

АВТОМАТИЗАЦИЯ ГОРЯЧЕГО СТАНА «КВАРТО 2800» ДЛЯ ПРОКАТКИ ЛИСТОВ ИЗ АЛЮМИНИЯ

ЗАО «Автоматизированные системы и комплексы»

В настоящее время на многих металлургических предприятиях продолжают работать станы горячей прокатки, не оснащенные современными средствами автоматизации. Их продукция с каждым годом становится все менее востребованной на рынке из-за не соответствия новым требованиям, предъявляемым к качеству. ЗАО «Автоматизированные системы и комплексы» (г. Екатеринбург) представляет решение, позволяющее существенно повысить качество листа, прокатываемого на старых станах, путем внедрения относительно дешевой АСУТП. Предложенное решение реализовано в ходе реконструкции электроприводов и систем автоматизации на реверсивном стане «Кварто 2800», предназначенном для горячей прокатки листов из алюминия на предприятии «Алкоа Металлург Рус» (г. Белая Калитва).

Ключевые слова: металлургическое предприятие, автоматизация, модернизация, электроприводы, АСУТП, прокатка листов.

Одним из основных показателей качества прокатанного листа является точность по толщине. На реверсивных горячих станах, на которых нажимные винты (НВ) могут перемещаться только на холостом ходу, когда металла в валках нет, толщина прокатанного листа определяется точностью установки нажимных винтов перед последним проходом. Так как прокатная клетка ведет себя как пружина (чем больше усилие прокатки, тем больше межвалковый зазор), то положение нажимных винтов перед последним проходом надо установить с учетом растяжения клетки. Для этого надо предугадать величину растяжения. Это не простая задача, так как растяжение клетки зависит от многих параметров прокатки: толщины листа на входе и на выходе из клетки, его ширины, температуры, пластичности, скорости прокатки, интенсивности охлаждения прокатных валков.

При прокатке в ручном режиме оператор устанавливает положение нажимных винтов, исходя из своего опыта, поэтому ошибки в толщине получаются непредсказуемыми, что приводит к большому проценту брака. Для расчета растяжения клетки при прокатке строятся математические модели прокатной клетки, разрабатываются БД, из которых берется информация о предыдущих прокатках.

В статье приводится пример решения этой задачи, а также описаны общие решения, реализованные в АСУТП, внедренной на горячем стане 2800 на заводе «АЛКОА Металлург Рус» (г. Белая Калитва).

Описание объекта автоматизации

Реверсивный стан «Кварто 2800» предназначен для горячей прокатки литых слитков алюминия и его сплавов (толщина 180...420 мм; ширина 1100...2560 мм; длина 1200...6000 мм; вес до 9 т; температура нагрева до 500 °С), листов и полос с минимальной толщиной 6,0 мм и максимальной длиной до 30 м. На выходе стана используется рентгеновский измеритель толщины фирмы Mesacon.

Стан помимо клетки с горизонтальными валками включает также:

- две вертикальные клетки с приводами валков и нажимных винтов;
- направляющие манипуляторные линейки перед/за станом с индивидуальным приводом;

Технические характеристики горизонтальной клетки

Диаметр рабочих валков, мм.....	750
Мощность электропривода рабочих валков, кВт.....	6400
Число оборотов рабочих валков, об/мин.....	0...60...120
Мощность электродвигателей	
нажимных винтов (НВ), кВт.....	2x110
Усилие прокатки максимальное, т.....	3000
Ход НВ, мм.....	400
Скорость максимальная НВ, мм/с.....	14

- рольганги: подводящие — 4 секции; отводящие — 3 секции; рабочие для разворота проката перед/за станом; станинные ролики перед/за станом;
- систему эмульсионную и охлаждения валков.

Основной проблемой на стане являлось отсутствие систем автоматизации. Управление прокаткой велось тремя операторами в ручном режиме с двух пультов управления. На предприятии выпускался значительный процент брака по толщине проката, при этом отмечалась низкая производительность.

Цели работы по внедрению новой системы автоматизации:

- управление станом в полуавтоматическом режиме по заданным программам прокатки с одного нового пульта управления;

- замена механической связи между НВ горизонтальной клетки электрической синхронизацией и управление НВ в полуавтоматическом режиме с точностью $\pm 0,01$ мм;

- автоматическая синхронизация скоростей рольгангов со скоростью главного привода клетки;

- косвенное вычисление толщины прокатываемого листа на основании математической модели с автоподстройкой по фактической толщине с точностью $\pm 0,1$ мм;

- установка положения НВ на заданную толщину для обеспечения прокатки с точностью $\pm 0,1$ мм;

- установка на пульте управления видеонаблюдения на важных участках работы стана.

Для выполнения этих целей была реализована АСУТП стана (рис. 1), включающая:

- программируемый контроллер Simatic S7-400 производства фирмы Siemens со станциями удаленных входов/выходов ET200S;

- единый пульт управления, расположенный на входной стороне стана и рассчитанный для од-

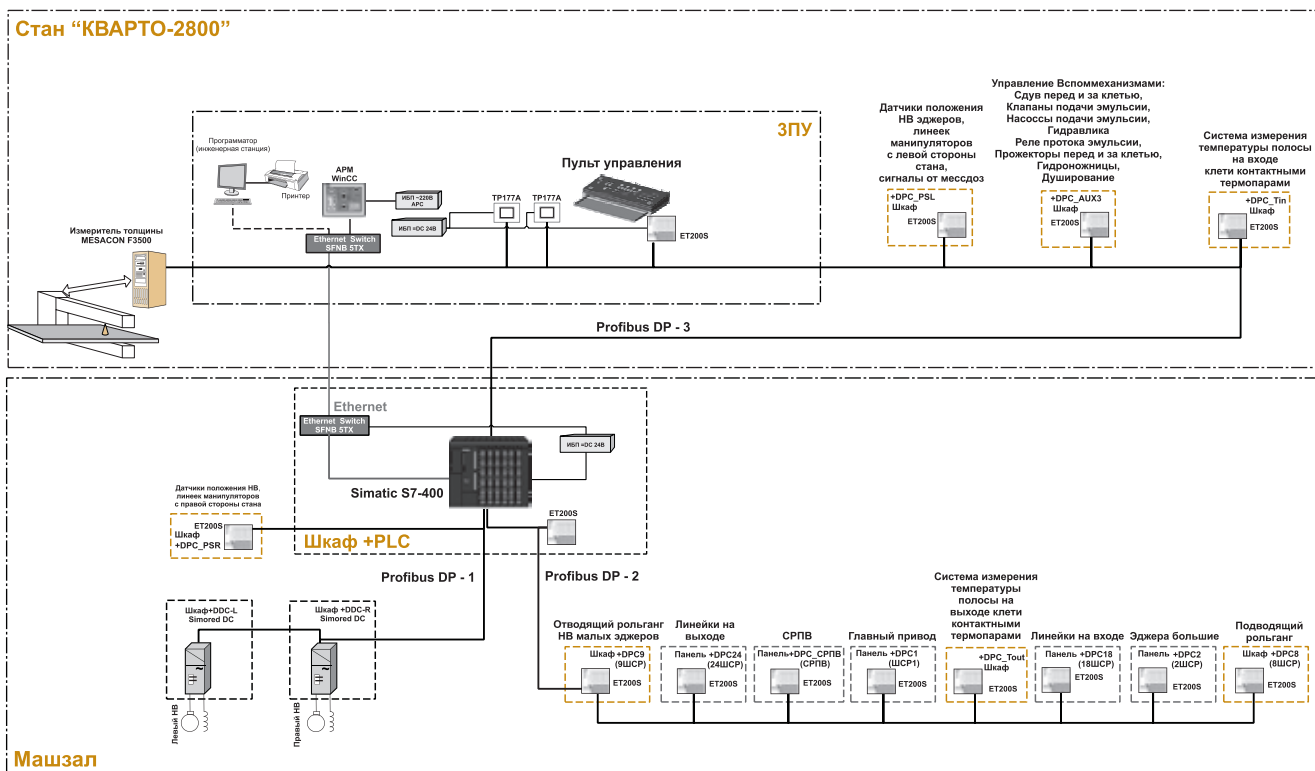


Рис. 1. Структурная схема АСУТП

современной работы двух операторов, на котором помимо кнопок, ключей и индикаторных ламп находятся шесть джойстиков для ручного пропорционального задания скоростей основных приводов стана, два графических дисплея, одна операторская станция со SCADA пакетом WinCC и пять мониторов видеонаблюдения;

- комплект датчиков:
- многооборотные кодовые датчики, связанные непосредственно с НВ горизонтальной клетки через безлюфтовую передачу;
- импульсный датчик на рабочих валках горизонтальной клетки для измерения скорости;
- многооборотные кодовые датчики для измерения положения НВ обеих вертикальных клеток, а также всех линеек манипуляторов с обеих сторон стана;

- термомпары и пирометры с обеих сторон стана для измерения температуры полосы;
- месдозы с левой и правой сторон прокатки для измерения усилия в горизонтальной клетке.

Основной целью при модернизации электропривода НВ горизонтальной клетки была замена жесткой механической связи между левым и правым винтом на электрическую синхронизацию (электрический вал), что позволило перед очередным проходом оперативно изменять взаимное положение винтов и управлять серповидностью или волну по краю проката. В системе используются многооборотные датчики абсолютного положения, присоединение которых к НВ выполнено оригинальным двухзвенным шарнирным безлюфтовым механизмом конструкции компании «АСК».

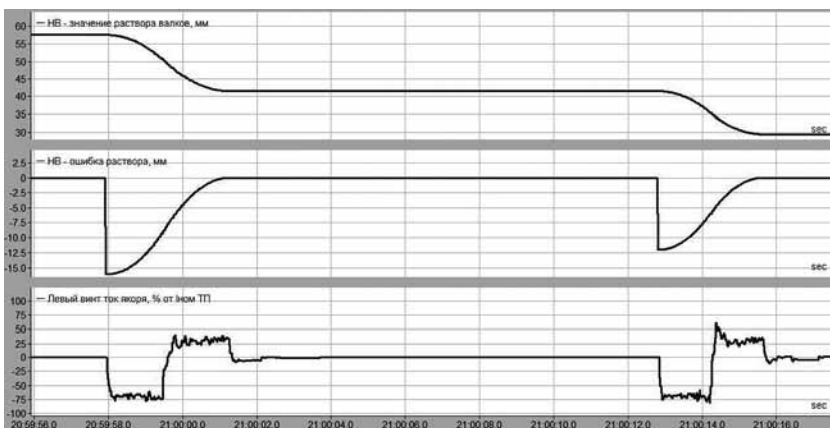


Рис. 2. Отработка электроприводом НВ двух скачков задания на перемещения вниз

Питание обмотки якоря и возбуждение каждого двигателя нажимных винтов выполняется от цифрового тиристорного преобразователя SIMOREG. В приводе выполнены регуляторы токов якоря и возбуждения и регулятор с обратной связью по ЭДС. Регулятор электрической синхронизации и параболический регулятор положения НВ реализуются в контроллере.

В результате наладки получена точность отработки задания на положение винтов и синхронизации +0,01 мм при максимальной скорости и темпе разгона и торможения (рис. 2).

Синхронизация скоростей рольгангов со скоростью главного привода клетки выполнена с учетом величин обжатия или вычисляемого опережения металла в клетки, а для отводящих рольгангов с биконическими роликами также с учетом ширины полосы. Это позволяет точно подстраивать линейные скорости рольгангов под скорость проката и уменьшить число дефектов поверхности полосы.

АСУТП «Кварто-2800» реализована на аппаратных и программных средствах фирмы SIEMENS. Ядром ПЛК является процессорный модуль CPU414-3.

Связь АСУТП со всеми электроприводами стана выполнена аналоговыми и дискретными сигналами через станции удаленных входов/выходов ET200S по сети Profibus DP.

По сети Industrial Ethernet происходит обмен данными контроллера S7-400 с толщиномером MESACON, панелью оператора, на которой установлен SCADA пакет WinCC, с инженерной станцией, где функционирует ПО для разработки программ, ПЛК STEP7 и ПО фирмы ibaPD для регистрации сигналов.

Верхний уровень АСУТП, реализованный на WinCC, выполняет следующие функции:

- контроль, визуализация и архивация параметров прокатки;
- хранение в энергонезависимой памяти технологических карт обжатий всех основных обрабатываемых на стане сортаментов;
- ручная установка оператором рекомендованного обжатия в соответствии с картой обжатия из памяти;
- запоминание карт обжатия в памяти при «Ручной» работе;
- полуавтоматическая установка обжатия по проходам в соответствии с картой обжатия.

В полуавтоматическом режиме система осуществляет изменение растворов горизонтальных валков

при смене пропуска в соответствии с программой обжатий. Команда на смену пропуска выдается оператором кнопками: «Следующий пропуск», «Первый пропуск». Отключение полуавтоматического режима происходит при ручном вмешательстве оператора.

Технологическая программа прокатки (положения НВ по пропускам) может быть выбрана оператором из библиотеки программ или набрана вручную.

Подсчет пропусков производится по числу нажатий кнопки «Следующий пропуск». Возврат системы к раствору первого пропуска производится от кнопки «Первый пропуск». На рис. 3. представлен видеокادر «Текущая программа прокатки».

На верхнем уровне АСУТП реализована математическая модель горизонтальной клетки, которая по сигналам усилия прокатки и положения НВ вычисляет текущую толщину прокатываемой полосы, усредняет ее по длине после очередного прохода и определяет перед последним проходом положение НВ, которое они должны занимать, чтобы получить на выходе полосу заданной толщины.

Вычисление толщины полосы по величине раствора валков и усилию прокатки производится с учетом нелинейности растяжения станины клетки, ширины полосы и начальных условий при калибровке НВ (установка нулевого межвалкового раствора).

Толщина вычисляется по формуле:

$$H = S + G - G_0 + G_b,$$

где S — раствор НВ; G — растяжение клетки; G_0 — растяжение клетки при усиллии калибровки; G_b — учет ширины полосы.

Растяжение клетки от усилия принято нелинейным при малых усилиях и аппроксимировано параболой.

При работе происходят температурные изменения размеров деталей стана (станина, валки), учет которых

непосредственным измерением их температуры невозможен, поэтому для получения достаточно точных результатов вычисления толщины необходимо или чаще выполнять калибровку НВ, или, что предпочтительнее, вносить поправку путем сравнения с толщиной, измеренной рентгеновским толщиномером, установленным на выходе стана.

После производства калибровки в течение 1 часа или введения поправок от толщиномера погрешность вычисления средней толщины за один проход составляет $\leq + 0,1$ мм.

После окончания прохода вычисляется средняя величина коэффициента пластичности полосы на данном проходе, которая определяется как величина обжатия (измеряется в мм), деленная на усилие прокатки в квадрате (измеряется в тоннах). Исходя из характера изменения этого коэффици-

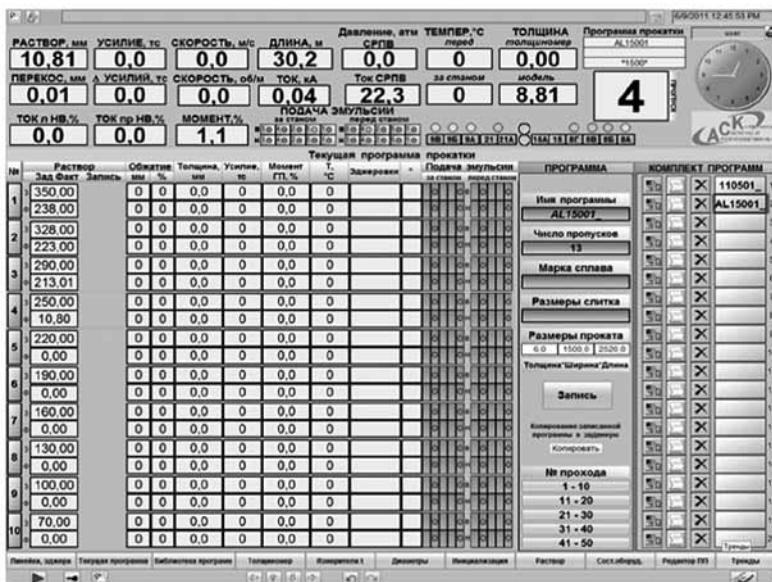


Рис. 3. Видеокادر «Текущая программа прокатки»

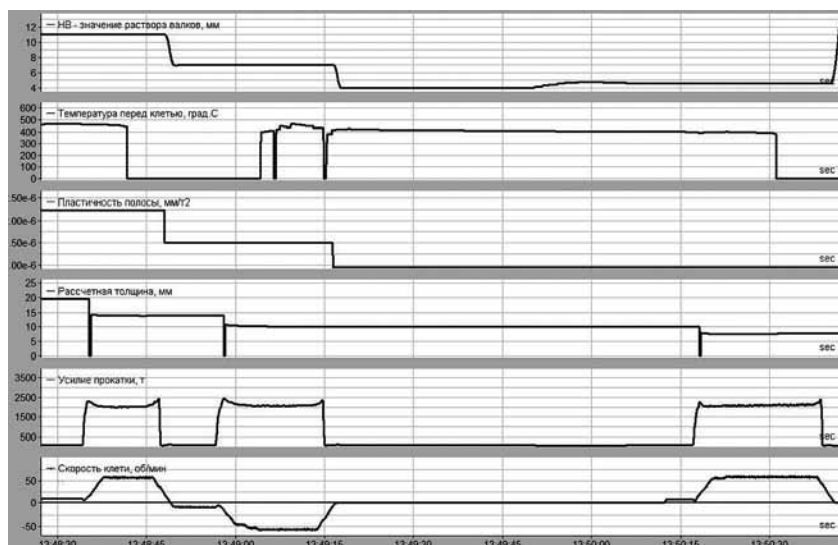


Рис. 4. Осциллограмма прокатки с моделью горизонтальной клетки

ента от прохода к проходу, а также с учетом его величины на последнем проходе при прокатке предыдущих листов того же сортамента, прогнозируется величина коэффициента пластичности полосы для последнего прохода текущего прокатываемого листа. При этом дополнительно измеряется с помощью пирометра и учитывается температура листа непосредственно перед последним проходом, так как тонкая полоса быстро остывает и ее пластичность достаточно быстро уменьшается. Определенный таким образом коэффициент пластичности позволяет прогнозировать усилие прокатки и величину межвалкового зазора (положение НВ), которое надо установить, чтобы получить после последнего прохода полосу заданной толщины. Для использования данных по коэффициенту пластичности предыдущих прокатов выполняется его идентификация и автоматическое архивирование

в БД. При совпадении идентификаторов текущей прокатки с каким-либо идентификатором в БД из базы извлекается величина коэффициента пластичности, которая используется для прогнозируемого расчета толщины или положения НВ перед последним пропуском.

Осциллограмма двух предпоследних и последнего проходов при прокатке листа с толщиной на выходе 7 мм приведена на рис. 4. Положение левого винта (межвалковый зазор) устанавливается в значения: 8,5 мм, 4 мм и 1,5 мм перед последним пропуском. При этом толщина полосы после очередного прохода уменьшается соответственно: с 14 мм до 10 мм и 7 мм. Легко определить, что растяжение клетки составляет приблизительно 5,5...6 мм при усилиях прокатки под левым винтом около 1100 тонн. Температура листа в интервал времени 25 с между предпоследним и последним проходом уменьшается с 430 до 400 °С. Пластичность полосы от прохода к проходу уменьшается весьма существенно. Разработанная модель позволяет с достаточно хорошей точностью косвенным способом измерять толщину прокатываемой полосы и выставлять межвалковый растров, для получения на выходе проката заданной толщины.

Разработанная и внедренная в 2011 г. система автоматизации на горячем стане «Кварто 2800» позволила повысить качество прокатываемого на стане листа и одновременно увеличить производительность за счет увеличения ритмичности работы и снижения времени простоя из-за отказов в работе оборудования.

Браун Александр Евгеньевич — канд. техн. наук, главный инженер,
Вахрушев Станислав Михайлович — ведущий специалист,
Тикоцкий Александр Ерахлаевич — канд. техн. наук, ведущий специалист
 ЗАО «Автоматизированные системы и комплексы».
 Контактный телефон (343) 360-05-01.
 E-mail: brawn@asc-ural.ru, vakhrushev@asc-ural.ru, tikotskiy@asc-ural.ru

Центр управления сетями, разработанный ЗАО "РТСофт", обеспечивал энергоснабжение во время саммита АТЭС-2012

Компания РТСофт с успехом реализовала проект создания инновационного Центра управления сетями (ЦУС), который использовался для управления энергораспределением Приморского региона во время проходившего недавно в г. Владивостоке саммита АТЭС – ежегодного бизнес-форума для деловой элиты и глав государств Азиатско-Тихоокеанского региона.

В ходе подготовки к этому значимому мероприятию во Владивостоке и в крае в целом прошла масштабная реконструкция объектов инфраструктуры, в том числе электроэнергетических объектов. Для организации сложнейшего процесса управления энергораспределением между ними и был использован ЦУС, построенный РТСофт на базе Приморского предприятия МЭС Восток по заказу ОАО "ФСК ЕЭС". Проект по созданию ЦУС был выполнен в рамках перехода к новой структуре оперативно-технологического управления объектами Единой национальной электрической сети (ЕНЭС). Его введение в работу существенно повысило качественный уровень оперативно-технологического управления объектами Приморского ПМЭС.

Приморский ЦУС создан с применением новейших технологий и оборудования. ЗАО "РТСофт" для этого проекта разработало программ-

но-технический комплекс на базе ПО PSI Control. В числе выполненных работ:

- разработка схем объектов эксплуатационной зоны Приморского ПМЭС и энергообъектов острова Русский;
- настройка прямого приема данных телемеханической информации в ПТК ЦУС с подстанций зоны эксплуатационной ответственности Приморского ПМЭС, оборудованных системой сбора и передачи технологической информации и АСУТП;
- настройка контроля уровней напряжений, загрузки оборудования трансформаторов и воздушных линий;
- апробация удаленного телеуправления из ПТК ЦУС ПМЭС коммутационными аппаратами на подстанциях НПС-40 и НПС-41, оснащенных АСУТП на основе Sresop.

Центр управления сетями на базе МЭС Востока обеспечивает четкий контроль и координацию оперативного управления распределительным сетевым комплексом, что способствует сокращению потерь в ЕНЭС и надежному энергоснабжению.

[Http://www.rtsoft.ru](http://www.rtsoft.ru)