

Модернизация АСУ ТП цеха готовой продукции

Эдуард Штенгель, Кирилл Спорягин

Минимизация времени простоя производства при проведении пусконаладочных работ совместно с сокращением капитальных вложений являются ключевыми требованиями при модернизации действующих предприятий. В статье рассмотрены программно-технические решения, использование которых при модернизации АСУ ТП цеха готовой продукции комбината хлебопродуктов позволило выполнить данные требования.

ВВЕДЕНИЕ

Руководством ОАО «Ленинградский комбинат хлебопродуктов им. Кирова» (далее ЛКХП) перед ЗАО НПФ «Системаавтоматика» была поставлена задача модернизации АСУ ТП цеха готовой продукции (ЦГП) с переводом программно-технического комплекса (ПТК) на базе устаревшего контроллера SIMATIC S5 и пульта дистанционного контроля и управления (ПДКУ) на новый промышленный контроллер с современной системой визуализации. Решение о модернизации было обусловлено целым рядом причин, которые в той или иной степени присущи многим российским предприятиям, системы управления которых выполнены на устаревшей микроконтроллерной технике с управлением через ПДКУ. Приведём и кратко охарактеризуем основные из этих причин.

1. **Систематические отказы старой техники.** В совокупности с отсутствием полноценного возобновляемого ЗИП оборудования они приводят к временным остановкам производства.
2. **Трудности с кадрами технического обслуживания системы управления.** Необходимы специалисты, поддерживающие старые технологии. В особенности это касается программирования старых контроллеров, выполняемого зачастую на специфических языках низкого уровня, и ремонта микросхем комплекса технических средств (КТС) системы.
3. **Трудности изменения технологии производства и модернизации оборудования.** Быстро меняющийся рынок постоянно выдвигает новые требования к продукции, что приводит к необхо-

димости модернизации технологии производства. Это, в свою очередь, влечёт за собой необходимость корректировки прикладного программного обеспечения (ППО) контроллеров. При такой корректировке велика вероятность ошибок ППО, разрабатываемого по устаревшим канонам программирования и на устаревших средствах проектирования, поэтому любая модернизация старого ППО может повлечь за собой остановки производства и экономические потери. При замене электрооборудования и модернизации схемы управления электроприводом с использованием современных интеллектуальных устройств защиты двигателей и электроустановок также возникает необходимость корректировки технического и программного обеспечения контроллеров.

4. **Избыточный состав оперативного персонала.** Система управления, выполненная на территориально-распределённых щитах ПДКУ, требует нескольких операторов, в то время как современные инструментальные средства автоматизации позволяют создавать единое автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора, интегрирующее функции всех щитов ПДКУ. Удобный интерфейс и широкая система диагностики значительно упрощают оператору выполнение функций управления, а также способствуют существенному сокращению срока обучения нового персонала.
5. **Отсутствие регистрации действий персонала и параметров процесса.** Это влечёт за собой сложности объективного анализа трудностей и путей их

преодоления, а также отсутствие возможности интеграции существующей системы управления в единую систему управления производством — MES-систему.

При этом исполнителю был поставлен ряд важных условий.

1. Модернизация должна начинаться с реализации новых технологических задач:

- создание двух дополнительных маршрутов загрузки силосов бесстарного хранения муки (БХМ) с мельниц;
- создание линии пневмотранспорта перекачки муки из муковоза в силосы БХМ.



Рис. 1. Стойка контроллера (внизу) и стойки расширения 1 и 2

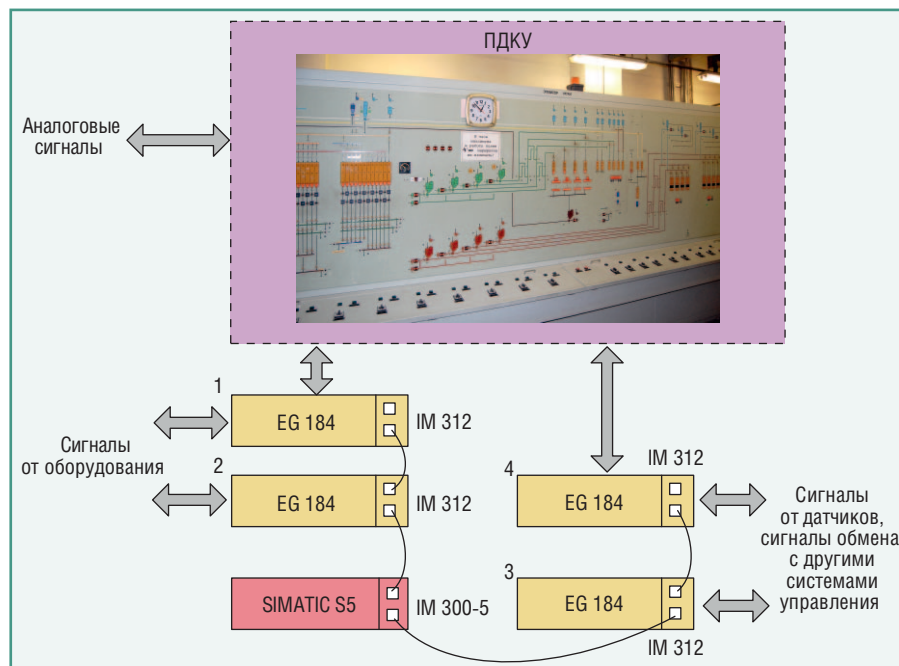


Рис. 2. Структурная схема системы управления ЦГП до модернизации

2. Замена ПТК должна быть выполнена практически без остановки производства. Пусконаладочные работы (ПНР) необходимо провести за время остановки комбината на два праздничных дня и без права на ошибки, чреватые длительной остановкой производства. Незначительные правки системы допустимы по воскресеньям, когда производство остановлено.
3. Затраты на модернизацию должны быть сведены к приемлемому для ЛКХП минимуму.
4. Расширение функций действующей АСУ ТП предполагает:
 - оперативный учёт загрузки/выгрузки силосов БХМ по данным импульсных весов;
 - введение дополнительных технологических блокировок, связанных с контролем токов нагрузки приводов компрессоров и нештатной работой оборудования;
 - реализацию выгрузки силосов БХМ по времени.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЦГП

Цех готовой продукции состоит из 24 стотонных силосов БХМ, 4 восьми-тонных силосов весовых установок, 16 шестнадцатитонных силосов автоотгрузки, силосов мелкой фасовки муки. Заполнение силосов БХМ происходит по 8 пневмомагистралям от 4 размольных отделений. Выгрузка силосов БХМ осуществляется в силосы весовых установок и в силосы автоотгрузки по 20 и 48 различным маршрутам соответственно.

Система управления ЦГП ЛКХП до модернизации была выполнена на базе контроллера SIMATIC S5 150U фирмы Siemens с использованием стоек расширения EG 184 без собственного блока питания (рис. 1). Задняя шина стойки расширения запитана от блока питания стойки контроллера через сетевой кабель, длина кабеля не может превышать 1 метр. В силу малой удалённости стоек расширения от стойки контроллера такую компоновку называют централизованной. Структурная схема системы управления ЦГП до модернизации представлена на рис. 2.

В стойках расширения 1 и 2 расположены модули УСО, принимающие сигналы о состоянии полевого оборудования, а также реализующие команды контроллера по управлению оборудованием и индикации его состояния на щите ПДКУ. Всего под управление контроллера попадают около 130 моторов и 100 пневмоклапанов. Обмен данными между стойками расширения и контроллером идёт по специальному протоколу фирмы Siemens.

Модули УСО, расположенные в стойках расширения 3 и 4, принимают сигналы с дискретных датчиков полевого уровня, отображают их состояние на щите ПДКУ, обрабатывают положения тумблеров и задатчиков, а также факты нажатия кнопок, находящихся на ПДКУ. Помимо этого в стойке 4 расположены 8 модулей обмена сигналами с контроллерами размольных отделений и смежного бестарного хранилища муки (всего 6 контроллеров). На-

личие этих сигналов связано со сложной организацией управления заводом в целом, при которой оборудование одного цеха участвует в технологическом процессе других цехов (например, аспирационное оборудование). Здесь же установлены модули аналоговых задатчиков реверсивных подсиловых шнеков (24 аналоговых выхода).

На щит ПДКУ непосредственно выведены показания датчиков нагрузки компрессоров и давления воздуха в системе (всего 20 аналоговых параметров).

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Для реализации поставленной задачи модернизации был выбран контроллер SIMATIC S7-414-2 (рис. 3). Выбор контроллера серии S7-400, а не контроллера серии S7-300, более дешёвого, но не менее производительного, обеспечивал принципиальную возможность подключения существующих стоек расширения к новому контроллеру с помощью технологии, разработанной фирмой Siemens для данной задачи, через интерфейсные модули IM 463-2 и IM 314. Первый из них устанавливается в стойку контроллера S7-400, второй — в стойку расширения взамен интерфейсного модуля IM 312. Через связку этих модулей контроллер S7-400 опрашивает модули УСО стоек расширения SIMATIC S5. Именно эта возможность, обеспечивающая значительное сокращение работ по перемонтажу КТС, позволяла



Рис. 3. Контроллер SIMATIC S7-414-2 в составе оборудования системы управления ЦГП

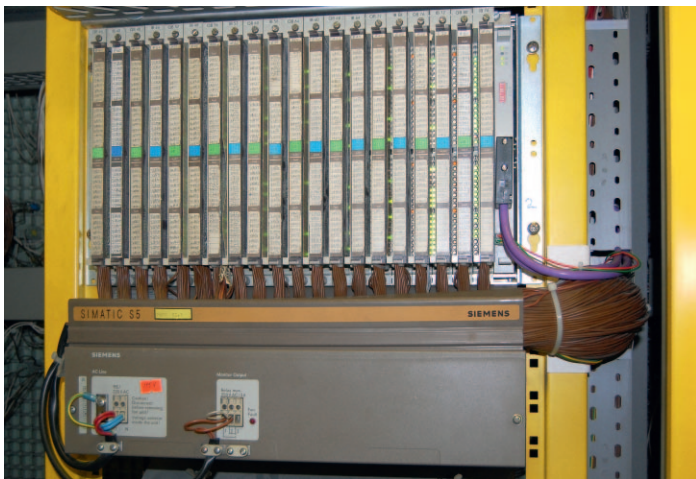


Рис. 4. Стойка EG 184 с модулем VIPA IM 306

рассчитывать на успешную реализацию задачи модернизации в рамках поставленных жёстких ограничений на срок проведения ПНР. Вместе с тем в существующей системе управления данное решение наталкивается на серьёзные трудности. Дело в том, что модуль IM 314 может быть установлен только в стойку расширения с собственным блоком питания — EG 183 (185/186). Как указывалось ранее, модернизируемая система управления ЦГП выполнена в централизованной компоновке, то есть без использования стоек EG 183 (185/186), вследствие чего применение технологии, предлагаемой фирмой Siemens, требует покупки по спецзаказу серийно не выпускаемой стойки расширения EG 183 (5000 евро/стойка) и перемонтажа.

Эти трудности заставили нас искать другое решение. И оно было найдено!

В 2009 году для реализации простого поэтапного перехода от массово используемых систем SIMATIC S5 к современным системам автоматизации SIMATIC S7 фирма VIPA выпустила интерфейсный модуль IM 306 DP Slave (далее IM 306) ведомого устройства сети PROFIBUS-DP. Модуль IM 306 устанавливается вместо соответствующего интерфейсного модуля стойки расширения системы SIMATIC S5 (в нашем случае IM 312), превращая её в ведомое DP-устройство в сети PROFIBUS-DP. Предложенное решение может быть использовано в любых стойках расширения SIMATIC S5. Применительно к рассматриваемой ситуации решение фирмы VIPA обладает ещё одним чрезвычайно важным преимуществом — возможностью простого возврата к существующей системе, если в процессе ПНР будет выявлена ошибка, требующая достаточно длительного времени

для исправления. С учётом всех приведённых соображений при модернизации была использована технология VIPA (рис. 4). Следует отметить, что это, видимо, первый в России опыт применения модулей IM 306, что подтвержде-

но дистрибьюторами фирмы VIPA и фактом обнаружения в процессе стендовой наладки ошибки в GSD-файле, оперативно исправленной разработчиками модулей.

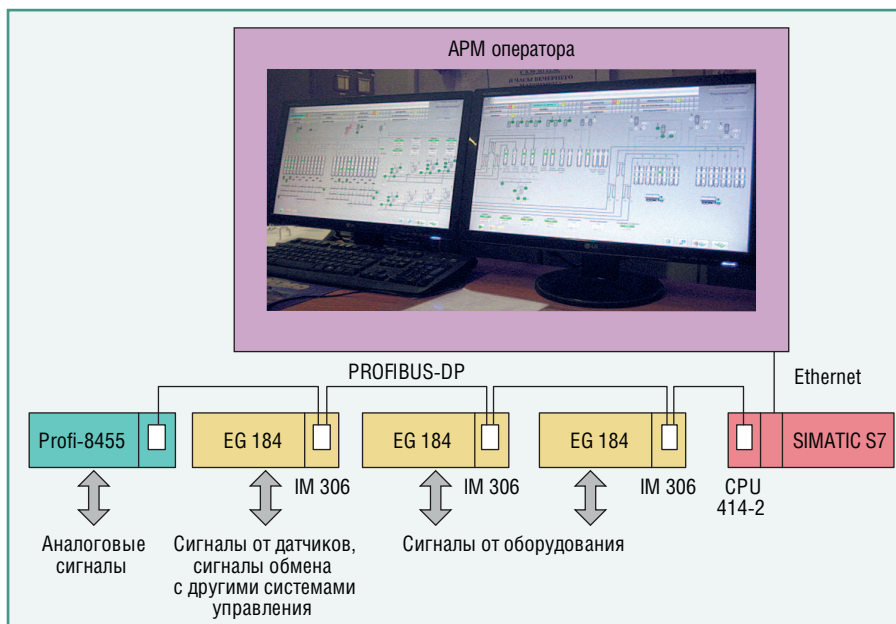
Для сокращения стоимости KTC подключение аналоговых сигналов было выполнено с использованием станции Profi-8455 (ICP DAS), которая представляет собой устройство DP Slave в сети PROFIBUS-DP с 4 слотами для установки модулей УСО. Станция Profi-8455 с недорогими сигнальными модулями является более дешёвым функциональным аналогом станции ET200M.

Структурная схема системы управления ЦГП после модернизации представлена на рис. 5.

В связи с удалением щита ПДКУ сократилось количество модулей УСО, а вместе с ними и количество стоек EG 184. Высвободившиеся в результате модернизации модули УСО и стойка EG 184 становятся ЗИПом.

Итак, задача минимизации стоимости KTC и работ по перемонтажу была

решена. Но проблемы безударного перевода ППО существующей системы управления ЦГП на контроллер S7-414-2 оставались. Фирма VIPA предлагает: «Замените интерфейсный модуль S5 на IM 306, выполните конфигурирование сети PROFIBUS-DP, конвертируйте программу STEP5 в программу STEP7, и система управления будет работать!». Конечно, нужно ещё заменить код, работающий с ПДКУ, на код, обеспечивающий интерфейс оператора, и создать проект WinCC, но это уже технические подробности перехода. Вместе с тем уже на этапе создания дополнительных маршрутов в силосы БХМ, которые согласно требованиям заказчика должны были быть решены до полной замены контроллера S5 на S7, мы столкнулись с проблемой изменения ППО контроллера S5, необходимого для обеспечения совместной работы нового и старого оборудования. Первоначальный код контроллера написан в конце 80-х годов на языке низкого уровня, логически запутан и осложнён множеством последующих правок, выполненных разными специалистами и в разном стиле. Каждое новое изменение — трудоёмкая работа, чреватая остановками производства, что и случилось при предшествующих модернизациях. Сопровождать этот текст сейчас некому. Поэтому подход с конвертацией, который обеспечивал перевод программного кода с языка низкого уровня контроллеров S5 на язык низкого уровня контроллеров S7, был признан малопродуктивным, и было принято другое решение — реконструировать неопределённый алгоритм по существующей



программе и устному описанию алгоритмов операторами и технологами. В последующем этот алгоритм был реализован на языке SCL с использованием созданной специалистами НПФ «Системаавтоматика» библиотеки основных производственных объектов оперативного контроля и управления (аналоговый и дискретный датчики, мотор, запорный и регулирующий клапаны, ПИД-регулятор, SFC-менеджер, SFC-шаг и др.). Но главным фактором в принятии этого решения, также чреватого возможными ошибками реализации, явилось наличие разработанной специалистами НПФ «Системаавтоматика» технологии стендовой отладки ППО с использованием имитаторов технологического объекта управления (ИТОУ), которая позволяет выполнить основную часть ПНР ППО на стендовом оборудовании, сводя к минимуму ошибки ППО системы управления промышленного объекта.

ИТОУ создаётся автоматически путём конвертации базы данных исходного проекта. Так, например, функциональному блоку клапана в имитаторе ставится в соответствие функциональный блок имитатора клапана и т.д.

ИТОУ выполняется на отдельной машине, передаёт симитированные сигналы и читает команды контроллера из массивов входов и выходов контроллера. После отключения имитатора массивы входов и выходов обновляются по результатам опроса модулей УСО. Такая архитектура обеспечивает неизменность программного кода проекта при работе с ИТОУ и с реальным объектом. ИТОУ позволяет провести наладку технологических алгоритмов и оценить дружелюбность интерфейса для оператора. Отладка программы с использованием ИТОУ позволила провести пусконаладочные работы ЦГП за 2 дня.

Выводы

1. При модернизации систем управления, построенных на базе контроллеров SIMATIC S5, удаётся значительно сократить время проведения ПНР за счёт использования стоек расширения SIMATIC S5 в качестве периферии модернизированной системы управления на базе современных контроллеров SIMATIC S7. В реализованном проекте модернизации это достигается путём использования интерфейсных модулей IM 306 фирмы

VIPA, преобразующих стойки расширения в ведомые устройства сети PROFIBUS-DP. Применительно к централизованной архитектуре системы, построенной на базе контроллеров SIMATIC S5 (стойки расширения EG 184), использование модулей IM 306 предпочтительно в сравнении с аналогичным решением на базе модулей IM 314 и IM 463-2 фирмы Siemens как с экономической точки зрения, так и с точки зрения удобства монтажа. Более того, решение фирмы Siemens позволяет работать только с контроллерами высшего класса SIMATIC S7-400, в то время как при использовании модулей фирмы VIPA наравне с дорогостоящими контроллерами серии S7-400 могут быть применены универсальные контроллеры серии S7-300.

2. ИТОУ позволяет произвести полноценную наладку ППО разрабатываемой системы на стенде, значительно сокращая сроки проведения пусконаладочных работ на промышленном объекте, что особенно важно в условиях действующего производства. ●

E-mail: shtengel@mail.ru