

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ СПЕЦИАЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Г.Г. Абрамов, Д.Г. Абрамов, А.В. Кодолов (АО «ФНПЦ «Алтай»),
Ф.А. Попов (АлтГТУ)

Рассмотрены особенности создания систем противоаварийной защиты (ПАЗ) для специальных химических производств. Определены основные проблемы безопасности, которые необходимо локализовать в процессе создания данных систем, а также охарактеризованы подходы, применяемые в настоящее время для достижения требуемых значений основных критериев безопасности.

Ключевые слова: АСУ, спецхимия, опасные технологические процессы, безопасность, противоаварийная защита.

Продукция специальных химических производств в настоящее время нашла широкое применение не только в оборонной технике, но и в народном хозяйстве. При этом основной отличительной особенностью их реализации, как правило, является наличие в производственном цикле хотя бы одного потенциально опасного ТП. Такие процессы при определенных условиях способны выходить в аварийные режимы с последствиями различной степени тяжести, поэтому требуют к себе повышенного внимания с точки зрения обеспечения безопасности их протекания. В свою очередь причины возникновения аварийных ситуаций могут быть различными, начиная от отступлений от норм технологического регламента и выхода из строя технологического оборудования и заканчивая отказами различных элементов систем управления [1].

Традиционно вопросы обеспечения безопасности при реализации потенциально опасных ТП являются одними из ключевых. В то же время современные производства отрасли спецхимии отличаются своей уникальностью и отсутствием аналогов, что обуславливает при оценке их проектной надежности необходимость учета множества особенностей, характерных только для данной технологии. Это значительно усложняет анализ совокупности факторов, влияющих как на качество функционирования АСУ в целом, так и на обеспечение функций безопасности такими системами в частности. При этом стоит учитывать, что, поскольку данные производства относятся к опасным промышленным (производственным) объектам, к элементам обеспечения защиты таких АСУ выдвигаются повышенные требования по надежности и функциональной безопасности.

Наиболее важной отличительной особенностью потенциально опасных ТП спецхимии от других процессов химической технологии является то, что они могут протекать как в режимах нормального и предаварийного функционирования, так и в режиме аварийного функционирования. В последнем случае аварийное состояние еще не наступило, однако значения опасных технологических параметров находятся в зоне неустойчивости и продолжает накапливаться энергия, достаточная для разрушения технологического оборудования. В данном состоянии

ТП уже не реагирует ни на какие управляющие воздействия, и, как следствие, отсутствует возможность вернуть его в регламентные границы. Предотвратить аварию можно только путем экстренной остановки или ликвидации процесса [2].

Надежность и безопасность такого рода процессов существенным образом обусловлены интенсивностью их протекания и снижаются по мере приближения к границе области неустойчивости значений опасных технологических параметров [3, 4]. В свою очередь, понижение текущего уровня безопасности обуславливает повышение вероятности возникновения предаварийных и аварийных состояний, что в итоге может привести к значительным экономическим потерям. При этом рассмотрение безопасности как допустимой опасности, количественной характеристикой которой (мерой) является риск, обеспечивает возможность соответствующих прогнозов и оценок.

В целом постановка проблемы повышения безопасности и безаварийности ведения ТП на предприятиях спецхимии не является новой. Эти вопросы в прошлом неоднократно становились объектом исследований, по результатам которых были предложены подходы и методы проектирования, позволяющие уменьшать вероятность возникновения аварийных ситуаций [2].

Комплекс средств автоматизации, применяемый при создании АСУ потенциально опасными ТП спецхимии, как правило, имеет повышенные показатели надежности: среднее время наработки до отказа (наработки на отказ), вероятность безотказного выполнения функции управления и защиты, интенсивность отказов и т.д. При этом высокая скорость развития предаварийного и аварийного состояний при протекании таких процессов предъявляет жесткие требования к инерционным характеристикам датчиков и исполнительных механизмов, используемых в АСУТП, а также к вычислительным возможностям основных, резервных и вспомогательных контроллеров управления.

В структуру АСУ помимо стандартных контуров управления в обязательном порядке включаются контуры и подсистемы автоматической защиты, обеспечивающие контроль и идентификацию предаварийных состояний и соответствующее опера-

тивное воздействие на процесс с целью возвращения его в рабочий режим функционирования. При этом в зависимости от требований к общему уровню безопасности ТП функции защиты могут быть интегрированы в рамках отдельной подсистемы ПАЗ, что позволяет как упростить процесс создания АСУ в целом, так и повысить ее отказоустойчивость [3, 5].

В идеальном варианте подсистема ПАЗ работает как независимая система и, следовательно, имеет доступ ко всем управляемым элементам оборудования, определяющим и влияющим на безопасность протекания ТП, по «своим» независимым контурам управления, что требует создания в конструкциях аппаратов и инженерных коммуникациях дублируемых контуров управления, включая все сенсорные устройства измерения технологических параметров.

Если АСУТП создаются для существующей аппаратно-технологической схемы производства, где используются конструкции аппаратов, не учитывающие особенностей построения системы ПАЗ, функции противоаварийной защиты встраиваются в основную систему управления и работают параллельно с ней в соответствии с предписаниями технологического регламента.

В первом варианте процесс проектирования системы ПАЗ упрощается, но аппаратно-технологическая схема усложняется за счет усложнения конструкций аппаратов, инженерных коммуникаций и дополнительных единиц технологического оборудования, а также дублирования контуров управления и контроля основных технологических параметров. Программные алгоритмы системы основаны на комплексном анализе динамики изменения основных технологических параметров. При обнаружении предаварийной или аварийной ситуации система ПАЗ берет на себя функции управления всеми техническими, технологическими и системотехническими ресурсами. Далее система ПАЗ может передавать управление обратно АСУТП, если устранены неисправности, и есть возможность продолжить ТП, иначе процесс прекращается до выяснения и устранения причин, повлекших за собой аварийную ситуацию.

Во втором случае дублируются только наиболее ответственные функции контроля и управления, отдельные, наиболее критичные контуры управления технологическим оборудованием, но усложняется процесс проектирования и реализации АСУ в целом.

Динамика развития специальных химических производств за последние полтора десятка лет, в том числе на производственной базе НПО «АЛТАЙ» (АО «ФНПЦ АЛТАЙ») и смежных по отрасли предприятий, показывает, что наиболее часто процесс создания систем ПАЗ проходит по второму сценарию. Это связано с тем, что модернизация производственных мощностей, направленная как на увеличение произ-

Слабая противоаварийная защита лишь увеличивает силы противника.

Ремейк по фразе Чарльза Колтона

водительности и качества уже выпускаемой продукции, так и на разработку новых, более эффективных составов, не приводит к значительному изменению аппаратно-технологических схем таких процессов. Как правило, в значительной степени изменяются (интенсифицируются) только режимы эксплуатации технологического оборудования: повышаются температуры и давления основных технологических параметров, увеличиваются скорости химических реакций, возрастают объемы загрузки опасных компонентов. Это приводит к тому, что нормальные регламентные значения параметров протекания процессов приближаются к их предельно допустимым и критическим значениям.

Как следствие, возникает ситуация, когда при практически неизменной аппаратно-технологической схеме потенциально опасного процесса полностью преобразуется экономическая модель функционирования рассматриваемого объекта. При этом могут быть изменены не только значения показателей надежности, но и сами показатели. Например, если ранее для какого-либо элемента или аппарата в качестве показателя надежности была принята средняя наработка до отказа, то теперь это может быть вероятность безотказной работы [6].

В таких условиях модернизация подсистем защиты потенциально опасных ТП, как правило, является нетривиальной задачей из-за сложной внутренней взаимосвязи элементов, из множества которых зачастую невозможно физически выделить контуры безопасности и заменить их новыми высоконадежными компонентами в рамках основной АСУ. Причиной является значительное число устройств, таких как источники питания, многоканальные барьеры искрозащиты, модули ввода/вывода, программируемые контроллеры и пр., включенных одновременно как в подсистемы управления, так и в подсистемы обеспечения безопасности.

В настоящее время на предприятии используются следующие подходы, позволяющие наиболее эффективно решать описанную выше проблему с учетом особенностей того или иного ТП.

1. *Сведение задачи повышения безопасности к задаче оптимального резервирования.* Это наиболее популярный метод, при котором в первую очередь проводится оценка обоснованности выбора компонентов дополнительной защиты: целесообразность использования новых элементов защиты совместно с уже существующей подсистемой безопасности АСУ или создание новой системы защиты; определение требований к показателям надежности этих элементов; выбор экономически более приемлемого и более эффективного варианта [5, 7].

2. *Применение методов интеллектуализации управления.* При этом в первую очередь речь идет об использовании специализированных исполнительных механизмов и полевого оборудования. Их интеллектуальность в первую очередь будет заключаться в наличии не только встроенных систем самодиагностики и прогнозирования износа оборудования, но и блоков автоматического управления, исключающих участие центрального контроллера в процессе оценки динамики изменения опасного технологического параметра и принятия решения о необходимости принятия защитных мер [4, 8].

3. *Изменение модели технического обслуживания систем управления.* Увеличение объема проводимых мероприятий по обслуживанию элементов и исполнительных механизмов подсистем защиты АСУТП и сокращение сроков между планово-профилактическими ремонтами элементов технологического оборудования в значительной степени способны повысить безопасность протекания потенциально опасных ТП [9, 10].

При этом задача обеспечения безопасности решается на трех уровнях.

Первый уровень безопасности, направленный на бездефектное изготовление изделий — организационный. Он обеспечивается порядком выполнения всех операций ТП, определенных в специальных нормативных документах, разработанных для конкретного производственного процесса изготовления изделий.

Второй уровень безопасности — технологический. Он обеспечивается конструктивными решениями, заложенными в узлы, аппараты и элементы оснастки. Например, в ряде аппаратов, работающих под высоким давлением, предусматриваются специальные «вышибные окна», которые обеспечивают самостоятельный (без участия системы безопасности) сброс критических давлений, когда в этом возникает необходимость.

Третий, наиболее важный уровень обеспечения безопасности — *логический.* На этом уровне за счет использования технических средств АСУТП и программно-математического аппарата реализуются алгоритмы непосредственного управления, выполняются все требования регламента по безопасному и бездефектному изготовлению изделий. Здесь обеспечивается надежное исполнение и контроль программных команд и команд пульта дистанционного управления. Выполняется регистрация в электронной базе данных всех контролируемых параметров

процесса, их визуализация на мониторе в реальном масштабе времени и выявление ошибочных действий оператора.

На логическом уровне реализованы основные функции системы ПАЗ и специальный режим работы управляющей программы — «Аварийный останов», позволяющий в любой момент времени приостановить процесс методом его перевода в безопасное состояние, а затем, после устранения обстоятельств аварийного режима, продолжить его с точки останова без потери качества управления.

В заключение необходимо отметить, что на практике рассмотренные подходы к повышению уровня безопасности применяются комплексно, обеспечивая в достаточной мере приемлемый уровень безопасности с минимальными затратами.

Список литературы

1. *Абрамов Д.Г., Звольский Л.С., Кодолов А.В., Попов Ф.А.* Особенности и перспективы создания АСУ технологическими процессами производств спецхимии // *Фундаментальные исследования.* 2015. №9. с. 407-413.
2. *Обновленский П.А., Мусяков Л.А., Чельцов А.В.* Системы защиты потенциально опасных процессов химической технологии. Л.: Химия. 1978. 224 с.
3. *Жарков А.С., Звольский Л.С., Литвинов А.В., Попов Ф.А.* Проблемы создания интегрированных АСУ для производств спецхимии и пути их решения. Бийск: Изд. Алт. гос. техн. ун-та, 2014. 266 с.
4. *Тюрин О.Г., Кальницкий В.С., Жегров Е.Ф.* Управление потенциально опасными технологиями. М.: Инфра-Инженерия. 2011. 288 с.
5. *Федоров Ю.Н.* Основы построения АСУТП взрывоопасных производств. В 2-х томах. Т.1.Методология. М.: СИНТЕГ, 2006. 720 с.
6. *Дружинин Г.В.* Надежность автоматизированных систем. М.: Энергия, 1977. 536 с.
7. *Abramov D.G., Kodolov A.V., Litvinov A.V., Popov F.A.* Performance Evaluation of Reliability Growth of APCS Protection Functions at Potentially Hazardous Production // *International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON) 2015.* Omsk. 2015.
8. *Ицкович Э.Л.* Интеллектуальность средств и систем автоматизации // *Автоматизация в промышленности.* 2006. №6. с. 3-8.
9. *Барзилович Е.Ю.* Модели технического обслуживания сложных систем. М.: Высш. школа, 1982. 231 с.
10. *Абрамов Д. Г.* Подход к разрешению проблемы обеспечения эксплуатационной надежности АСУ технологических процессов производств спецхимии//*Южно-сибирский научный вестник.* 2015. № 11. с. 44–46.

Попов Федор Алексеевич — д-р техн. наук, проф. Бийского технологического института АлтГТУ, главный научный сотрудник АО "Федеральный научно-производственный центр "Алтай",

Абрамов Георгий Геннадьевич — канд. техн. наук, главный инспектор по специальному режиму,

Абрамов Дмитрий Георгиевич — начальник отделения вычислительной техники и автоматики,

Кодолов Артем Владимирович — заместитель начальника отделения вычислительной техники и автоматики АО «Федеральный научно-производственный центр «Алтай».

Контактные телефоны:(3854) 43-53-15, 30-58-03.

E-mail: pfa2004@mail.ru post@frpc.secna.ru