

Безопасность арматуры от замысла до установки

A. Rosenbusch

Введение

Сказать, что эксплуатационная безопасность важна промышленному производству, – все равно, что ничего не сказать. Безопасность – веление времени, она важнее прибыли, производительности и эффективности, и те компании, которые еще не поставили ее во главу угла, вскоре окажутся в очевидном проигрыше. Химическая промышленность, крайне капризная и подверженная пристальному контролю, особенно чувствительна к теме безопасности. В базе данных инцидентов в химической промышленности, подготовленной Советом по химической безопасности США в 2013 г., зарегистрировано свыше 8000 происшествий, имевших место с 2001 г., и это только в Соединенных Штатах [1], а в перечне крайне опасных химикатов, составленном Федеральным агентством по охране труда и здоровья, перечислено свыше 140 наименований химических веществ, «представляющих угрозу возникновения катастрофического события» [2]. В «Глобальном обзоре по химикатам», выпущенном в 2012 году Программой ООН по окружающей среде (UNEP), общемировые общественные издержки¹

от человеческой деятельности, связанной с производством летучих органических соединений, оценены более чем 230 млрд долларов США [3].

Помимо ущерба, который химикаты могут нанести людям и экологии, связанные с ними катастрофы весьма губительно отражаются на самих компаниях, ударяя не только по прибыли, но и по тому, что бывает сложно оценить – по репутации. Простои и вынужденные остановки, увеличивающиеся эксплуатационные расходы, выплата штрафов и расходы на судебные тяжбы – всё это тяжелая расплата за опасные условия эксплуатации. В химической промышленности безопасность – не просто желательная цель. Это обязательное условие бизнеса.

Вопреки зловещей статистике, катастрофы на заводах и инциденты, связанные с опасными выбросами, встречаются, если рассматривать химическую промышленность в мировом масштабе, сравнительно редко благодаря развитию законодательства и совершенствованию промышленных технологий. Рациональное регулирование оборота химических веществ и технологии производства, нацеленные на обеспечение безопасности, могут принести существенный экономический эффект в мировую экономику, повышая занятость, ускоряя рост торговых отношений и поднимая сбор

налогов. В соответствии с данными, приведенными в отчете ООН, выпуск химической продукции во всем мире вырос с US \$171 миллиардов в 1970 г. до \$4,12 триллионов к 2010 г., и следует ожидать, что этот рост продолжится [3].

С ростом мировой потребности в химической продукции безопасность остается первостепенным вопросом. Поскольку вредные выбросы в атмосферу, пожары и другие потенциально опасные события находятся в эпицентре всеобщего внимания, поставщики арматуры и другого оборудования обязаны внедрить культуру безопасности вдоль всей своей стоимостной цепочки.

Производители арматуры сталкиваются с вопросами безопасности на всех этапах ее жизненного цикла от замысла до технического обслуживания и ремонта. В настоящей статье дан обзор стандартам, регламентирующим разработку арматуры, и на примере новых шаровых кранов с мягким уплотнением в затворе показано, как вопросы безопасности учитываются на всех этапах создания арматуры с тем, чтобы свести к минимуму риски, связанные с работой на опасных средах, создав продукт не только безопасный, но и надежный. Потребители арматуры могут использовать представленную ниже информацию при выборе арматуры и для оценки ее поставщиков.

¹ Имеются в виду финансовые последствия хозяйственной деятельности, которые ложатся не на тех, кто эту деятельность ведет, а на окружающих (потребители, население и т. п.). Например, вследствие загрязнения окружающей среды (прим. ред.).



Фото с сайта: wallpaperstacker.com

Этап первый: замысел

На самых ранних стадиях разработки изделия производители оценивают возможные риски и определяют различные виды опасностей, связанные с работой арматуры в заданных условиях эксплуатации. Все выявленные факторы опасности должны найти отражение в характеристиках надежности изделия и эксплуатационных характеристиках. С целью оценки рисков инженеры могут провести Анализ опасностей и рисков или Анализ неисправностей и последствий (DFMEA) как первый этап выявления потенциальных опасностей.

Эффективный анализ рисков крайне важен для обеспечения функциональной безопасности изделия и системы в целом. Такая оценка повышает качество и надежность изделия за счет того, что упор делается на предотвращение возможных отказов.

На протяжении всего периода разработки нового шарового крана с мягким уплотнением в затворе производитель в первую очередь был озабочен решением проблемы влияния периодического воздействия тепловых нагрузок (термоциклирования) и боковых нагрузок, действующих на шток крана. Эти факторы были признаны самыми частыми причинами производственных отказов в химической промышленности, и потому несущими в себе тот риск, предотвращение которого следует заложить в конструкцию крана.

Об авторе

Alexander Rosenbusch,
управляющий службой сбыта шаровых кранов,
Crane ChemPharma & Energy



Мало того, что учет термоциклирования и действия боковых нагрузок на шток требует введения инновационных изменений в конструкцию, есть еще и множество различных требований по проведению испытаний и соответствию промышленным стандартам, которых следует придерживаться при разработке крана с мягким уплотнением. Разработка кранов с наивысшей степенью безопасности должна вестись в соответствии с требованиями стандартов ASME B16.34, API-608, API-6D и Европейской директивы PED 97/23 EC. Испытания на герметичность по отношению к внешней среде должны проводиться по Методу 21 EPA², по ISO 15848-1 и в соответствии с законом Германии о загрязнении окружающего воздуха (TA Luft) – по VDI 2440. Испытания на пожаробезопасность – в соответствии с требованиями 6 издания API 607 и ISO 10497:2010. Другими относящимися к разработке и изготовлению кранов стандартами являются ASME B16.5 и B16.10 – это что касается фланцевых присоединительных концов, а также API 598 – на предмет проведения гидравлических испытаний и испытаний на герметичность.

Кроме учета требований перечисленных стандартов, конструкция кранов, обеспечивающих максимальную функциональную безопасность, в соответствии с ISO 5211 должна иметь: возможность сборки через верхний фланец, антистатическое исполнение, шток, защищенный от выталкивания давлением, саморазгружающиеся

седла и диаметр штока, рассчитанный на максимальный крутящий момент. Лишь учтя еще на этапе замысла и в ходе анализа рисков все вышеперечисленные источники опасности и выявив необходимые критерии испытаний, разработчики новых шаровых кранов могут добиться снижения рисков и создать исключительно безопасный продукт, заложив в его конструкцию передовые решения.

Этап второй: разработка изделия

Чтобы устранить причины отказов, выявленные при анализе опасностей и рисков, включая термоциклирование и действие боковых нагрузок, разработчики привнесли в конструкцию нового крана целый ряд уникальных решений, позволяющих достичь высочайшего уровня безопасности и повышенной работоспособности в условиях химического производства.

Дабы соблюсти промышленные стандарты, кран был сконструирован по ASME B16.34, API-608, API-6D и PED 97/23 EC, фланцевое соединение – по ASME B16.5 и B16.10. Новая конструкция собираемого через верхний фланец (по ISO 5211) шарового крана с мягким уплотнением, самодренлируемыми седлами, снижающими кавитацию, объединяет в себе все требуемые элементы безопасности и ориентирована на работу в условиях химической промышленности.

Разработанный кран отличается инновационными конструкторскими решениями, повышающими его стой-

² Агентство по охране окружающей среды США.



Уплотнение штока

Дополнительное уплотнение штока (регулируемое)

Графитовая набивка – это третье уплотнение штока, затяжку которого можно регулировать, если будет обнаружена утечка.



Дублирующее уплотнение штока

Подпружиненное манжетное уплотнение – второе независимое уплотнение штока; усилие пружины направлено на прижатие манжетного уплотнения к штоку и корпусу, давление среды помогает пружине создавать высочайшую герметичность. Пружина компенсирует износ манжет и нарушения соосности и обеспечивает постоянную эластичность уплотнения.



Основное уплотнение

Инновационная запатентованная конструкция «SX» основного поджимаемого уплотнения штока обеспечивает высочайшую герметичность по отношению к внешней среде, сохраняя при этом превосходную стойкость к боковым нагрузкам.

кость и эксплуатационные качества, необходимые для работы в опасных условиях химического производства. Тройное уплотнение штока, включающее динамическое уплотнение штока и корпуса, двухкомпонентная прокладка корпуса и самодренлируемые седла обеспечивают повышенную защиту от пожаров и утечек.

Тройное уплотнение штока

Три независимых уплотнения штока обеспечивают высочайший уровень контроля утечек в атмосферу, они сертифицированы на соответствие требованиям EPA (Метод 21), ISO-15848 и закона TA-Luft (согласно стандарту VDI 2440). Запатентованная конструкция "SX" основного уплотнения штока, поджимаемого давлением среды, обеспечивает высочайшую герметичность по отношению к внешней среде, имея при этом превосходную стойкость к боковым нагрузкам.

Типичной проблемой безопасности у обычных шаровых кранов являются утечки по штоку, вызванные некорректным ручным управлением, нарушением правил эксплуатации или потерей центровки.

По причине летучести большинства рабочих сред, применяемых в химической промышленности, отказ арматуры может вызвать серьезную угрозу безопасности. Именно для того, чтобы избежать столь серьезной опасности, основное уплотнение нового шарового крана имеет уникальную конструкцию, обеспечи-

вающую защиту от боковых нагрузок и напряжений.

Дублирующее подпружиненное манжетное уплотнение – это второе независимое уплотнение штока, в котором усилие пружины направлено на прижатие набивки к штоку и корпусу, давление среды также помогает пружине создавать высочайшую герметичность. Пружина компенсирует износ манжет и нарушения соосности и обеспечивает постоянную эластичность уплотнения («живое нагружение»).

И наконец, регулируемое третье уплотнение штока – графитовая набивка, обеспечивающая дополнительную степень защиты от утечек во внешнюю среду, ее можно отрегулировать в случае, если вдруг утечка все же будет обнаружена.

Двухкомпонентное уплотнение корпуса

Термоциклирование в химических процессах может стать причиной образования канала утечки между прокладкой корпуса из ПТФЭ и металлическими элементами соединения в различных условиях эксплуатации: флуктуации давления и температуры, градиент температуры в соединении корпуса, ослабление затяжки болтов из-за релаксации напряжений и ползучести.

Двухкомпонентная прокладка, разработанная специально для рассматриваемого шарового крана, обеспечивает химически стойкое уплотнение, защищающее от утечек

опасных сред во внешнюю среду, гарантируя при этом пожаробезопасную работу. Уникальное спирально-навитое уплотнение корпусных соединений сочетает в себе химически стойкое внутреннее уплотнение из ПТФЭ и внешнее дублирующее пожаробезопасное графитовое уплотнение, отвечающее требованиям API 607 и ISO 10497:2010.

Спирально-навитая прокладка имеет проверенную в условиях производства конструкцию, обеспечивающую опору и выдерживающую рабочие нагрузки за счет металлических спиралевидных v-образных колец. Расположенные в утопленных в корпусе канавках, эти v-образные кольца защищают уплотнения из ПТФЭ и графита от выдавливания и охлаждения при термическом циклировании. Таким образом, если прокладки стандартных конструкций могут терять герметичность из-за разного термического расширения уплотнения из ПТФЭ и металла корпуса, то новая двухкомпонентная прокладка отличается способностью восстанавливаться при термоциклировании и быть стойкой при любых температурах.

Саморазгружающиеся седла

Конструкция шаровых кранов такова, что в полностью закрытом положении в полостях между шаром и корпусом может удерживаться проводимая среда. При определенных условиях, когда среда несжимаемая, она может расширяться сверх того объема, где заперта, что приведет к резкому



повышению давления, которое может превысить допустимый уровень и создать угрозу возникновения аварийной ситуации. Для снижения риска возникновения избыточного давления в корпусе нового шарового крана был предусмотрен сброс давления прямо через мягкое уплотнение в затворе. Обычно при таком конструктивном решении возникают проблемы засорения устройства сброса давления при транспортировке грязных сред или сред с содержанием примесей, что может привести к растяжению материала отдельных деталей, особенно при высокой температуре. В случае возникновения пожара седла могут увеличиться в объеме более чем на 30%, создавая таким образом дополнительную угрозу блокировки полости. Для снижения указанных рисков, присущих стандартным конструкциям, новый шаровой кран с мягким уплотнением в затворе имеет седла с прорезями, что позволяет обеспечивать сброс давления в радиальном направлении и одновременно избавляет от проблем, присущих ранее известным конструкциям.

Этап третий: испытания

Когда разработка завершена, любая арматура подлежит испытаниям на работоспособность и безопасность с целью подтверждения соответствия требованиям стандартов, включая требования международных надзорных органов к утечкам во внешнюю среду и к пожаробезопасности.

Поскольку требования стандартов в разных странах, в разных областях применения и для различного оборудования сильно отличаются, крупные производители для соответствия своей продукции на разных рынках должны проводить ее испытания с учетом требований всех основных мировых стандартов.

Испытания на прочность и плотность материала корпуса и герметичность в затворе проводятся для подтверждения того, что все детали арматуры выдерживают давление, на которое они рассчитаны. Одним из самых распространенных стандартов, содержащих требования к работоспособности седел и корпуса, является стандарт API 598, который регулирует проведение контроля и испытаний давлением задвижек, клапанов запорных и обратных, кранов и дисковых затворов с мягким уплотнением в затворе и с уплотнением металл по металлу. Согласно требованиям данного стандарта, арматура должна подвергаться испытаниям на герметичность давлением, в 1,5 раза превышающим максимальное расчетное давление. Кроме API 598, требования к испытаниям изложены в стандарте API 608, который распространяется только на шаровые краны, но критерии проведения испытания такие же. Арматура будет отвечать высочайшим требованиям безопасности в части герметичности и прочности в том случае, если она будет соответствовать обоим стандартам.

Испытания на герметичность по отношению к внешней среде и на пожаробезопасность играют существенную роль в обеспечении безопасности не только самого производства, но и работников, и окружающей среды. Производителям оборудования для химических сред при проведении испытаний на герметичность по отношению к внешней среде необходимо руководствоваться стандартами EPA (Метод 21), ISO-15848 и закона TA-Luft, а именно стандарта VDI 2440, они принимаются всеми ведущими мировыми компаниями. Что касается испытаний на пожаробезопасность, то они должны проводиться на соответствие требованиям API 607 и ISO 10497:2010.

Новая разработка шарового крана с мягким уплотнением в затворе отвечает требованиям вышеперечисленных стандартов, полученные в результате проведенных испытаний результаты превосходят ожидания как в части эксплуатационных характеристик, так и в части безопасности. При испытании гелием при вакууме по методике, сертифицированной независимой организацией (TUV), кран показал класс герметичности VH-C02-SSA1-t (-29 °C, 200 °C – класс давления 150/300). Класс герметичности VH означает, что утечки гелия менее 10^{-4} мг · с⁻¹ · м⁻¹, и класс долговечности – CO₂ при 1500 циклах. После трех температурных циклов был установлен класс температуры в 200 °C (400 °F).

Исходя из полученных результатов, крану был присвоен класс B, хотя по результатам предварительных испытаний герметичности по отношению к внешней среде был достигнут класс A в 21 случае из 30. Не подлежит сомнению, что проведение испытаний арматуры для подтверждения ее безопасной работоспособности крайне важно. Те новые решения в конструкции крана, которые были разработаны с учетом самых проблематичных видов отказов, следует проверить, получив конкретные доказательства способ-



Valve World

Мир управления потоком в ваших руках...

**НЕ ПРОПУСТИТЕ ОЧЕРЕДНОЙ ВЫПУСК VALVE WORLD ЖУРНАЛА!
ГЛОБАЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ АРМАТУРЫ И ПРИВОДОВ, ДЛЯ ПОСТАВЩИКОВ И ПРОЕКТИРОВЩИКОВ**

Имя: _____ Фамилия: _____

Компания: _____

Должность: _____

Адрес: _____

Код города: _____ Город: _____

Страна: _____

Телефон: _____ Телефакс: _____

Е-майл: _____

Пожалуйста, подпишите меня на Valve World журнал (на английском) на:

- 1 год (259 Euro) 2 года (453 Euro) 3 года (599 Euro)

* Пожалуйста, отправьте заполненный бланк по факсу: +49 2821 7114569 или e-майл: i.gast@kci-world.com

Для получения дополнительной информации, пожалуйста, свяжитесь с Ириной Гаст, тел. +49 2821 7114541
E-майл: i.gast@kci-world.com или посетите нашу веб-страницу: WWW.VALVE-WORLD.NET

ности арматуры выполнять свои функции в условиях опасных химических производств.

Этап четвертый: установка, техническое обслуживание и ремонт

Последний шаг для уверенности в том, что арматура соответствует высочайшим требованиям функциональной безопасности, – это обучение конечного потребителя правильной установке, техническому обслуживанию и ремонту, а также организация последнего рубежа защиты в виде автоматизации и дистанционного управления.

Автоматизация обеспечивает дополнительную защиту установленной арматуры, позволяя в автономном режиме выполнять заданные функции в экстремальных эксплуатационных условиях и в случае аварии. Дистанционное управление работой арматуры дает возможность операторам находиться за пределами опасной зоны, а механизированные методы управления и контроля позволяют моментально отключить кран в критической ситуации.

Заключение

Появляются всё более сложные условия эксплуатации, развивающиеся страны стали мировыми промышленными центрами, и ориентация на безопасность в химической промышленности также будет усиливаться, привлекая новые технологии и подталкивая поиск инновационных решений по защите от вредных выбросов в атмосферу, пожаров и других потенциальных угроз. Межотраслевые нормы безопасности должны охватывать рынки целиком, обеспечивая минимальный ущерб для благосостояния человечества, и производители арматуры могут поручиться, что в их отрасли безопасности уделяется внимание на протяжении всего жизненного цикла – от сырья до конечного потребителя. Потребители арматуры должны быть уверены в том, что могут обратиться к своим поставщикам по любому из упомянутых выше аспектов и убедиться, что безопасность их предприятий не пострадает из-за отсутствия взаимопонимания в таких важнейших вопросах.

☛ Список литературы:

1. USA. Chemical Safety and Hazard Investigation Board, CSB Incident Data 2001–2013, released May 21, 2013.
2. "List of Highly Hazardous Chemicals, Toxics and Reactives (Mandatory). – 1910. 119 App A." USA Department of Labor. Operational Health & Safety Administration, 4 Mar. 1992. Web. 03 Nov. 2014.
3. "Global Chemicals Outlook Towards Sound Management of Chemicals." United Nations Environment Programme. GPS Publishing. 29 Oct. 2014.

АКВАТОРИЯ

арматурно-промышленная компания
WWW.AQUA-ARM.RU

Производство запорной
трубопроводной арматуры
под торговой маркой
FORVATTEN®



FORVATTEN®

ПРОИЗВОДСТВО ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ

задвижки FV FORVATTEN®
DN 50-600 PN10, 16, 25, 40;

краны шаровые BV FORVATTEN®
DN 15-1000 PN25, 40;

**затворы дисковые поворотные
BF FORVATTEN®**
DN 50-600 PN10, 16;

**клапан обратный
CV FORVATTEN®**
DN 50-300 PN16;

**задвижки из алюминиевого
сплава FORVATTEN®**

ООО «ЭнергоТрейдиг»
119121, г. Москва, Плющиха, д. 11, стр. 5, оф. 14
Тел. / факс +7 (499) 248-23-88, +7 (499) 248-57-39
www.энергоарматура-москва.pcf
E-mail: etreid@list.ru

Адрес склада:
МО, г. Дзержинский,
ул. Энергетиков, д. 14



WWW.AQUA-ARM.RU