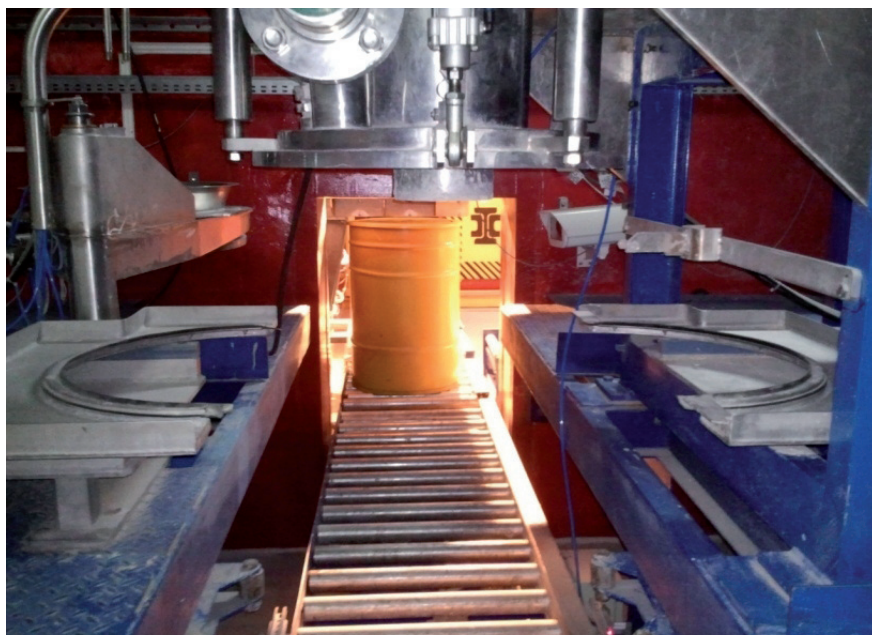


АСУ ТП Завода по переработке жидких радиоактивных отходов Чернобыльской АЭС



В 2015 году был успешно завершён проект строительства Завода по переработке жидких радиоактивных отходов (ЗПЖРО), который создавался в рамках программы снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС.

Клименко И.А., Тараненко Л.В., ivl@ivl.ua

Завод предназначен для переработки жидких радиоактивных отходов (ЖРО), накопленных на ЧАЭС, рассчитан на переработку ЖРО в течение 10-летнего периода эксплуатации. Его минимальная проектная мощность – переработка 2500 м³ ЖРО в год. Завод располагается в пределах охраняемого периметра ЧАЭС, вблизи резервуаров ЖРО, с которыми связан системой технологических трубопроводов.

Основная задача завода – превратить ЖРО в бетон, упаковать в 200-литровые металлические бочки, запечатанные крышкой, и передать бочки на длительное хранение в специальное хранилище. Однако, такая простая, на первый взгляд, задача состоит из множества технологических операций, которые включают:

- получение отходов в приемные баки для ЖРО;
- отбор проб из приемных баков;
- подготовку сухих замесов и химреактивов по заданной рецептуре;
- цементирование отходов;

- заливку цементного компаунда с ЖРО в 200-литровые бочки;
- выдержку бочек до полного затвердевания цементной смеси;
- контроль твердости, образовавшегося бетона;
- контроль радиоактивного загрязнения бочек;
- отправку переработанных ЖРО на захоронение в транспортных контейнерах (ТУК).

Кроме того, в ходе технологического процесса необходимо обеспечить строгий учет и регистрацию местонахождения ЖРО, бочек и ТУК.

АСУ ТП. Задачи и требования

Все основные технологические операции контролируются и управляются с помощью АСУ ТП. На АСУ ТП также возлагаются задачи контроля и управления вспомогательными системами завода, которые обеспечивают технологический процесс сжатым воздухом, технической и хозяйственно-питьевой водой, поддерживают в

помещениях надлежащую температуру и давление и др.

ЗПЖРО является радиационно-опасным объектом. Сбой или отказ в работе АСУ ТП может привести к разливу радиоактивных отходов в помещениях, что, в свою очередь, повлечет остановку завода для проведения дезактивации помещений и оборудования, а также, может привести к дополнительному облучению персонала. В связи со спецификой объекта к АСУ ТП завода выдвигаются особые требования по надежности, защите оборудования от агрессивных средств, защите оборудования и программного обеспечения от несанкционированного доступа и др.

История проекта

Работы по строительству ЗПЖРО были начаты западным консорциумом, в который входили компании BELGATOM (Бельгия), ANSALDO (Италия), SGN (Франция) на условиях сдачи завода «под ключ». В 2006 году работы по действующим контрактам с консорциумом были остановлены по инициативе Украинской стороны в связи со срывом сроков завершения строительства и ввода ЗПЖРО в эксплуатацию. Украинская сторона обратилась к странам-донорам с инициативой завершить работы собственными силами без привлечения зарубежных подрядчиков.

Фирма «ИВЛ Оборудование и инжиниринг» (ИВЛ) была приглашена для проведения экспресс обследования текущего состояния АСУ ТП, оценки наличия документации, соответствия документации нормативным документам Украины и подготовки предложений по мероприятиям для ввода АСУ ТП в действие.

Такое обследование было проведено специалистами ИВЛ в декабре 2006 года. Обследование показало, что технические решения, предложенные первоначальным подрядчиком, обладают целым рядом недостатков и, в значительной степени, не соответствуют тем требованиям, которые предъявляются к АСУ ТП радиационно-опасного объекта, например:

- АСУ ТП представляла собой объединение разнородных систем, выполненных различными подрядчиками, с применением различного базового программного обеспечения и аппаратных средств;





Рис. 2. Помещение ЦЦУ

- информационный обмен осуществлялся между операторскими станциями и ПЛК напрямую, а не через сервер системы, что затрудняло управление технологическим процессом в целом;
- автоматизированные рабочие места (АРМ), сервер и ПЛК были объединены в единую одноранговую сеть Ethernet с использованием сетевых коммутаторов офисного исполнения;
- сервер системы не был резервирован, а аппаратная платформа сервера не имела резервирования по питанию;
- набор функций каждой операторской станции был жестко фиксирован, что исключало их взаимозаменяемость в случае выхода из строя одной из них;
- операторские станции управления были выполнены на базе ПК различных типов «офисного» исполнения;
- не была обеспечена защита оборудования от несанкционированного доступа;
- часть оборудования ПЛК располагалась в полуобслуживаемых поме-

щениях без надлежащей защиты от попадания влаги и пыли и др.

Результаты обследования были изложены в отчете. В отчете была дана оценка текущего состояния АСУ ТП, а также, оценки минимальных объемов работ, необходимых для ввода АСУ ТП в действие, и рекомендации по улучшению проектных решений. Выводы отчета были подтверждены независимыми экспертами фирмы Вестингауз (Westinghouse Electric Belgium CA).

В 2010 году был объявлен открытый международный тендер на завершение создания АСУ ТП ЗПЖРО. Отчет ИВЛ был включен в тендерный пакет в качестве приложения к Технической спецификации на АСУ ТП. Тендер выиграл консорциум, в который вошли две украинские фирмы: ИВЛ Оборудование и инжиниринг и ЮТЭМ-Инжиниринг. Основным конкурентом на тендере был Франко-Бельгийский консорциум в составе фирм Альстом и Метрабель, которые принимали участие в реализации первоначального проекта ЗПЖРО. Победа была присуждена Украинскому консорциуму, невзирая на то, что заяв-

ленная им цена была несколько выше, чем у конкурента. Основанием для этого стало высокое качество предложенных технических решений, которые позволяли выполнить все требования Технической спецификации и устранить недостатки, присущие первоначальной реализации системы.

В структуру системы и состав технических средств были внесены следующие изменения:

- локальная вычислительная сеть АСУ ТП была разделена на два уровня, объединенных с помощью резервированного SCADA-сервера;
- применены серверы с резервированными источниками питания и системные блоки АРМ в промышленном исполнении;
- полностью заменены шкафы управления системой вентиляции;
- оборудование размещено в промышленных шкафах, снабженных замками, обладающих необходимой степенью защиты от пыли и влаги;
- компьютерное/контроллерное оборудование перенесено в помещения постоянного пребывания персонала. Полностью переработаны технические решения по программному и информационному обеспечению;
- применены единые современные средства разработки прикладного ПО для всех элементов АСУ ТП;
- унифицировано ПО АРМ;
- обеспечено горячее резервирование SCADA-серверов.

Перечисленные технические решения позволили:

- унифицировать организацию информационного обмена между ПЛК и верхним уровнем системы;
- объединить все системы контроля и управления завода;
- организовать единый центр управления (ЦЦУ), на который стекается вся информация о ходе технологического процесса и с которого осуществляется управление;
- обеспечить централизованный контроль состояния оборудования и процесса, возможность остановить технологические операции и перевести оборудование в безопасное состояние по команде с ЦЦУ;
- обеспечить резервирование АРМ;
- обеспечить защиту оборудования от несанкционированного доступа и влияния окружающей среды;
- поднять надежность системы;
- обеспечить простоту и удобство администрирования системы.

В то же время, с целью минимизации бюджета проекта, все технические решения первоначального проекта, к которым не было замечаний, были

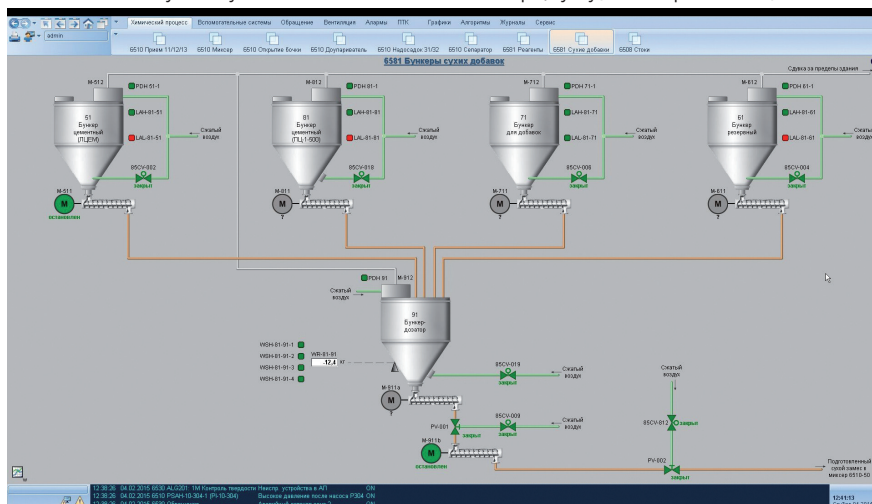


Рис. 3. Видеокادر подготовки замеса.



Рис. 4. Миксер.

сохранены. Так, без изменений остался выбор платформы ПЛК – линейка Modicon Premium компании Schneider Electric. Заменены были только процессорные модули в связи с переходом на более современные средства разработки ПО, и добавлены дополнительные модули ввода/вывода.

Прикладное ПО разработано на базе продуктов Schneider Electric: SCADA Vijeo Citect 7.2, среды разработки и исполнения программного обеспечения ПЛК – Unity Pro 6.0, средства создания и ведения архивов – Vijeo Historian 4.4. На рабочих станциях и SCADA-серверах прикладное ПО работает под управлением операционной системы Microsoft Windows 7, на сервере истории – Microsoft Windows Server Standard 2008 R2 и Microsoft SQL Server 2008 R2.

АСУ ТП. Реализация

Управление технологическими процессами осуществляется из помещения ЦЦУ, в котором установлены три резервированных взаимозаменяемых АРМ. Местные пульта управления выполняют вспомогательную функцию и используются только при возникновении нештатных ситуаций, наладке и ремонте технологического оборудования. При управлении с ЦЦУ возможны два режима работы АСУ ТП: автоматический и автоматизированный пошаговый.

В связи со сложностью и спецификой технологического процесса, требующего от оператора принятия решений в процессе переработки ЖРО, в автоматическом режиме выполняются только определенные последовательности технологических операций, а не весь процесс переработки ЖРО целиком. Наиболее наглядным примером такой последовательности является так называемая основная технологическая последовательность подготов-

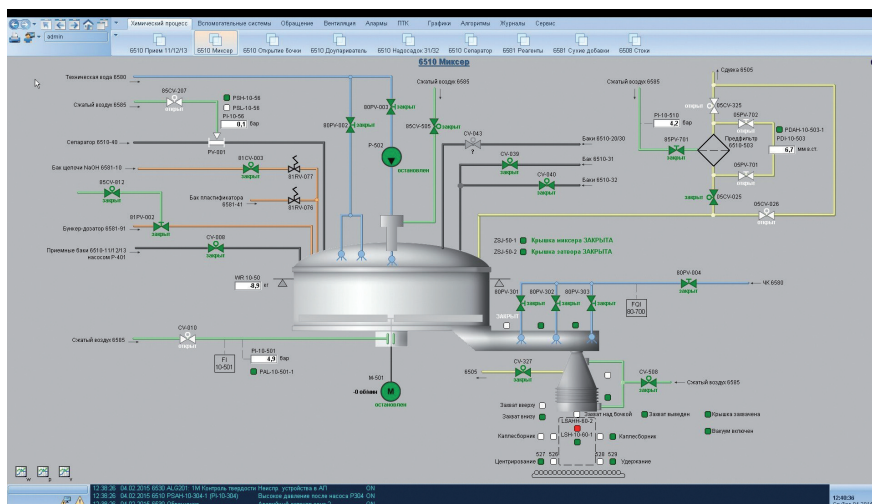


Рис. 5. Видеокادر с миксером.

ки замеса и загрузки бочки. Эта последовательность включает следующие основные операции:

- дозирование ЖРО;
- дозирование сухих компонентов (в бункере-дозаторе);
- подача сухого замеса из бункера-дозатора в миксер;
- дозирование химреагентов;
- приготвление смеси в миксере;
- заполнение бочки.

В процессе автоматического выполнения технологических операций оператор может наблюдать за процессом с АРМ на специальных видеокдрах и, в случае необходимости, вмешиваться в ход выполнения операции.

Значительная часть технологических операций выполняется в автоматизированном пошаговом режиме. Каждый шаг представляет собой также последовательность выполнения элементарных алгоритмов (включения/отключения одного или нескольких исполнительных механизмов, проведения цикла измерения и др.), например:

- доставка бочки с помощью транспортной ленты с одной точки технологического процесса в другую;
- проведение измерения радиоактивного загрязнения бочки;
- взвешивание бочки;
- измерение твердости образовавшегося в бочке бетона;
- обжим крышки бочки и др.

Перемещение заполненных бочек в зале выдержки осуществляется с помощью крана, управление которым осуществляется дистанционно из помещения ЦЦУ. Пульт управления крана не входит в состав АСУ ТП, но на АСУ ТП возлагается функция инфор-

мационной поддержки крановщика. Для этой цели возле пульта управления краном помимо системы видеонаблюдения установлен монитор системы учета и регистрации, на котором обозначены занятые и свободные места в зале выдержки, а также может быть выведена дополнительная информация по каждой бочке (штрих-код, серийный номер, дата установки, прогнозная дата готовности и т.д.).

Система учета и регистрации играет особую роль в составе АСУ ТП, обеспечивая учет радиоактивных отходов (РАО), бочек с РАО и транспортных упаковочных контейнеров (ТУК). Учет РАО основывается на результатах анализа образцов ЖРО, поступающих из химической лаборатории в автоматическом режиме по сети Ethernet, и результатов измерения массы ЖРО при загрузке в миксер.

Учет бочек обеспечивается с помощью системы штрих-кодов. Перед установкой пустой бочки на конвейер бочке присваивается штрих-код. Для его подготовки используется АРМ приема бочек, снабженный сенсорным экраном и принтером для печати штрих-кодов.



Рис. 6. Прием пустых бочек.

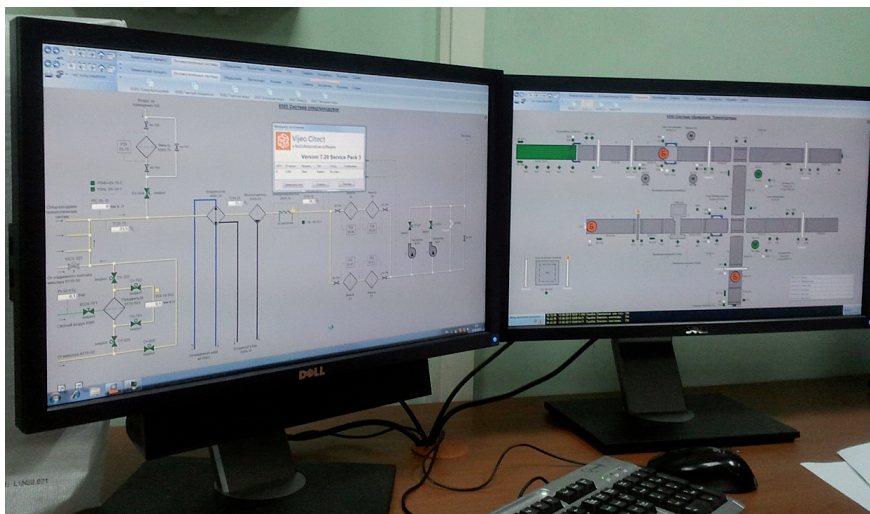


Рис. 7. АРМ системы обращения с бочками.

Штрих коды печатаются на специальных несмываемых наклейках и приклеиваются на крышки бочек. При перемещении бочки по заводу, от места установки пустой бочки на конвейер до места перестановки заполненной бочки в зал выдержки, ее положение отслеживается с помощью датчиков положения, а ее идентификация обеспечивается с помощью считывателей штрих-кодов, установленных над конвейерной линией.

В отдельную группу следует выделить операции, связанные с оценкой результата переработки ЖРО. После затвердевания цементной смеси бочка извлекается из зала выдержки и повторно устанавливается на конвейер для проведения операций по контролю твердости бетона, проверки загрязненности бочки, взвешивания и обжима крышки.

Идентификация бочки производится с помощью считывателя штрих-кода, установленного перед твердомером. Метод измерения твердости ультразвуковой, обмен информации со SCADA-сервером выполняется по интерфейсу RS-485. Если твердость бетона соответствует требованиям, бочка закрывается и направляется на устройство обжима крышки.

После завершения обжима крышки бочка с помощью конвейера поступает на поворотный стол станции радиационного контроля, где сразу после установки производится ее взвешивание. Блок радиационного контроля состоит из стойки, оборудованной тремя детекторами Гейгера-Мюллера. Детекторы расположены на стойке таким образом, чтобы измерять мощность дозы

γ -излучения и потенциальное поверхностное α - и β -загрязнение на верху – посередине – на уровне дна на боковой поверхности бочки. Блок пробоотбора обеспечивает взятие мазка с боковой поверхности бочки. Включает в себя альфа-бета-детекторы, свинцовый экран и соответствующее электронное оборудование.

Блоки радиационного контроля и пробоотбора входят в состав смежной системы радиационного контроля, данные от которой АСУ ТП получает по протоколу Modbus/TCP. АСУ ТП управляет манипуляторами, и поворотным столом, которые обеспечивают пробоотбор. По результатам радиационного контроля бочки делятся на чистые (кондиционные) и грязные (некондиционные). Кондиционные бочки загружаются в ТУК многоразового использования, а некондиционные – в ТУК, которые не подлежат возврату, заливаются цементным раствором.

Финальной операцией является погрузка ТУК на специальный транспорт для доставки к месту захоронения. АСУ ТП обеспечивает возможность подготовки сопроводительных документов (паспорт и накладная). Паспорт включает следующую информацию: идентификационный код, вид ЖРО, массу ЖРО, физико-химические и радиологические параметры ЖРО, твердость цементного компаунда в бочке, результаты радиационного контроля бочки, соответствие критериям, установленным для захоронения. АСУ ТП успешно прошла испытания на реальных ЖРО и введена в промышленную эксплуатацию. МА

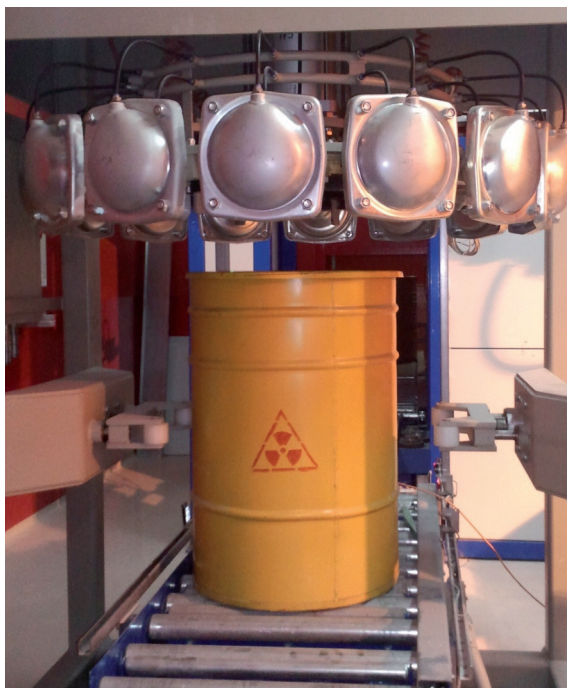


Рис. 8. Устройство обжима крышки.



Рис. 9. Загрузка контейнеров для отправки на захоронение.

ВБУДОВУВАНІ КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ

ДИСТРИБУЦІЯ НОВОГО ПОКОЛІННЯ
ПРОГРАМНО-АПАРАТНІ ЗАСОБИ, РІШЕННЯ, ТЕХНОЛОГІЇ, КОМПЕТЕНЦІЯ



ВСЕБІЧНА ПІДТРИМКА ВАШИХ РІШЕНЬ ПІД ЧАС:
розробки, створення, впровадження, експлуатації.

- Консультації
- Комплексування
- Постачання
- Забезпечення якості
- Модернізація
- Супровід

- Аналіз задачі
- Архітектурне рішення
- Вибір оптимальної платформи
- Підбір взаємно-сумісного обладнання
- Розробка детальних технічних специфікацій
- Постачання всіх компонентів із одних рук
- Інтеграція обладнання та програмного забезпечення
- Тестування та сертифікація



Вхідний та вихідний контроль
Підготовка супровідної документації
Гарантійне та післягарантійне обслуговування
Подовжена гарантія



Скорочення часу виходу готових виробів на ринок
Зниження ризиків та спрощення розробки
Зниження сукупної вартості володіння
Оптимізація витрат та захист інвестицій
Підвищення надійності рішення



ТОВ «ІВЛ Обладнання та інжиніринг»
Тел.: (044) 499 2132
Факс: (044) 499 2134
e-mail: ivl@ivl.ua
<http://ivl.ua>