

Опыт внедрения системы управления сбора и хранения информации о процессе термообработки

М.В. Зайцев (ООО "ЭФО")

Описаны этапы реализации проекта по модернизации термического участка для закалки и отжига металлических изделий завода по ремонту горно-обогачительного оборудования.

Ключевые слова: модернизация, АСУТП, обследование предприятия, пусконаладочные работы, техническое задание.

Развитие техники и технологий постоянно подталкивает современные предприятия модернизировать свое производство, в том числе ТП. Естественно, что при этом перед руководством предприятий встают вопросы: в каком объеме модернизироваться и какими ресурсами. На самом деле вариантов немного:

- проводится комплексная модернизация с большими финансовыми вложениями, с пониманием того, что на время реконструкции все предприятие или его часть будет исключена из производственного процесса;
- частичная замена наиболее устаревшего оборудования или технологий. В этом случае экономический эффект может быть не таким большим, как в первом варианте, зато такая реконструкция не требует ресурсов как при полной реконструкции.

Кроме этих вопросов необходимо также определить, каким образом реализовать проект. Ведь если неправильно организовать работы по проекту, то конечной цели можно и не достигнуть.

Как внедряются АСУТП? Каждый, кто хоть раз принимал участие во внедрении, знает, что это сложный процесс, состоящий из нескольких этапов. Необязательно, что при создании технологичной АСУТП потребуется проходить через все этапы, но, на взгляд автора, правильный подход к каждому этапу позволит наиболее эффективно как для заказчика, так и для исполнителя выполнить работу. В этой статье на примере внедрения системы управления сбора и хранения информации о процессе термообработки на одном из предприятий добывающей промышленности будут рассмотрены все этапы внедрения, которые были или должны были бы быть. Автор не претендует на попытку описать идеальную АСУТП.

Рассмотрим работы, выполняемые в рамках одного небольшого проекта. Перед заводом по ремонту горно-обогачительного оборудования (ООО «ЗРГО»), расположенного на площадке ОАО "Карельский окатыш" (г. Костомукша), встала задача модернизации производства. Инициатором выступил отдел главного энергетика с целью оптимизации энергозатрат.

С позиции инжиниринговой компании перед тем, как «ввязываться» в проект, необходимо определить ключевые критерии: характер работы; объем; примерную стоимость; бюджет заказчика по данной задаче (если он, конечно, есть, хотя чаще есть требование — сделать дешево); предполагаемые сроки.

Для чего нужно получать ответы на эти вопросы?

Характер работы. Очень часто, когда принимается решение участвовать в том или ином проекте, мало внимания уделяется вопросу характера работы. Нельзя считать процесс проектирования АСУТП только задачей автоматизации неких исполнительных механизмов. В процессе анализа характера работы определяются такие моменты, как:

- где располагается объект автоматизации. Это удаленность от исполнителя, климатические требования к оборудованию. Естественно все это напрямую влияет на стоимость проекта;

- характер производства. То или иное производство или его часть, которая модернизируется, может иметь специфические требования, которые отражены в стандартах, правилах безопасности или других отраслевых документах. Очень часто исполнитель, уже подписав договор и начав проектирование, узнает, что данный проект попадает под требования, например, промышленной безопасности. И выясняется, что его специалисты не имеют права заниматься проектированием или не имеют допуск на проведение тех или иных работ. Кроме того, стоимость проекта в этом случае значительно увеличивается.

Объем. Правильная оценка объема предстоящих работ позволяет принять решение об участии в проекте, о наличии необходимых ресурсов и предполагаемых сроков его завершения.

Примерная стоимость. Оценка примерной стоимости, как правило, делается всеми, иначе нельзя подготовить технико-коммерческое предложение, планировать ресурсы и пр. Кроме того, сегодня мало осталось потенциальных заказчиков, которые не проводят конкурсный отбор по присланным предложениям. Идеально, когда примерная стоимость сравнима с бюджетом, который отводится под задачу. Не страшно, если стоимость будет даже выше. Грамотно подготовленное технико-коммерческое предложение позволит убедить заказчика в пересмотре бюджета проекта.

Предполагаемые сроки. Это не сроки, за которые объект будет сдан заказчику, а сроки, в которые заказчик планирует начать и закончить модернизацию. На каждом производстве существуют свои планы по выпуску продукции, и менять их мало кто захочет.

В описываемом проекте ответы на все перечисленные вопросы были получены, и было принято окончательное решение об участии в тендере на внедрение. Очень часто на этом этапе исполнитель готовит ком-

мерческое предложение и отправляет его заказчику. Подчеркнем, что правильно подготовленное и обоснованное предложение — это полдела к победе в тендере. И для его подготовки было бы неплохо выехать на предприятие и провести первичное обследование. Конечно, следует реально оценивать для себя экономическую целесообразность предварительного обследования до подписания контракта. Можно сработать и на «корзину». В рассматриваемом проекте выезд на объект не реализовался. Было подготовлено технико-коммерческое предложение, в состав которого входило само предложение, краткое описание системы автоматизации, предполагаемое оборудование, сроки, стоимость, гарантийные обязательства, сметы на разработку технического задания и проектирование. При подготовке смет удобно и достаточно пользоваться "Справочником базовых цен на разработку технической документации на АСУТП". Правильно составленные сметы позволяют оценить всем участникам проекта более или менее действительные затраты.

В ходе проведения тендера, проанализировав предложения от всех конкурсантов, заказчик принял решение в пользу компании ЭФО, и было достигнуто предварительное соглашение о проведении проектных и пусконаладочных работ на предприятии заказчика. К заказчику выехала группа инженеров для проведения обследования объекта.

При обследовании термического участка была произведена следующая оценка:

- состав и элементная база существующих систем управления печами. Была поднята документация по действующим печам. Обнаружилось, что существующие электрические схемы сильно отличаются от тех, что были представлены в документации. Стало ясно, что затраты предстоят больше, чем планировалось ранее. Вот поэтому-то полезно было бы выехать к заказчику до момента выставления предложения. Увы, на этом этапе исполнитель сэкономил, за что и заплатился впоследствии;

- предполагаемое расположение оборудования шкафов управления, кабельные трассы и их протяженность, местоположение сервера сбора данных и другие технические аспекты;

- многие вопросы о характере ТП термообработки на данном предприятии уточнялись у технологов. Следует отдельно отметить этот момент. Очень часто обследование сводится к подсчету сигналов управления (точек), их характеристикам, длинам кабельных трасс, пожеланиям заказчика, и все. Однако для построения и внедрения правильной АСУТП необходимо еще и знание технологии производства. Ведь не случайно существовали и существуют целые отраслевые институты, изучающие технологию производства, его особенности. В данном проекте задача не такая

Опыт - это имя, которое каждый дает своим ошибкам.

Оскар Уайльд

большая и не требует значительных ресурсов, но особенности процесса закалки и отжига были уточнены. Впоследствии это сэкономило много времени при пусконаладочных работах.

После проведения обследования, в котором принимали участие и специалисты заказчика, было подготовлено окончательное предложение с более детальным описанием системы, сроков и ресурсов, требуемых для этого.

На этом предприятии есть большой термический участок, на котором располагается семь однозонных электропечей сопротивления серий СНЗ и СНО для закалки и отжига металлических изделий. В таких печах металл нагревается за счет тепла, выделяющегося при прохождении электрического тока по спиральям, изготовленным из жароупорных металлов с большим электросопротивлением. Предельная температура нагрева элементов из наиболее жаростойких сплавов достигает 1300 °С при стойкости до 100 часов. Печь состоит из рабочей каме-

ры, образованной футеровкой из слоя огнеупорного кирпича, несущего на себе изделия и нагревателя и изолированного от металлического кожуха теплоизоляционным слоем.

Оборудование систем управления уже давно морально устарело, хотя сами печи и их силовые части находились в рабочем состоянии. При совместном обследовании объекта специалистами заказчика и исполнителя было решено оставить без замены и модернизации сами печи и заменить только системы управления (тем более, что заниматься тепловыми расчетами ни заказчик, ни исполнитель не хотели), связав их между собой в единую сеть с возможностью локального и автоматического управления и со сбором данных на рабочем месте дежурного термиста.

Таблица 1. Основные характеристики контроллера серии SMH2010

Число дискретных выходов/ входов, ед.	8/12
Тип дискретных выходов	Открытый коллектор
Уровень напряжения сигнала дискретных входов, В	Логический 0 – =0...3,4 Логическая 1 – =4,0...50
Число аналоговых входов, ед.:	
- термометров сопротивления	4
- 4...20 мА	6
Разрядность входов, ед.	10
Число аналоговых выходов, ед.	4 (0...10В)
Разрядность выходов	10
Число последовательных портов, ед.	1 × RS-485 1 × RS-232 с оптоизоляцией 1 × RS-485 с оптоизоляцией
Встроенный протокол	Modbus RTU
Память программ управления, Кбайт	128



Рис. 1

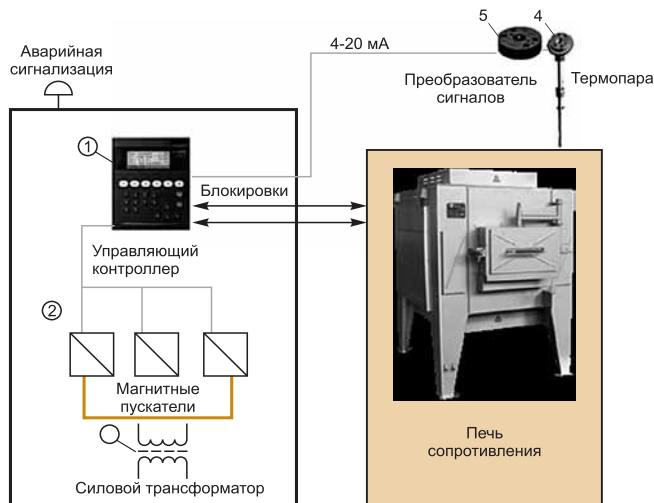


Рис. 2

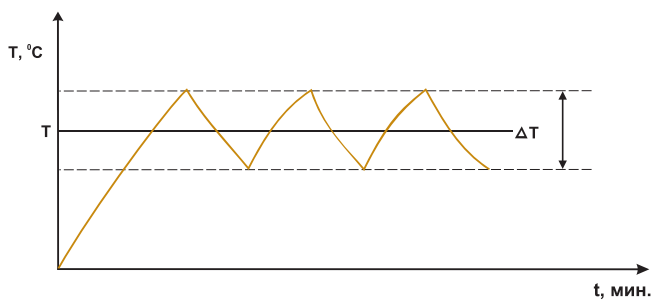


Рис. 3

На таких печах обычно устанавливались круговые бумажные самописцы, которые выполняли функцию регулирования. Данные по температуре снимались с термопар, установленных на сводах печей.

Регулирование рабочей температуры в электрических печах сопротивления производилась изменением поступающей в печь мощности. Регулирование подводимой к печи мощности могло быть произведено периодическим отключением и подключением трансформаторов печи к питающей сети (двухпозиционное регулирование). Такая схема позволяла просто заменить самописцы-регуляторы более современными контроллерами, повторив алгоритм управления.

На основании полученных после обследования предприятия данных было подготовлено коммерческое предложение, в котором отдельными пунктами проговаривались такие этапы внедрения, как подготовка и согласование технического задания специалистами исполнителя и заказчика. Это позволило «отжать» некую сумму, которая ушла на закупку дополнительного оборудования не предусмотренного ранее. Забегая вперед, отметим, что пришлось отказаться от всей автоматики, которая уже стояла, оставив только технологическую и силовую части, то есть сами печи и нагреватели. Тот документ, который был представлен заказчиком первоначально, нельзя было назвать техническим заданием (ТЗ). Новое ТЗ готовилось исполнителем на основе ГОСТ 34.602-89, оно стало основой

для выполнения работ по техническому и рабочему (технорабочему) проектированию, а также при подготовке к вводу системы в действие. Здесь не нужно изобретать велосипед, так как данный ГОСТ очень детально регламентирует все требования к проекту. Вопросов к представленному ТЗ не возникло ни у кого. Поэтому ТЗ быстро согласовали и на его основе подготовили проектную документацию, подробно вникать в которую заказчик уже не стал, так как на примере ТЗ убедился в компетентности специалистов исполнителя.

В качестве управляющего контроллера был выбран С2010-4323-001-3, выпускаемый компанией Сегнетикс (рис. 1). Контроллер программируется с помощью бесплатного ПО в стандарте IEC 61131-3 и имеет характеристики, представленные в табл. 1

Заказчику был предложен следующий алгоритм работы системы (рис.2).

– Контроллер (1) посылает управляющий импульс на магнитные пускатели (2), которые подают напряжение 380В на повышающие трансформаторы для включения нагревательных тэнов (3).

– Нормированный сигнал с термопары (4) через преобразователь сигнала термопар СТК-035 (5) поступает на аналоговый вход контроллера. Поддержание заданного уровня температуры достигается путем временного отключения питания с трансформаторов.

– С пульта (1) на местном шкафу управления задается кривая нагрева (рис. 3).

Температура в печи растет до значения $T + 1/2 \Delta T$, где T – заданная температура нагрева, ΔT – заданный интервал температуры, в пределах которого происходит регулирование (гистерезис температуры). В этот момент контроллер отключает печь.

За счет поглощения теплоты нагреваемым телом и потерь в окружающее пространство температура снижается до значения $T - 1/2 \Delta T$, после чего контроллер вновь выдает команду на подключение печи к сети. При этом задаются температура, время предварительного нагрева и время выдержки при данной температуре (до четырех промежуточных точек) и окончательная температура, при которой производится закалка T_n .

– Данные от каждого контроллера печи по протоколу ModbusRTU интерфейса RS-485 поступают на пост дежурного термиста. Пост представляет собой панельный компьютер, на который установлена SCADA-система. Здесь оператор может увидеть текущую информацию о режимах работы всех печей, поднять архивные данные, текущие события и аварии, а также квитировать их.

– Кроме управления процессом нагрева были реализованы различные функции защит:

- блокировка включения печи при открытых дверях;
- отключение питания в случае пропадания сигнала с термопары;
- выключение печи при отключении автоматов питания цепей нагрева.

В процессе наладки системы возникли трудности с поддержанием температуры в заданных диапазонах. Это было связано с тем, что кабель между термопарой и контроллером был не компенсационным, а простым медным проводником, проложенным без всяких экранов по общим каналам. Из-за этого измененная температура сильно отличалась от реальной. Стоимость такого кабеля в некоторых случаях доходит до 10 долл. США за 1 метр. С целью экономии средств было решено оставить обычную витую пару, а на выходе термопары поставит преобразователь. Очень хорошо подошел преобразователь СТК-035.04-03 (рис. 4), который благодаря своей форме устанавливается прямо в головке термопары.



Рис. 4



Рис. 5

После согласования проектной документации исполнитель приступил к написанию алгоритмов и программ для контроллеров, к сборке шкафов управления. Шкафы собирались на территории исполнителя и уже в собранном виде, с запрограммированными контроллерами отправились к заказчику. Чтобы не выйти за рамки бюджета, в проекте пришлось использовать некоторые отечественные комплектующие, которые обладают меньшей надежностью, но заказчик был честно об этом предупрежден.

Пусконаладочные работы проводились совместно со специалистами заказчика по следующим причинам:

- удаленность объекта автоматизации не позволяла отправить на объект много персонала. Монтажники для прокладки кабельных трасс, монтажа шкафов были местными;

- одновременно с монтажом и пусконаладкой происходило обучение специалистов, а это снижение командировочных расходов.

Но гладко пусконаладочные работы не прошли. Как говорится «человек предполагает, а бог располагает». Так и в нашем случае — руководство приняло решение о совместных монтажных работах, местный персонал старался игнорировать эти работы. Зачем им это надо? Им же не платят больше их окладов, поэтому пришлось «изыскать» средства, что бы «заинтересовать» местных. Этот случай, к сожалению, является довольно типичным для нашего времени, а жаль...

Других «трудностей», кроме разве что сгоревшего тестера и спецовки, не возникло, и в назначенный срок печи на предприятии заказчика заработали на новом оборудовании. Вся команда благополучно отправилась домой, оставив одного дежурного на время тестовой эксплуатации. Через две недели акт был подписан, и работа окончательно сдана.

После гарантийной эксплуатации в течение 2 мес. только за счет холостой работы стала заметна экономия электроэнергии на данном участке почти на 20%.

Когда печи стали работать более стабильно, и появилась возможность более точно управлять процессом нагрева, главный технолог предприятия запросил предоставить возможность не только оперативно получать технологические карты по термическому участку, но и иметь возможность из здания АБК задавать параметры термообработки. Конечно же, вопрос опять уперся в финансы. Дело в том, что расстояние от участка до отдела главного технолога только по прямой 400 м, а с учетом прокладки кабеля по перекрытиям — больше 1500 м. Инженерами исполнителя было предложено оригинальное по тем

временам решение. К интерфейсу RS-485, кроме уже подключенных семи шкафов управления и поста термиста, подключили адаптер с RS-485/RS-422/RS-232 и беспроводным клиентом сети Ethernet FL WLAN SPA производства Phoenix Contact (рис. 5). Точки доступа Factory Line WLAN разработаны специально для применения в тяжелых промышленных условиях и предназначены для мобильного применения. Они обеспечивают надежный и безопасный беспроводный доступ к сети и стабильное соединение на расстоянии нескольких сотен метров с удаленными внешними станциями. На здании АБК была установлена такая точка доступа Wi-Fi FL WLAN 230 AP 802-11 этого же производителя. Кроме того, была доработана программа на пульте оператора с учетом потребностей технологов.

Таким образом, завершив данное эссе одной фразой — при проектировании и внедрении АСУТП не изобретайте ничего нового. Все, что касается процедурных и организационных вопросов уже давно оговорено в нормативных документах. Остается только правильно ими воспользоваться и ... творить.

Зайцев Михаил Вячеславович - инженер-консультант отдела промышленной автоматизации ООО "ЭФО".

Контактный телефон (812) 331-09-64.

E-mail: mivz@efo.ru

Оформить подписку на журнал "Автоматизация в промышленности" вы можете:

- в России — в любом почтовом отделении по каталогу "Газеты. Журналы" агентства "Роспечать" (подписной индекс **81874**) или по каталогу "Пресса России" (подписной индекс **39206**).
- в странах СНГ и дальнего зарубежья — через редакцию (www.avtprom.ru).

Все желающие, вне зависимости от места расположения, могут оформить подписку, начиная с любого номера, прислав заявку в редакцию или оформив анкету на сайте www.avtprom.ru

В редакции также имеются экземпляры журналов за прошлые годы.