

Рис. 3. Стадии разработки КТК

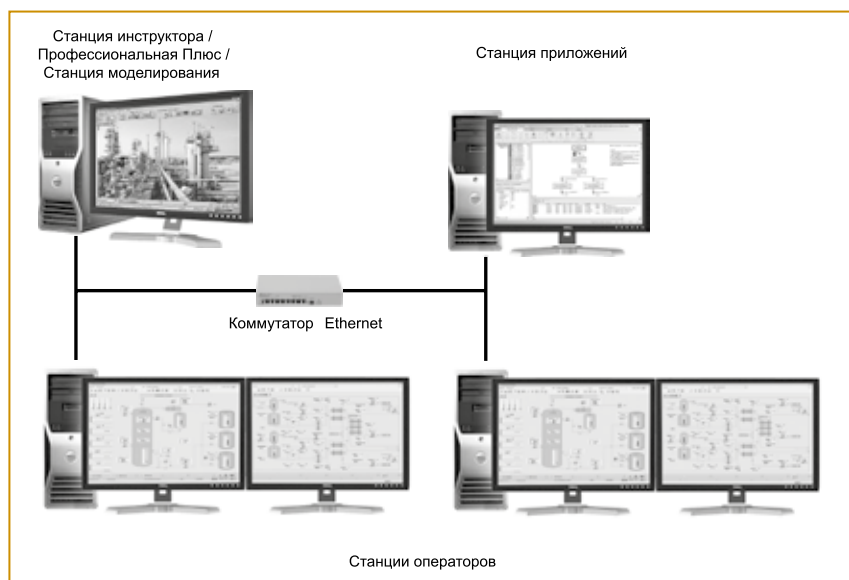


Рис. 4. Архитектура КТК DeltaV

ся собственное производство систем управления для проектов в странах СНГ. В гг. Москве, Челябинске и Санкт-Петербурге расположились инженерные центры, в которых работает более 250 квалифицированных инженеров, выполняющие полный комплекс работ как в области внедрения АСУТП, так и по разработке высокотехнологичных решений.

Группа по разработке и внедрению компьютерных тренажеров Эмерсон состоит из российских специалистов, которые обладают компетенциями и опытом внедрения обучающих систем на различных предприятиях нефтеперерабатывающего и нефтехимического комплекса.

Основой успешного внедрения и долгосрочного функционирования КТК является совместная работа со специалистами предприятия, начиная со сбора данных об объекте, участия в предварительных испытаниях и заканчивая вводом КТК в промышленную эксплуатацию, а также в течение гарантийного периода.

Можно привести пример внедрения тренажерного комплекса в компании ЛУКОЙЛ, который функционирует с 2012 г. На объекте КТК используется не толь-

ко для подготовки, тестирования и повышения квалификации персонала, безопасной отработки необходимых навыков, но и для проведения прогнозных расчетов при изменении ТП, диагностирования и предотвращения возможных аварийных ситуаций.

Другое интересное внедрение тренажерного комплекса реализовано в компании Роснефть в 2015 г. КТК используется для подготовки технологического персонала перед плановым остановом и последующим пуском установки.

Компьютерный тренажерный комплекс на основе DeltaV является полноценным и высокоэффективным средством обучения оперативного персонала (рис. 4). При использовании на предприятии АСУТП DeltaV не требуются приобретения дополнительных специализированных программных продуктов для разработки тренажерных комплексов. КТК DeltaV полностью отвечает требованиям «Общих правил взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (п. 2.11).

Преимущества тренажеров Эмерсон

- Гибкость выбора модели: модель средней точности на базе интегрированного решения DeltaV SEEDS, либо динамическая модель ТП высокой точности, реализованная в открытом ПО для моделирования.
- Реальные алгоритмы АСУТП выполняются в среде имитации (конфигурация АСУТП в КТК идентична реальной).
- Наличие конфигурируемого, гибкого интерфейса инструктора.
- Масштабируемость: от одной установки до всего завода.
- Поддержка производителем на протяжении всего жизненного цикла (возможность изменения модели, конфигурации РСУ; функциональность инструктора).

Список литературы

1. Дозорцев В.М. Компьютерные тренажеры для обучения операторов технологических процессов. М.: Синтег. 2009.
2. Дозорцев В.М., Крейдлин Е.Ю. Современные автоматизированные системы моделирования ТП // Автоматизация в промышленности. 2009. №6. С. 11-16.

Крейдлин Евгений Юрьевич – руководитель направления моделирования и компьютерных тренажеров компании Эмерсон.

Контактный телефон (495) 995-95-59, доб. 503
E-mail: eugeny.kreidlin@emerson.com

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕСПЕРЕБОЙНОЙ РАБОТЫ КОМПРЕССОРА С ПОМОЩЬЮ АНТИПОМПАЖНОЙ СИСТЕМЫ

Д.Б. Гузенко, М.А. Ильченко (Компания Эмерсон)

Рассматриваются основные технические и организационные вопросы, связанные с созданием, внедрением и эксплуатацией систем антипомпажного регулирования и защиты в случае, когда они создаются в качестве отдельной независимой системы и в случае, когда они являются частью АСУТП установки.

Ключевые слова: центробежные компрессоры, система антипомпажного регулирования и защиты (САРиЗ) компрессоров, интеграция в РСУ.

Производство химической и нефтехимической продукции, процессы нефтепереработки, добычи и транспортировки газа невозможно представить без применения компрессоров. Применяемые агрегаты разнообразны, и их выбор зависит исключительно от потребностей и условий эксплуатации. Компрессоры различны по производительности, давлению, условиям окружающей среды, сжимаемой среде, по конструкциям и типам. Наибольшее распространение получили центробежные (или радиальные) компрессоры [1]. Это могут быть небольшие воздушные компрессоры для обеспечения производства инструментальным воздухом или огромные воздуходувки для подачи воздуха в доменные печи. Могут быть многократно резервированные устройства при транспортировке газа или уникальные пирогазовые компрессоры при производстве этилена.

Управление компрессорным оборудованием является важной частью общей архитектуры автоматизации производства, где работа компрессоров имеет критическое значение. Вынужденный простой компрессорных установок из-за некорректного управления или поломки дорого обходится их владельцам. Например, простой установки каталитического крекинга может обходиться нефтеперерабатывающему заводу в более чем 50 млн. руб. в день без учета стоимости замены вышедшего из строя оборудования.

Типичные проблемы, с которыми можно столкнуться при эксплуатации центробежных компрессоров — помпажные и предпомпажные явления.

Помпаж — это нестационарный, автоколебательный режим работы компрессора, сопровождающийся быстрым ростом температуры сжимаемого газа, появлением сильных толчков и вибрации. Поэтому можно сказать, что помпаж — это разрушительное явление для центробежных компрессоров, приводящее к поломкам и авариям. Соответственно, недопущение явлений помпажа — одна из важнейших задач при проектировании, изготовлении и эксплуатации компрессоров [2]. Именно для предотвращения явлений помпажа устанавливаются системы антипомпажного регулирования и защиты (САРиЗ), которые могут представлять отдельно разработанную систему либо быть частью РСУ.

Почему РСУ редко применяются в качестве систем антипомпажного регулирования?

Механические, а затем и электрические системы обнаружения помпажа начали применяться с середи-

ны XX века. Процессы, происходящие при помпаже, имеют очень высокую скорость протекания, поэтому первые микропроцессорные системы были реализованы на уникальных в то время контроллерах с высоким быстродействием. Компании, занимавшиеся антипомпажной защитой, заказывали у производителей микроэлектроники для своих нужд специализированные быстродействующие контроллеры.

Существует два основных различия, которые исторически привели к разделению функций РСУ и САРиЗ компрессорного оборудования. Из-за высоких значений энергий, преобразующихся в системе, свойства среды, протекающей через лопатки компрессора, могут меняться очень быстро. Система управления должна получать значения технологических параметров, анализировать их и выполнять надлежащее управляющее воздействие с высокой частотой [3].

В то же время технологические параметры остальных частей установки (реакторы, теплообменники, сепараторы и т.п.) обычно меняются медленно. Для таких процессов расчетное управляющее воздействие даже один раз в секунду достаточно для стабильного и высококачественного управления производством.

Кроме того, работу компрессоров можно анализировать путем отслеживания только нескольких основных параметров, тогда как управление ТП требует сотен сигналов для алгоритмов управления и безопасности. Вот почему систему управления ТП часто называют РСУ: она распределена между многими контроллерами и компьютерами с целью обеспечения возможности обрабатывать и визуализировать многие параметры одновременно.

Эти существенные различия в поведении технологических параметров компрессорного оборудования и большинства другого технологического оборудования всегда отделяли РСУ от системы турбокомпрессорной автоматики. РСУ была предназначена для медленных ТП с большим числом сигналов, а система, специально разработанная для турбин и компрессоров, была ориентирована на работу с быстрыми процессами и малым числом сигналов. Невозможность объединения этих функций была настолько очевидной, что производители РСУ в прошлом не видели никакой пользы в накоплении знаний о принципах динамики и регулирования турбин и компрессоров в нефтегазовой отрасли. Эту задачу выполняли небольшие сторонние поставщики или изготовители компрессорного оборудования.

За последние годы темпы развития электроники кардинально изменили ситуацию. Современные системы управления с быстрыми процессорами, большой памятью и продвинутыми интерфейсами позволяют объединить обе функции в одной программно-аппаратной платформе. Сегодня нет технических границ между агрегатной и распределенной системами. Система может быть очень большой и в то же время очень быстрой. Кроме того, можно выполнять разные функции с разной частотой, чтобы управлять каждым устройством с надлежащей скоростью.

Но исторически обусловленная тенденция разработки систем антипомпажного регулирования и защиты с использованием поставщиками САРиЗ специализированных контроллеров сохранилась.

Это привело к ситуации, когда на предприятии все производство может быть автоматизировано с помощью единого программно-технического комплекса (ПТК), и только система антипомпажного регулирования и защиты выполнена на специфическом оборудовании.

Естественно, в такой ситуации возникает ряд особенностей, с которыми сталкиваются заказчики при использовании отдельной САРиЗ.

Рассмотрим некоторые из них подробнее.

Проблемы с интеграцией специализированного оборудования в систему РСУ. Могут возникнуть сложности с получением данных от специализированных систем, а особенно часты проблемы с выдачей команд управления по цифровым каналам связи. Разработчики систем используют стандартные протоколы, но из-за различий оборудования и программной части нестыковки возникают регулярно.

Часто это приводит к тому, что оперативный персонал лишен возможности полноценно вести одновременное управление компрессором и процессом со станций РСУ, поскольку антипомпажная система имеет свою уникальную операторскую станцию. Во время пуска компрессора это приводит к ситуации, когда оператор вынужден постоянно переходить от рабочих станций РСУ к рабочей станции САРиЗ, что увеличивает риск возникновения ошибки.

Сложности в работе оператора. Антипомпажная система со своей операторской станцией имеет уникальный, отличающийся по дизайну, графический интерфейс. Производитель САРиЗ использует собственные стандарты при создании графического представления информации и часто не готов или не может корректировать интерфейс под нужды заказчика. В итоге оператору приходится работать с непривычным и неудобным ему операторским интерфейсом.

Невозможность использования единой архивной базы. Поскольку ПО САРиЗ также является уникальным и отличается от ПО РСУ, то нет возможности иметь единую архивную базу и единый сервер аварийно-предупредительной сигнализации. При возникновении необходимости в просмотре консолидированной

информации от РСУ и САРиЗ, эксплуатационный персонал вынужден вручную сопоставлять архивные данные РСУ с архивными данными антипомпажной системы.

Проблемы с внесением изменений в конфигурацию системы. У многих производителей антипомпажных систем нет возможности расширения или модернизации стандартных алгоритмов. Имеется ограниченный набор каналов ввода/вывода, алгоритмы, которые невозможно изменить, уникальные протоколы связи и собственное ПО для конфигурации. В отличие от них, большинство систем РСУ являются открытыми, и заказчик привык к тому, что его квалифицированные специалисты могут вносить изменения в конфигурацию системы и что-то добавлять в нее при необходимости. Что касается САРиЗ, то часто для внесения изменений, даже незначительных, необходимо каждый раз обращаться к производителю. Зачастую это занимает много времени и дорого стоит.

Отсутствие доступа к дополнительным возможностям. Пользователи современных РСУ привыкли, что определенные возможности уже встроены в систему (например, HART-протокол, возможность применения беспроводных технологий, возможность удаленного доступа к конфигурации полевого оборудования, прогностическая диагностика, усовершенствованное регулирование и т. п.). В случае с уникальной САРиЗ стороннего производителя получить доступ к этим возможностям становится очень трудно, а зачастую и невозможно.

Отсутствие унификации. При использовании сторонних систем заказчик должен иметь в номенклатуре ЗИП уникальное оборудование для САРиЗ. Это оборудование он не сможет применить нигде, кроме САРиЗ.

Проблемы квалификации персонала. Для обслуживания РСУ заказчик готовит специалистов служб АСУТП и КИПиА. Обычно все специалисты службы АСУТП в той или иной мере получают знания, касающиеся РСУ, поскольку тесно работают с ней. Что касается САРиЗ стороннего производителя, то с ней обычно работают один или два человека, поскольку объем функций САРиЗ в общем комплексе задач небольшой. Эти уникальные специалисты бывают очень востребованы в работе с САРиЗ, и другие специалисты не могут их заменить. Возникает спектр задач, связанных с человеческим фактором, в частности, с необходимостью иметь уникальных сотрудников со специализированными знаниями. Эти знания бывают востребованы крайне редко, а значит, постоянно нуждаются в обновлении. В противном случае, эти знания с годами уходят, даже если специалист в какой-то момент обладает исчерпывающей квалификацией. Конечно, можно вызвать на объект специалистов производителя для решения возникших проблем, но это требует времени, тогда как нужна оперативность, поскольку простой компрессора и установки стоит очень дорого.

Проблемы, связанные с сервисом и гарантийным обслуживанием системы. Редко у какого производителя специализированной САРиЗ найдется региональный сервисный центр, где заказчику оперативно, по телефонному звонку, смогут ответить и помочь с обслуживанием системы, в том числе с выездом на объект. Обычно техподдержка заключается в том, что необходимо по указанному в контракте E-mail отправить письмо-запрос определенной формы, и через какое-то время получить ответ той или иной степени точности. Можно также позвонить на сервисную линию, где автоответчик предложит отправить E-mail или побеседовать с оператором, который, как правило, никогда не слышал о конкретном объекте, но обязательно постарается помочь.

В случае необходимости срочного вызова специалиста на объект, например, для пуска компрессора, сервисный инженер нужной квалификации может находиться в другом регионе и не иметь возможности оперативно добраться до предприятия. Чаще всего, срок вызова составляет более двух недель.

Что предлагает Эмерсон?

Разработанное в России решение Эмерсон с отлаженными алгоритмами антипомпажного регулирования гарантирует эффективность и безопасность работы системы, исключая все вышеперечисленные проблемы.

Хорошо известное и проверенное решение PCSU DeltaV™ дополняется противопомпажным регулированием и защитой. Доказанное быстрое действие контроллеров DeltaV позволяет применять их для построения системы САРиЗ. САРиЗ реализуется на отдельном контроллере DeltaV, являясь частью PCSU (рисунки).

В этом случае отпадает необходимость в системе управления компрессором стороннего производителя, все может быть настроено и отображено в одной программной среде.

Преимущества решения Эмерсон

— Наличие всех функциональных возможностей в одной системе и всего оборудования от одного поставщика. Пропадает необходимость в использовании специальных интерфейсов для связи между различными платформами и в обучении персонала различному ПО.

— Быстрый и простой ввод в эксплуатацию, так как заводские приемо-сдаточные испытания выполняются с имитацией и демонстрацией управления как ТП, так и компрессорным оборудованием, и вся автоматика поступает на объект тщательно протестированной.

— Применение средств измерения Rosemount, клапанов Fisher и остального полевого оборудования компании Эмерсон для качественного и надежного управления турбокомпрессорным оборудованием, настроенного инженерами одной компании, обеспечивает максимальное соответствие параметрам компрессора и наиболее точное антипомпажное регулирование.

— Послепродажное обслуживание одним и тем же поставщиком с региональными сервисными офисами по всей стране. Все изменения, обновления, модернизации, настройка (например, дополнительные помпажные тесты после значительных модификаций компрессора) выполняются одной и той же инженерной командой.

— Решение, разработанное российскими инженерами с многолетним опытом проектирования и наладки систем антипомпажного

регулирования. Центр компетенции по этому вопросу находится в Москве, что позволяет минимизировать время выполнения проекта, а также многократно ускорить процесс послепродажного обслуживания системы. Кроме того, все необходимое оборудование производится компанией Эмерсон самостоятельно, а значит, все управление проектом и решение всех проектных вопросов выполняет одна инженерная команда, находящаяся в России.

Точное регулирование позволяет сэкономить предприятиям до 10...15% на потребляемой мощнос-

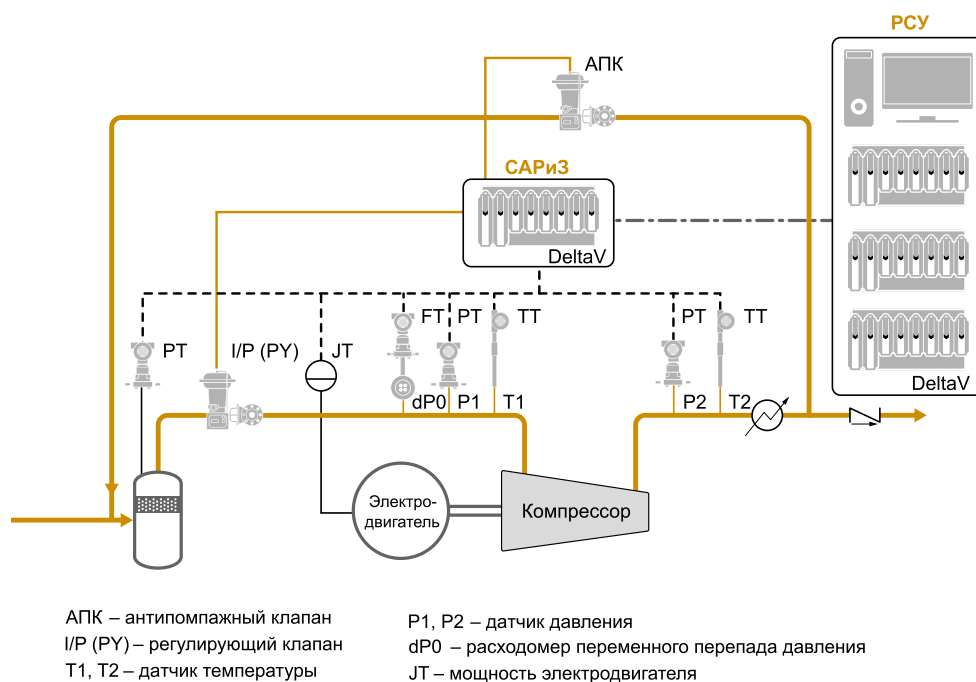


Схема системы антипомпажного регулирования и защиты на контроллере DeltaV

ти за счет экономии энергоносителей (пара, электричества, топливного газа), обеспечить продление срока службы компрессора и сократить простой оборудования из-за ремонтов.

Современный подход к построению большинства систем заключается в унификации и многофункциональности. Следуя за развитием науки и техники, сегодня управление компрессорным оборудованием, в том числе антипомпажное регулирование, становится стандартной функцией среды PCS, а вся авто-

матизация на установке интегрирована в одну общую инженерную методологию.

Список литературы

1. *Воронецкий А.В.* Современные центробежные компрессоры. Премимум Инжиниринг, 2007. 144 с.
2. *Михайлов А.К., Ворошилов В.П.* Компрессорные машины. Учебник для ВУЗов. М.: Энергоатомиздат. 1989. 288 с.
3. *Gregory K.* McMillan Centrifugal and Axial Compressor Control. Momentum Press, New York, 2010.

Гузенко Дмитрий Борисович — эксперт по системам управления турбокомпрессорным оборудованием, Ильченко Михаил Александрович — руководитель направления автоматизации турбокомпрессорного оборудования компании Эмерсон.

Контактный телефон +7 (495) 424-89-73.

E-mail: Dmitry.Guzenko@Emerson.com Mikhail.Ilchenko@Emerson.com

СИСТЕМА ПАЗ — ОТ РИСКА К БЕЗОПАСНОСТИ

П.Н. Кирюшин (Компания Эмерсон)

Рассматриваются существующие практики создания систем противоаварийной защиты (ПАЗ) на российских предприятиях. Предлагается алгоритм практического применения требований ГОСТ Р МЭК 61511 к системам ПАЗ с целью повышения их функциональной безопасности. Представлен комплексный подход к проектированию, реализации и обслуживанию полноценных контуров защиты от уровня датчиков до исполнительных устройств.

Ключевые слова: требования к системе противоаварийной защиты, жизненный цикл безопасности, уровень полноты безопасности, контур защиты, распределение контуров безопасности, анализ рисков.

Обеспечение безопасности является важнейшей задачей на промышленных предприятиях. Главный технолог и главный инженер должны обеспечить безотказное функционирование всего оборудования, защитить здоровье людей и окружающую среду, а также выполнить требования надзорных органов. Это не всегда легко сделать — устаревшие технологии, отсталость оборудования, неэффективные подходы к обеспечению безопасности значительно влияют на решение выше обозначенных задач. Аварии последних лет говорят о том, что для обеспечения промышленной безопасности сделано недостаточно, и есть области, которые требуют отдельного внимания. Причины аварий — это, как правило, фатальная комбинация ошибок проекта, отказов оборудования, нарушения процедур [1, 2]. В данной статье рассказывается, почему нужно обязательно выполнять этап анализа рисков при проектировании системы безопасности, что рекомендует ГОСТ, и почему построение SIL ориентированных контуров защиты на базе анализа рисков экономит затраты предприятия и предоставляет ему требуемый уровень безопасности. С экспертной точки зрения, область внимания по повышению функциональной безопасности — это корректное применение норм стандартов серии ГОСТ Р МЭК 61508/61511 (<http://protect.gost.ru>) в задачах создания и эксплуатации систем противоаварийной автоматической защиты (ПАЗ).

Практика применения уровня полноты безопасности SIL в России

В России традиционно прижилось понятие уровня полноты безопасности — SIL (Safety Integrity Level), но игнорируется жизненный цикл системы безопасности. Требования к системе ПАЗ учитывают только обеспечение уровня полноты безопасности SIL контроллером, а этап анализа риска, на котором должен определяться целевой уровень SIL всего контура защиты, игнорируется.

Типовая ситуация бывает следующей: компания объявляет тендер на АСУТП установки и размещает технические требования на официальном сайте. Требования попадают в компании потенциальных поставщиков, которые начинают готовить технико-коммерческие предложения. Зачастую можно увидеть следующие сформулированные типовые требования к системе ПАЗ:

— «Контроллер системы ПАЗ должен соответствовать нормам SIL3. Для подтверждения соответствия нормам SIL3 необходимо предоставление сертификатов с перечнем модулей»;

— «Контроллер системы ПАЗ должен иметь резервируемую архитектуру, включающую...».

Как правило, распределение сигналов на контуры защит и требования к датчикам, отсечным клапанам, интерфейсным устройствам отсутствуют. Тем самым, нарушается основа построения системы ПАЗ —