

АПРОБАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА СТЕНДЕ ФИЗИЧЕСКОГО ПОДОБИЯ

Марков Д.С.¹, Зарницын А.Ю.²

¹Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, 8ТМ22, e-mail: dsm39@tpu.ru

²Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, старший преподаватель, e-mail: ayz10@tpu.ru

Введение

По состоянию на сегодняшний день практически каждый шестой нормативный документ органов государственной власти Российской Федерации содержит упоминание таких терминов, как «безопасность», «опасность» и «риск». В природоохранных министерствах и ведомствах, в Госгортехнадзоре (Федеральный горный и промышленный надзор России), МВД (Министерство внутренних дел Российской Федерации), ФЭК (Федеральная энергетическая комиссия), МЧС (Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий) и Минобороны (Министерство обороны) России существует обширная ведомственная база, насчитывающая порядка ста документов. Это подтверждает актуальность проблемы аварийной защиты. Всё большее внимание уделяется оценке риска возникновения отказов и аварий, ведущих к убыткам и потерям, вызванных простоем и износом оборудования, а также ситуаций, угрожающих жизни людей или окружающей среде со стороны заказчиков и потребителей сложных современных изделий, оборудования, систем. В соответствии с ГОСТ Р 50.1.035-2001 «Рекомендации по стандартизации. Порядок применения международных и региональных стандартов в Российской Федерации» на территории РФ в качестве национальных стандартов применяются международные стандарты и региональные стандарты других стран. Самым распространённым способом подтверждения надёжности продукции производителем сегодня является проведение сертификации продукта, системы на соответствие одному из так называемых Уровней полноты безопасности (Safety Integrity Level, SIL) и последующее предоставление соответствующего сертификата SIL конечному потребителю.

В данной работе на примере учебного стенда, предназначенного для отработки и исследования алгоритмом теории автоматического управления в технологических процессах хранения, транспортировки и дозирования жидкости, проводится отработка алгоритмов промышленной безопасности, в частности алгоритмы горячего резервирования оборудования.

Решение

Лабораторный стенд должен обеспечивать выполнение следующих функций:

- регулирование основных параметров в соответствии задачам;
- отображать информацию о протекании технологического процесса;
- управление технологическим процессом с помощью панели оператора и персонального компьютера;
- обрабатывать мероприятия по противоаварийной защите.

Стенд (рисунок 1) состоит из двух последовательно соединённых резервуаров Р-1 и Р-2, одного общего резервуара Р-3, датчика давления Р11, датчика давления Р12, датчика расхода Р14, датчика уровня Р13, трех сигнальных датчиков уровня Р17...Р19, двух регулируемых клапанов К-1 и К-2, двух магнитных клапанов К-3 и К-4, насоса М1, а также соединительных труб и переходников. На данном стенде предусмотрено выполнение лабораторных работ по снятию статических характеристик датчиков уровня, по основам программирования программируемых логических контроллеров (ПЛК), синтезу систем регулирования с помощью пропорционально-интегрально-дифференцирующего (ПИД) регулирования, исследования систем автоматического регулирования уровня, а также построение систем диспетчерское управление и сбор данных (SCADA).

Известны следующие аналоги рассматриваемого стенда для исследования гидродинамических систем: стенды «Гидравлический объект», «Система автоматического регулирования уровня» и «Контроль и измерение уровня жидкости». В работе проводится сравнение стендов между собой, описывается состав применяемого оборудования.

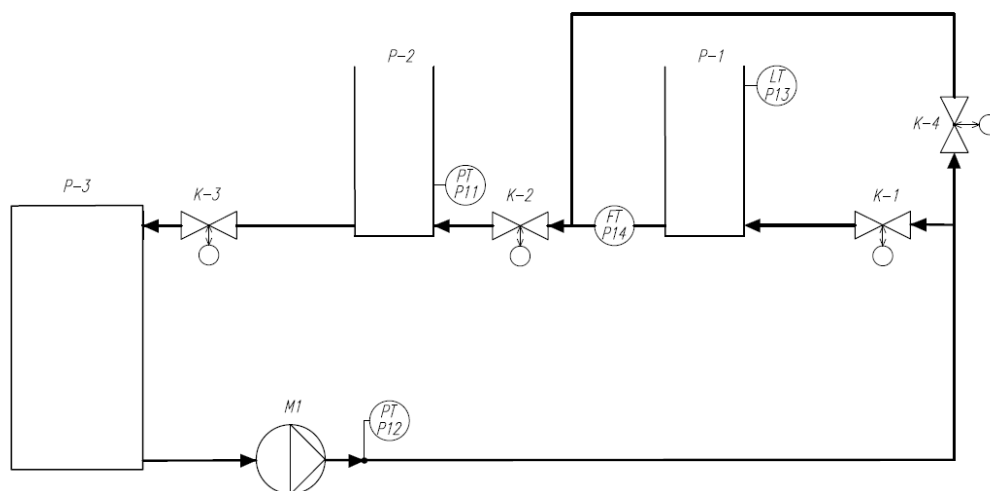


Рис. 1. Схема стенда

Предъявляются требования к выбору аппаратной части, датчиков и исполнительных механизмов, в частности насоса, датчиков давления, уровня, расхода, регулируемого клапана, электромагнитного клапана и средств управления, программируемого контроллера, частотного преобразователя и панели оператора, а также различных электрических аппаратов.

Для окончательной оценки безопасности канала стандартом 61508 введено понятие уровня полноты безопасности (safety integrity level или SIL). SIL принимает одно из четырех значений в зависимости от вероятности отказа функции.

- 4 самый высокий уровень безопасности, предусматривающий защиту от серьезной аварии при отказе;
- 3 уровень, обеспечивающий защиту персонала и населения в случае отказа. Именно этот уровень является рекомендованным для опасных производственных объектов;
- 2 уровень, позволяющий не допустить травматизм, порчу оборудования и продукции;
- 1 самый низкий уровень безопасности, в случае отказа обеспечивается защита только оборудования и продукции.

Риски развития аварийных событий оборудования, контролируемого автоматизированной системой диспетчерского управления (АСДУ), снижаются путем выбора надежных компонентов системы противоаварийной защиты (СПАЗ), их резервированием, применением дополнительных слоев защиты. Резервированная система существенно более надежна по сравнению с нерезервированной при условии, что её каналы отказывают независимо друг от друга. СПАЗ должна функционировать независимо от системы управления технологическим процессом. Нарушение работы системы управления не должно влиять на работу СПАЗ. Необходим следующий способ повышения надежности СПАЗ: резервирование центральных контроллеров, модулей ввода/вывода, блоков питания, источников бесперебойного питания, информационных и управляющих сетей связи с обеспечением горячего и безударного переключения.

Рассматриваемый стенд управляется контроллером Regul R500, связанным посредством промышленного интерфейса Modbus TCP с контроллером Элсима M01-24P, датчики и исполнительные механизмы подключены к ПЛК Элсима. К ПЛК Regul подключен полностью аналогичный ПЛК: он обеспечивает горячее резервирование в случае отказа основного контроллера (рис. 2).

Regul R500 поддерживает следующие три схемы резервирования: схему полного резервирования, частичного резервирования и комбинированную схему резервирования. В работе применяется схема полного резервирования, объединение контроллеров происходит посредством резервированной линии связи между модулями центрального процессора (ЦП), один из которых является ведущим, а другой – ведомым. Измерение во всех модулях ввода, обработка информации и исполнение алгоритмов происходит одновременно в обоих модулях ЦП. Однако лишь модули вывода, подключенные к ведущему модулю ЦП, производят выдачу управляющих команд.

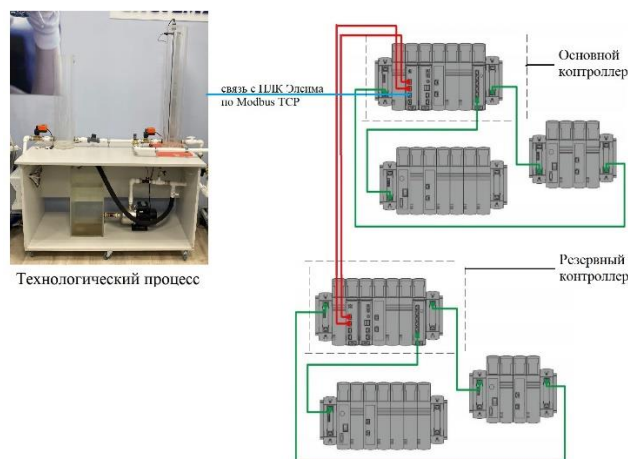


Рис. 2. Структурная схема системы управления стендом

Заключение

Таким образом, в соответствии с требованиями к промышленной безопасности разработаны алгоритмы поддержания работоспособности оборудования стенда физического подobia. Применение данных алгоритмов позволяет предотвратить и/или минимизировать последствия аварий на опасных производственных объектах.

Список использованных источников

1. Подковыров И. А. Разработка и реализация стенда физического подobia по изучению алгоритмов автоматического управления в гидродинамических системах: бакалаврская работа / И. А. Подковыров ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Инженерная школа информационных технологий и робототехники (ИШИТР), Отделение автоматизации и робототехники (ОАР) ; науч. рук. А. А. Филипас. — Томск, 2020.
2. Проектирование автоматических систем управления технологической безопасностью: учебное пособие / Е.И. Громаков, А.Г. Зебзеев; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. — 173 с.
3. Yang, Y.-J., Huang, C., Zhong, Q.-Y., Chen, H.-J., Huang, H.-Z. A case study on safety integrity level analysis for shale gas station. // Journal of Mechanical Science and Technology. - 2021. - №35 (12). - С. 5445-5452.