

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА АСУТП ГИБКИ И СВАРКИ ТРУБ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ В ХОДЕ МОДЕРНИЗАЦИИ И ПЕРЕБОРУДОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

DEVELOPMENT OF THE PROJECT PROCESS CONTROL SYSTEM OF BENDING AND WELDING OF PIPES FROM STAINLESS STEEL DURING MODERNIZATION AND REFINING THE PRODUCTION

**K. Nesterov
O. Tolstel
S. Nesterov
E. Grishin**

Summary. This article describes the process of developing an integrated process control system for an enterprise for the production of stainless steel pipes, based on the combination of local automation systems into a factory information technology system. Briefly describes the technological cycle of the production, the equipment used, its features, as well as its change as a result of the introduction of the process control system. Describes the requirements for quality control of products and methods for this control. The features and composition of the process control system are explained. The items of equipment included in the process control system are listed, their technical characteristics are given, their choice is justified. Software and their structure, the interaction of elements in the system, the main tasks solved by the process control system and their influence on the quality of the finished product are described. The technical and economic analysis and justification of the application of the process control system for this production is carried out.

Keywords: PCS, SCADA systems, systems for continuous quality control of products, systems for continuous monitoring of equipment condition.

Нестеров Кирилл Сергеевич;

Главный инженер, ООО «Промдиагностика»
nesterovKS@promdiag.bizml.ru

Толстель Олег Владимирович
К.т.н, доцент, БФУ им. Им. Канта
tolstel.oleg@mail.ru

Нестеров Сергей Валериевич
К.ф.-м.н, ООО «Алгоритм-Софт»
serg0044@mail.ru

Гришин Евгений Сергеевич
Директор, ООО «Промдиагностика»

Аннотация. В данной статье описывается процесс разработки комплексной АСУТП предприятия по производству труб из нержавеющей стали, на основе объединения локальных САУ в единую информационно-технологическую систему. Кратко описывается технологический цикл данного производства, используемое оборудование, его особенности, а также его изменение в результате внедрения АСУТП. Описываются требования к контролю качества выпускаемой продукции и методы этого контроля. Объясняются особенности и состав АСУТП. Перечисляются элементы оборудования, включаемые в систему АСУТП, приводятся их технические характеристики, обосновывается их выбор. Описываются программные средства и их структура, взаимодействие элементов в системе, основные задачи, решаемые АСУТП и их влияние на качество выпускаемой готовой продукции. Производится технико-экономический анализ и обоснование применения системы АСУТП для данного производства.

Ключевые слова: АСУТП, SCADA системы, системы непрерывного контроля качества продукции, системы непрерывного контроля состояния оборудования.

Введение

Предприятие ООО «Технотюб» специализируется на производстве сварных нержавеющей труб для широкого круга потребителей. Производство нержавеющей труб со сварным швом включает в себя применение сварочного оборудования. Независимо от того, какой именно метод сварки применяется (электросварка, сварка лазером, сварка плазмой, сварка пучками электронов), суть процесса одинакова: лист (штрипса — плоская заготовка в виде рулона) из нержавеющей стали сворачивается при помощи валков прокатного стана, и края его соединяются с помощью сварного шва.

После этого шов зачищается, шлифуется и проходит все необходимые испытания, доказывающие его прочность. Последний этап труба проходит калибровку и нарезается на куски нужной длины. Согласно ГОСТ 11068–81 (Трубы электросварные из коррозионностойкой стали. Технические условия) [1] допустимый диаметр сварных труб из нержавеющей сталей (от 8 до 102 мм) и допустимая толщина их стенок — от 0,8 до 4 мм. С целью контроля качества продукции, контроля соответствия фактического процесса производства технологическим картам и схемам для различных видов материалов и подтверждения параметров продукции потребителям на предприятии планируется создание АСУТП.

Существующий уровень автоматизации

В настоящее время на предприятии функционирует пять прокатных станов и участок подготовки ленты (плоской заготовки) из нержавеющей стали (машина нарезки из рулонов материала), а также планируется установка стана для производства труб с повышенными требованиями для химической и атомной промышленности). В АСУТП планируется включение станов с лазерным процессом сварки и монтируемым станом. Всего — до пяти прокатных станов и участок подготовки заготовок.

В настоящее время линии по производству труб представляют собой систему локальных САУ на микроконтроллерах различных производителей (Siemens, Omron) [2], [3] синхронизируемых перемещаемой заготовкой. Используется оборудование итальянского производства [4]. Для большинства применений качества получаемых изделий достаточно. Оборудование позволяет выпускать полированные и шлифованные трубы, калиброванные по основным геометрическим параметрам.

К недостаткам существующей системы производства можно отнести следующее:

1. Фиксация параметров технологического процесса не ведется, связь номера партии выпущенной продукции и параметров ее жизненного цикла производства установить невозможно.
2. Невозможно контролировать соответствие параметров технологического процесса производства технологической карте из базы данных для различных видов и марок стали.
3. Техническое обслуживание оборудования и полировку валков, устранение возникающих дефектов производят по наработке.

Создаваемый уровень

После внедрения АСУТП будут решены следующие задачи и произойдут изменения организации и контроля процесса производства:

1. Для различных марок стали будут контролироваться значимые параметры технологического процесса в соответствии с базой данных [5], содержащей требуемые параметры технологического процесса в зависимости от марки сырья и его геометрических параметров.
2. Все значимые параметры технологического процесса будут фиксироваться в базе данных, номер партии будет связан с набором технологических параметров.
3. Качество продукции будет непрерывно контролироваться методами неразрушающего контроля

4. Процесс производства будет визуализирован, контроль работы оборудования будет производиться непрерывно и будет доступен всем лицам, контролирующим производственный процесс
5. Будет производиться непрерывный контроль состояния оборудования на основе анализа тенденций изменения (ухода) технологических параметров от рабочих характеристик. Соответственно, будет формироваться логический вывод о необходимости проведения ТО или приобретении ЗИП для элементов оборудования, могущих отказать [6]. Будет накапливаться знания по поиску неисправности в оборудовании в базе данных, что позволит снизить простои оборудования вследствие отказов.
6. Управление ТО и ТР будет производиться с использованием ЕАМ, что позволит снизить затраты на процесс ТО и ТР и прогнозировать необходимые ресурсы.

Технические характеристики оборудования

АСУТП будет получать сигналы от контроллеров локальных САУ, для контроля качества продукции будут смонтированы дополнительные датчики, обеспечивающие ультразвуковую диагностику качества сварного шва и толщины стенки трубы. Данные будут собираться в локальные интеллектуальные станции на базе контроллеров Siemens S7-1500 (по одной на стан) с блоками расширения и коммуникационными модулями для ввода сигналов с САУ оборудования и дополнительно установленных датчиков.

АСУТП реализуется на ПО верхнему уровню Master SCADA Российской разработки (ООО «ИнСат»), что обеспечит поддержку ПО разработчику в случае осложнения международной обстановки и введении санкций. Система имеет внедрения на многих промышленных предприятиях, объектно-ориентирована, работает как SoftLogic система, т.е. формирует код для всей линейки объектов, включаемых в АСУТП. Общее число внедрений Master SCADA системы составляет десятки тысяч практически во всех отраслях промышленности в России, ближнем и дальнем зарубежье (данные с ULR: <https://insat.ru/products/?category=9>) [7].

Для SCADA и задач анализа и обработки данных планируется создание аппаратной АСУТП и помещения оператора, в котором размещается оборудование верхнего уровня (сервера, рабочие станции) и коммуникационное оборудование (коммутаторы промышленных протоколов, преобразователи интерфейсов). Оборудование защищается системой бесперебойного электропитания, обеспечивающей работу системы не менее 30 минут. [8]



Рис. 1. Структурная схема АСУТП

Серверное оборудование размещается в запираемом шкафу, оборудованном системой поддержания микроклимата (температура, влажность), либо отдельном помещении, оборудованном системой контроля и управления доступом и поддержанием микроклимата, необходимого для работы оборудования.

Оператор размещается за пультом, оборудованном тремя мониторами 27 дюймов и профессиональным дисплеем 70 дюймов для отображения общей схемы технологического процесса или вывода необходимой подсистемы.

Серверное оборудование включает:

1. Сервер базы данных технологических карт — 1 шт.
2. Сервер опроса — 2 шт.
3. Сервер архивации (СУБД MS SQL или MySQL) — 1 шт.

4. Сервер вспомогательных аналитических систем.

Структурная схема АСУТП приведена на рис. 1

Образцы оборудования проектируемых контроллеров приведены на рис. 2

В связке с АСУТП на производство внедряется система диагностики состояния оборудования собственной разработки, выполняющая анализ потока диагностических данных, которое будет функционировать как программно-аппаратное средство, позволяющее осуществлять раннюю диагностику неисправностей технологического оборудования, в том числе работающее и как элемент систем CMMS и EAM. Это позволит предотвращать технологические аварии, своевременно корректировать порядок регламентного обслуживания оборудования и его ремонтов и экономить в результате значительные

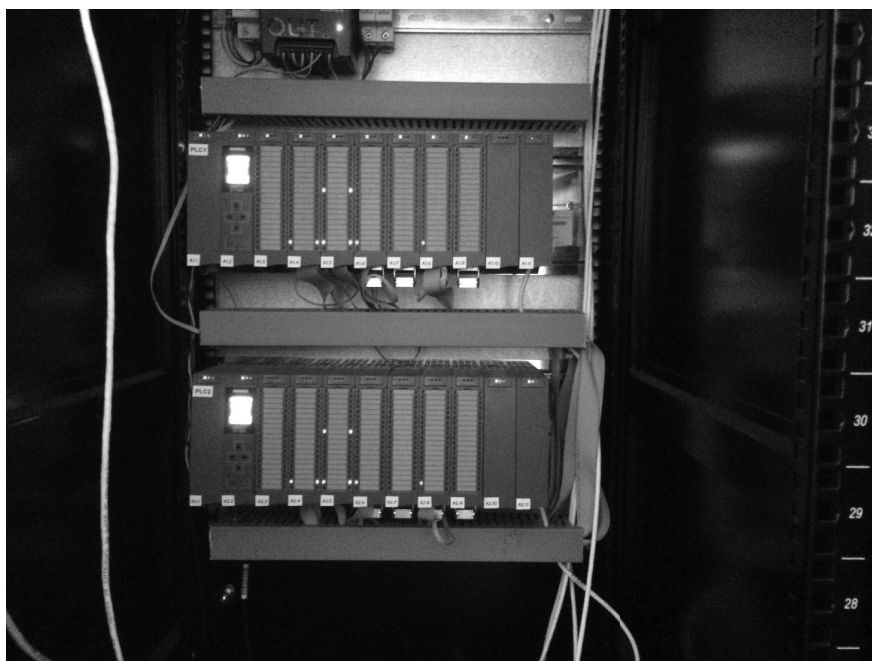


Рис. 2. Контроллеры Siemens S7–1500

финансовые ресурсы. Система позволяет сделать вывод о текущем состоянии наблюдаемого оборудования, что позволяет проводить его обслуживание по фактическому состоянию [9]. Система получает информацию как от верхнего уровня АСУТП, так и с уровня контроллеров или дополнительно введенных контроллеров с набором необходимых датчиков.

Основные технические параметры продукта для локальной реализации системы:

1. Объем одновременно анализируемых параметров по одной единице оборудования — не менее 100.
2. Объем одновременно анализируемых единиц оборудования — не менее 1000
3. Периодичность обновления информации о состоянии оборудования — не реже 1 раз в 5 мин.
4. Глубина хранения архива технологической информации — не менее 3 месяцев
5. Вероятность точного прогноза состязания оборудования (ожидаемого отказа и его типа) — не менее 80%

Исследования показали, что, по факту, не менее 50% регламентных ремонтов выполняются без особой необходимости. Также, в некоторых случаях, это приводит к снижению безотказности работы оборудования (временной или постоянной). Эффективность стратегии обслуживания по состоянию оценивается в 30% стоимости общего парка машин.

Расчеты показывают, что внедрение АСУТП и обслуживание по фактическому состоянию позволяет:

1. Сократить количество обслуживаний на 50%
2. Сократить затраты на обслуживание на 75%
3. Уменьшить количество отказов на 70% за первый год работы
4. Снизить издержки вследствие внезапных отказов оборудования
5. Снизить, времена простоя при поиске неисправности.

Заключение

Внедрение системы АСУТП на объекте автоматизации даст следующие положительные результаты:

1. Позволит производить непрерывный контроль качества производимой продукции.
2. Позволит производить контроль состояния парка используемого промышленного оборудования и оптимизировать затраты на его обслуживание.
3. Позволит руководящему персоналу предприятия контролировать ход технологического процесса и его значимые параметры.

Благодарности

The work was supported by Ministry of Education and Science of the Russian Federation under the agreement No.14.578.21.0141 (unique project identification number RFMEFI57815X0141).

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 11068–81 (Трубы электросварные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия)
2. Официальный сайт ООО «Сименс» [Электронный ресурс] <https://www.siemens-pro.ru/components/s7-1500.htm>
3. Официальный сайт Omron Electronics LLC [Электронный ресурс] <https://industrial.omron.ru/ru/products/programmable-logic-controllers>
4. Официальный сайт Guzzetti SPA [Электронный ресурс] <http://www.guzzetti.com/en/azienda/>
5. Типовая отраслевая база данных технологического назначения для автоматизированного формирования комплектов технологической документации по всем видам технологических переделов
6. Stephan H., Karl F. Knowing plant — Decision supporting and planning for engineering design // Intelligent Systems in Design and Manufacturing III. Proc. SPIE. 2000. P. 376–384.
7. Официальный сайт ООО «ИнСАТ» [Электронный ресурс] <https://insat.ru/products/?category=1536>
8. Е. С. Калинина, С. В. Нестеров, О. В. Толстель. Диагностика и аппаратное моделирование неисправностей промышленного оборудования. // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2014. Вып. 10. ISSN2223–2095, e-ISSN2310–3698. С. 82–86 (перечень ВАК).
9. Научно-технический отчет «Разработка базовой схемы построения программно-аппаратного комплекса непрерывной диагностики промышленного оборудования и его основных подсистем. Разработка правил диагностики и логических выводов о состоянии оборудования». Учен 19/08/2016 номер НИОКРТ АААА-А16–116081910018–2

© Нестеров Кирилл Сергеевич (nesterovKS@promdiag.bizml.ru),

Толстель Олег Владимирович (tolstel.oleg@mail.ru), Нестеров Сергей Валериевич (serg0044@mail.ru), Гришин Евгений Сергеевич.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Балтийский федеральный университет им. И. Канта