технологической линии, теплообменнику, емкости и т.д.), трехмерную модель которого можно вызвать для просмотра посредством системы автоматизированного проектирования «AutoCad 2000».

В систему занесены следующие характеристики по каждой единице ТА: паспортные данные, рабочие условия (давление, температура, номинальный диаметр).

Подготовленная АО «ИркутскНИИХиммаш» документация и дальнейшее распространение разработанной системы на остальные технологические установки АО «АНХК» позволит повысить безопасность работ, сократить число отказов ТА и аварий, улучшить качество ремонта и продлить срок службы ТА.

Литература

1. Руководство по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов», утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 27 декабря 2012 г. № 784.
2. Типовое положение о входном контроле материалов, комплектующих изделий на предприятиях нефтепереработки и нефтехимии. Согласовано с Ростехнадзором письмом № 1/3083 от 28.09.05 г. - М.:ОАО «ВНИКТИнефтехимоборудование».- 2006. 64 с.
3. Инструкция по входному контролю ТА ОАО «АНХК» / ОАО «ИркутскНИИХиммаш». – Иркутск. – 2007 – 33 с.

4. КО-1-79 ТА запорная. Общее руководство по ремонту. Утверждена заместителем министра нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности СССР Л.А. Бычковым. – Волгоград, 1980 – 111 с.
5. РД 0154-09-2004 «Техническое диагностирование, ремонт и эксплуатация ТА на давление от 9,81 до 98,1 МПа (от 100 до 1000 кгс/см²)» ОАО «ИркутскНИИхиммаш». Согласовано с Ростехнадзором 19.05.2005 г. – Иркутск. – 2005 – 135 с.
6. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением», утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25 марта 2014 г. № 116.
7. Инструкция по эксплуатации 3741-001-2005 ИЭ Задвижки ЗКЛ, ЗКЛ2, ЗКЛ2ХЛ, ЗКЛ2-2, ЗКЛ2М, ЗКЛ-ПЭ, ЗКС, ЗКС-П, ЗКС-Ф / ОАО «ИркутскНИИхиммаш». – Иркутск. – 2005 – 31 с.
8. Инструкция по эксплуатации 3742-001-2005 ИЭ Клапаны предохранительные ППК4, ППК4Р, СППК4, СППК4Р / ОАО «ИркутскНИИхиммаш». – Иркутск. – 2005 – 25 с.
9. Инструкция по эксплуатации 3742-002-2005 ИЭ Затворы обратные / ОАО «ИркутскНИИхиммаш». – Иркутск. – 2005 – 19 с.
10. Методические указания по проведению технического диагностирования ТА / ОАО «ИркутскНИИхиммаш». – Иркутск. – 2006 – 42 с.
11. РД 0154-08-2001 «Техническое диагностирование (освидетельствование), эксплуатация и ремонт ТА на высокое и сверхвысокое давление от 32 до 250 МПа (от 320 до 2500 кгс/см²)» / ОАО «ИркутскНИИхиммаш». – Иркутск. – 2001 – 147 с.
12. РД 0154-10-2007 «Техническое диагностирование, эксплуатация и ремонт ТА на давление до 9,81 МПа (100 кгс/см²)». Согласовано с Ростехнадзором 11.01.2008 г. / ОАО «ИркутскНИИхиммаш». – Иркутск. – 2007 – 148 с.
13. РД 0154-05-2000 «Техническое диагностирование (освидетельствование), ремонт и эксплуатация ТА импортного производства при давлении Ру 32,5 МПа (325 кгс/см²)» / ОАО «ИркутскНИИхиммаш». – Иркутск. – 2000 – 97 с.
14. Методика оценки работоспособности и остаточного ресурса работы ТА высокого давления, ОАО «ИркутскНИИхиммаш», 2001.
15. Методика проведения приемо-сдаточных испытаний ТА / ОАО «ИркутскНИИхиммаш». – Иркутск. – 2006 – 14 с.
16. РД 0154-06-2001 «Техническое диагностирование, ремонт и эксплуатация ТА на давление от 9,81 до 98,1 МПа (от 100 до 1000 кгс/см²)» ОАО «ИркутскНИИхиммаш». – Иркутск. – 2001 – 108 с.
17. ГОСТ 12.2.085-82 (СТ СЭВ 3085-81) Сосуды, работающие под давлением. Клапаны предохранительные. Требования безопасности.
18. РУПК-78 Руководящие указания по эксплуатации, ревизии и ремонту пружинных предохранительных клапанов. Утв. постановлением Госгортехнадзора СССР от 02.12.1977 г. – Волгоград. – 1978 – 53 с.
19. ИПКМ-2005 Порядок эксплуатации, ревизии и ремонта пружинных предохранительных клапанов, мембранных предохранительных устройств нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий Минпромэнерго России, Москва 2006. Согласовано Ростехнадзором письмом № 11-16/2006 от 20.06.06. – Москва. – 2006. – 76 с.
20. ПБ 03-583-03 Правила разработки, изготовления и применения мембранных предохранительных устройств. Утв. постановлением Госгортехнадзора России № 59 от 05.06.03 г. Зарегистрированы Минюстом России от 18.06.03 г. № 4707.
21. Техническое предложение по обеспечению контроля и регулировки предохранительных клапанов на месте их установки / ОАО «ИркутскНИИхиммаш». – Иркутск. – 2004 – 31 с.
22. РД 0154-14-2004 «Методика контроля и регулировки предохранительных клапанов на месте их установки». Согласована Ростехнадзором 23.12.2004 г. / ОАО «ИркутскНИИхиммаш». – Иркутск. – 2004 – 25 с.
23. РТМ-6-28-009-90 Устройства предохранительные с разрушающейся мембраной.
24. Куршин А.П., Погодин В.К. Возможности создания отечественной ТА и разъемных соединений трубопроводов на давления до 320 МПа. Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2001. – № 10. – с. 30.
25. Машиностроение. Энциклопедия/ Ред. Совет: К.В. Фролов (пред.) и др. – М.: Машиностроение. Измерения, контроль, испытания и диагностика. Т. III -7 / В.В. Клюев, Ф.Р. Соснин, В.Н. Филинов и др.; под общ. ред. В.В. Клюева. – 464 с., ил.
26. Комплект документов на технологические процессы восстановления направляющих корпуса, шпинделей задвижек / ОАО «ИркутскНИИхиммаш». – Иркутск. – 2008 – 21 с.
27. Комплект документов на технологические процессы ремонта дисковых поворотных затворов / ОАО «ИркутскНИИхиммаш». – Иркутск. – 2006 – 22 с.
28. Комплект документов на технологические процессы ремонта запорных клапанов DN 40-200; PN 16-100 / ОАО «ИркутскНИИхиммаш». – Иркутск. – 2006 – 27 с.
29. Комплект документов на технологические процессы ремонта затворов обратных DN 40-200; PN 1,6-10,0 / ОАО «ИркутскНИИхиммаш». – Иркутск. – 2006 – 22 с.
30. Комплект документов на технологические процессы ремонта клапанов предохранительных ППК4, ППК4Р, СППК4, СППК4Р / ОАО «ИркутскНИИхиммаш». – Иркутск. – 2006 – 29 с.
31. Комплект документов на технологические процессы ремонта клиновых литых стальных задвижек / ОАО «ИркутскНИИхиммаш». – Иркутск. – 2006 – 35 с.
32. Комплект документов на технологические процессы ремонта крана шарового / ОАО «ИркутскНИИхиммаш». – Иркутск. – 2006 – 23 с.
33. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчета на трение и износ, М.: Машиностроение. – 1977. – 526 с.
34. Методика оценки прочности и остаточного ресурса ТА высокого и сверхвысокого давления. – Иркутск, ОАО «ИркутскНИИхиммаш». – 2002