

# Особенности АСУ ТП сортовой двухручьевой МНЛЗ Омутнинского металлургического завода

*Сергей Бакан, Александр Соченко, Николай Тюрдьо*

В ходе реконструкции двухручьевой сортовой МНЛЗ для Омутнинского металлургического завода специалисты ЗАО «НКМЗ» выполнили модернизацию и частичную замену механического оборудования, внесли изменения в технологию разливки, а также спроектировали и внедрили АСУ ТП, использующую мощные средства промышленной автоматизации, высокоскоростные и защищённые сетевые решения, новое оборудование электроприводов. В статье описывается архитектура этой АСУ ТП, показаны возможности её наращивания и особенности программного обеспечения, представлены основные функции, режимы работы, назначение отдельных подсистем.

## ВВЕДЕНИЕ

Омутнинский металлургический завод (ОМЗ) – одно из старейших предприятий чёрной металлургии России, основанное в 1773 году. Предприятие специализируется на выпуске горячекатаных фасонных профилей и стальных фасонных профилей высокой точности со сложными сечениями. Эта продукция используется в машиностроении, станкостроении, автомобилестроении, приборостроении и других отраслях.

Для удовлетворения всё возрастающих требований к качеству продукции руководство предприятия приняло решение о коренной реконструкции технологического процесса, в том числе о внедрении непрерывной разливки стали.

Реконструкцию двухручьевой сортовой машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), изготовленной Южно-Уральским машиностроительным заводом для ОМЗ и находящейся длительное время в консервации, выполнили



Процесс разливки

специалисты Новокраматорского машиностроительного завода (НКМЗ). В ходе реконструкции была не только коренным образом изменена конструкция машины, но и внесены существенные изменения в технологию разливки. На данной сортовой МНЛЗ специалисты НКМЗ впервые применили оборудование электроприводов и АСУ ТП, разработанное и изготовленное в рамках собственного инжиниринга. Работы по проектированию, изготовлению и внедрению оборудования электроприводов и системы управления машины были выполнены конструкторско-производственным центром «НКМЗ-Автоматика».

## Цели создания и назначение АСУ ТП

АСУ ТП сортовой МНЛЗ предназначена для контроля и управления всем комплексом оборудования, обеспечивающего технологический процесс разливки стали.

Целями создания АСУ ТП являются следующие:

- обеспечение необходимого качества заготовок и заданной производительности МНЛЗ;
- уменьшение потерь металла при разливке;
- предоставление обслуживающему персоналу комплексной и достовер-

ной информации о ходе технологического процесса в удобной для восприятия форме;

- сокращение времени простоев оборудования, расширенная диагностика неисправностей;
- снижение влияния человеческого фактора на качество продукции и производительность разливки;
- обеспечение соблюдения норм безопасности при разливке;
- улучшение условий труда персонала, повышение культуры производства.

Эффективность функционирования АСУ ТП обеспечивается совокупностью программно-технических средств, реализующих основные функции, направленные на получение продукции с заданными параметрами.

Технические характеристики МНЛЗ приведены в табл. 1, перечень разливаемых на МНЛЗ марок стали – в табл. 2.

## Особенности структуры АСУ ТП

АСУ ТП сортовой МНЛЗ представляет собой открытую систему на базе промышленных стандартов, включающую базовый уровень автоматизации, средства человеко-машинного интерфейса (НМИ) и средства интеграции в уровень АСУ завода. Система делится на функциональные подсистемы управления отдельными участками и механизмами

Технические характеристики МНЛЗ

Тип МНЛЗ	Радиальная
Радиус базовой стенки кристаллизатора, м	7
Количество ручьёв, шт.	2
Расстояние между центрами ручьёв, мм	1300
Система разгиба ручья	Двухточечный изгиб
Ёмкость сталеразливочного ковша, т	60
Сечение отливаемых заготовок (квадрат), мм	100–150
Диапазон рабочих скоростей разливки для квадрата 150, м/мин	1,9–2,8
Длина заготовки, м	2, 4 и 6
Масса одной заготовки (наибольшая), кг	1050
Тип затравки	Полужёсткая
Скорость заведения затравки, м/мин	5,5
Длина кристаллизатора, мм	1000
Частота качания кристаллизатора, мин <sup>-1</sup>	До 250
Амплитуда качания кристаллизатора, мм	±(1,5–6)
Метод литья	Серийный
Вторичное охлаждение	Четырёхзонное водоструйное
Тип режущего устройства	Гидравлические ножницы
Производительность МНЛЗ, тыс. т/год	200

Таблица 1

- заданные режимы работы оборудования и технологические уставки;
- текущие параметры процесса разливки по технологическим участкам, в том числе в виде графиков и таблиц;
- общая информация по производительности машины и расходу энергоносителей;
- сведения о состоянии механизмов и оборудования по технологическим участкам, в том числе в виде мнемосхем;
- данные о состоянии оборудования системы управления, а также технологические и диагностические сообщения;
- паспорта разливок;
- текстовые сообщения оператору.

В качестве иллюстраций приведём две экранные формы НМИ системы управления. Главный экран (рис. 2) отображает основные технологические параметры разливки (уровень металла в кристаллизаторах, скорость разливки, суммарную длину слитков и др.). Также на главный экран выведены мнемосхемы состояния оборудования МНЛЗ. Для удобства оператора ему предоставлена возможность вызвать с главного экрана окна визуализации систем первичного и вторичного охлаждения каждого ручья. Экран ручья № 1 (рис. 3) предназначен для реализации функций контроля и управления процессом разливки данного ручья. Он позволяет оператору задавать режимы работы оборудования, проводить корректировку технологических уставок, а также выполнять диагностику оборудования ручья.

Таблица 2

Перечень разливаемых на МНЛЗ марок стали

МАРКА СТАЛИ	ГРУППА, СТАНДАРТ
10–50, 70	Углеродистая качественная конструкционная, ГОСТ 1050-88, ГОСТ 10702-78 (для холодной высадки)
35ГС	Арматурная, ГОСТ 5787-82
60С2А, 60С2Г, 50ХГ	Рессорно-пружинная, ГОСТ 14959-79
Ст0–Ст5	Углеродистая обыкновенного качества, ГОСТ 380-88
A12, АЦ20	Автоматная, ГОСТ 1414-75
12ХН, 20Х–40Х, 38ХГМ	Легированная конструкционная, ГОСТ 4543-71
У7–У13	Инструментальная, ГОСТ 1435-80
10ХСНД	ГОСТ 19281-89

МНЛЗ. Связь элементов АСУ ТП осуществляется посредством промышленных информационных сетей Industrial Ethernet, PROFIBUS-DP, Simolink.

Система управления имеет возможность дальнейшего расширения как по горизонтали при подключении дополнительного оборудования (например, ручья № 3, что оговорено заказчиком в контракте), так и по вертикали путём подключения к АСУ завода через управляемый коммутатор Industrial Ethernet серии OSM (рис. 1). Верхний уровень системы реализован на основе клиент-серверной технологии и включает в себя сервер НМИ с двумя рабочими станциями операторов, расположенными на центральном посту управления. В качестве аппаратной базы выбраны компьютеры фирмы Advantech в корпусах промышленного назначения IPC-611. Технологическая визуализация процесса разливки разработана в среде WinCC и представляет собой набор экранных форм, имеющих иерархическую струк-

туру. Средствами верхнего уровня также проводятся расширенная диагностика оборудования, формирование технологических и диагностических сообщений, протоколирование параметров разливки, формирование паспорта разливки. Операторам и технологам в удобной и наглядной форме предоставляется следующая информация:

Аварийные сообщения и предупреждения выдаются оператору в специальном окне в текстовом виде и сопровождаются звуковым сигналом, который можно снять только после подтверждения (квитирования) оператором их прочтения.

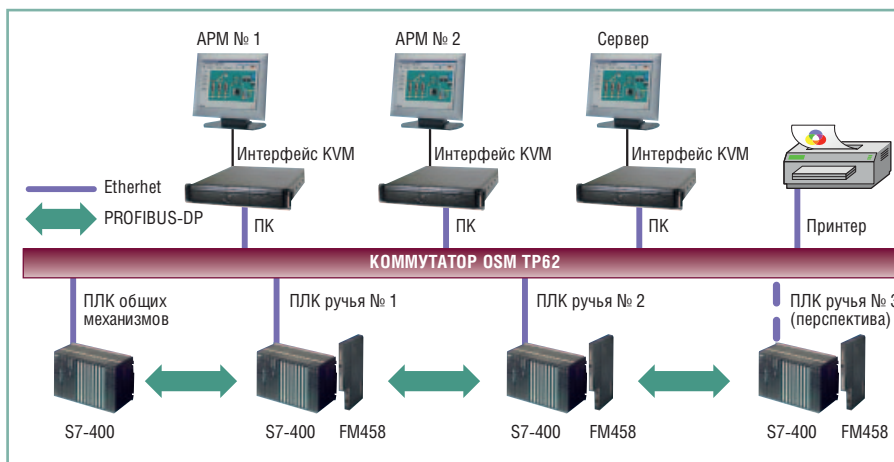


Рис. 1. Схема верхнего уровня АСУ ТП сортовой МНЛЗ

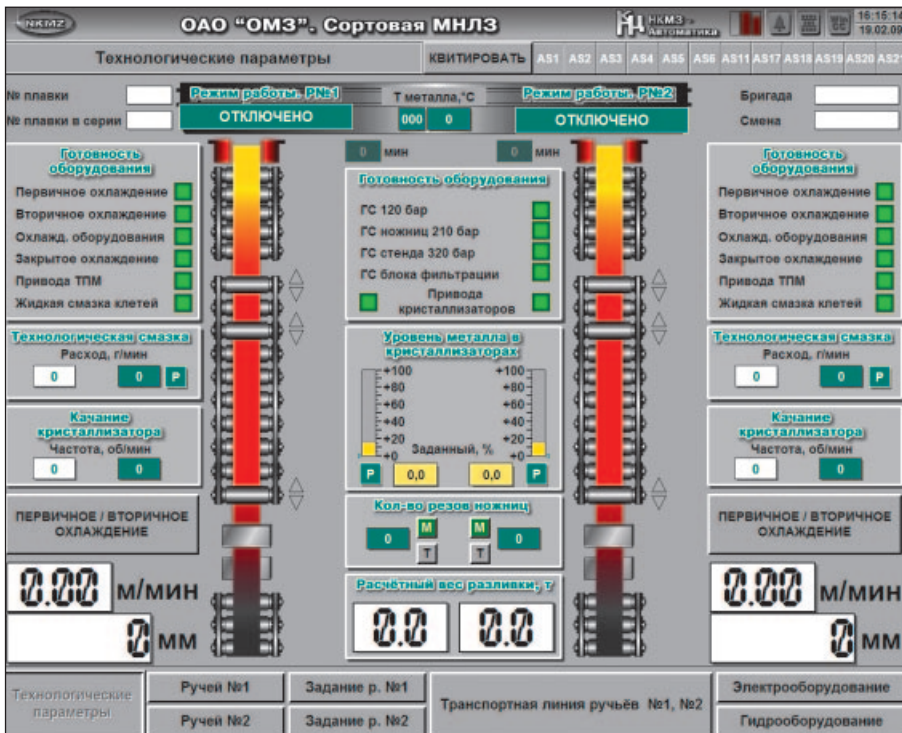


Рис. 2. Главный экран оператора

Все действия оператора, в том числе квитирование аварийных сообщений, состояние датчиков, значения измеряемых технологических параметров, заносятся в архив, хранящийся на сервере.

Базовый уровень АСУ ТП сортовой МНЛЗ построен на основе оборудования фирмы Siemens и содержит:

- программируемые логические контроллеры (PLC) SIMATIC S7-400;
- комплекс станций распределённого ввода/вывода ET200M и ET200S;

- частотно-регулируемые приводы серии Simovert;
- устройства плавного пуска асинхронных двигателей серии Sikostart;
- информационные сети PROFIBUS-DP;
- средства индикации и управления и др.

Особенностью архитектуры базового уровня автоматизации является распределённая структура на основе широкого использования станций ET200S. При данном подходе модули для обработки сигналов могут устанавливаться максимально близко к механизмам МНЛЗ и заменяться в «горячем» режиме (без отключения питания). Такая

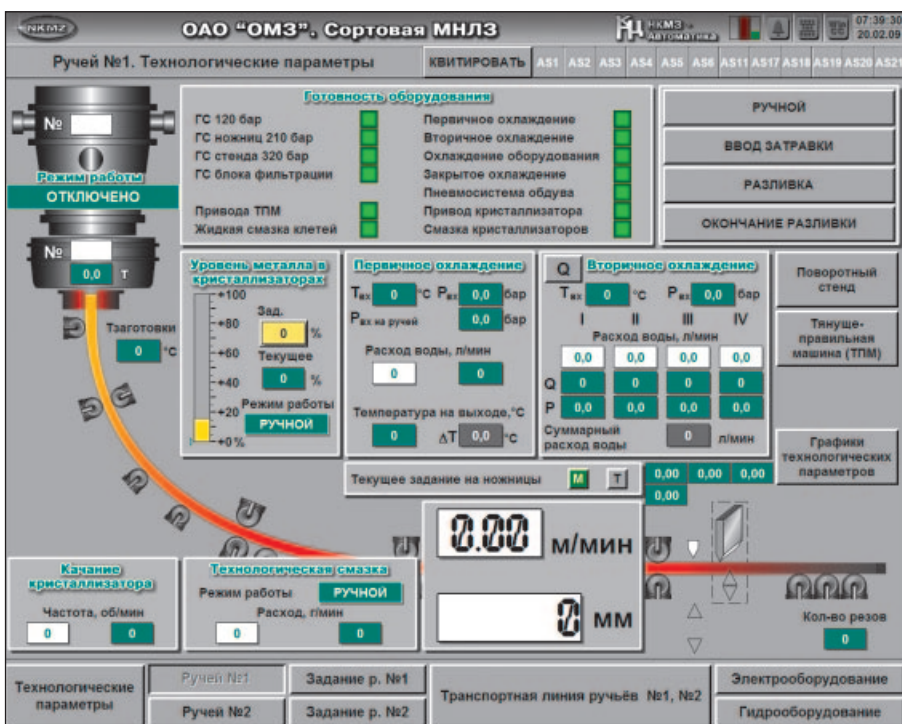


Рис. 3. Экран ручья № 1

архитектура позволяет резко снизить затраты на кабельную продукцию, повысить помехозащищённость оборудования, а также при необходимости оперативно производить модернизацию с минимальными затратами, не переделывая, а изменяя конфигурацию системы управления (во многих случаях даже без остановки оборудования).

С целью повышения живучести системы управления в условиях металлургического производства использованы оптоволоконные кабели типа PCF и применено резервирование связей при помощи кольцевой топологии сети PROFIBUS-FO. Повреждение кабеля в любом из сегментов сети приводит к практически мгновенному (на лету) переключению на резервную линию, и при этом для обслуживающего персонала формируется сообщение о неисправности с указанием повреждённого сегмента. Согласование электрического интерфейса RS-485 и оптических мультимодовых линий шины PROFIBUS, а также конфигурирование кольцевой резервированной структуры реализовано с использованием модулей OLM/G12 (Siemens).

АСУ ТП обеспечивает программную и аппаратную защиту от некавалифицированных действий персонала и несанкционированного доступа.

## Условия эксплуатации оборудования

Одна из особенностей проекта состоит в жёстких климатических условиях г. Омутнинска. Абсолютные значения минимальной (январь) и максимальной (июль) температуры воздуха в цехе составляют соответственно  $-45^{\circ}\text{C}$  и  $+37^{\circ}\text{C}$ . Поэтому всё электрооборудование, устанавливаемое на механизмах, выбрано из числа аппаратных средств, предназначенных для применения в металлургии, имеющих соответствующее исполнение и сохраняющих работоспособность во всём диапазоне заданных температур, в условиях повышенной запылённости, вибраций, локального инфракрасного излучения и т.д. Например, в качестве датчиков линейных перемещений используются магнитоэлектрические датчики Balluff серии BTL5, для измерения температуры металла на выходе из тянуше-правильной машины (ТПМ) – пирометры Land System 4 фирмы Land в охлаждаемом корпусе, для измерения уровня жидкого металла – радиоизотопные источники  $^{60}\text{Co}$  в комплекте



Рис. 4. Шкаф управления первичным и вторичным контурами охлаждения МНЛЗ

с процессорами LB352-2 фирмы Berthold, для контроля положения отдельных механизмов – лазерные барьеры и фотодатчики Delta. Всё оборудование электроприводов и АСУ ТП размещается в конструктивах фирмы Rittal серии PS (рис. 4) со степенью защиты IP40 или IP54 (в зависимости от места расположения) и устанавливается в обогреваемых и вентилируемых помещениях (кроме местных пультов). Для сохранения работоспособности оборудования при непродолжительном выходе из строя систем вентиляции и обогрева помещений все конструктивы (пульты, шкафы и ящики управления) дополнительно снабжены встроенным оборудованием вентиляции и обогрева.

В качестве корпусов местных пультов используются электротехнические ящики фирмы Rittal серии АЕ. Местные пульты, располагаемые в зоне высоких температур (например, пульты разливщиков), имеют корпус из нержавеющей стали. В качестве органов управления и индикации использованы устройства Schneider Electric серии XB4. Во многих пультах (например, в пультах управления центровкой промковшей, пульте верхового разливщика и др.) для стыковки с датчиками и исполнительными механизмами установлены станции распределённой периферии ET200S.

### Функции системы управления

Всё оборудование МНЛЗ условно разделено на три функциональные группы: группа общих механизмов,

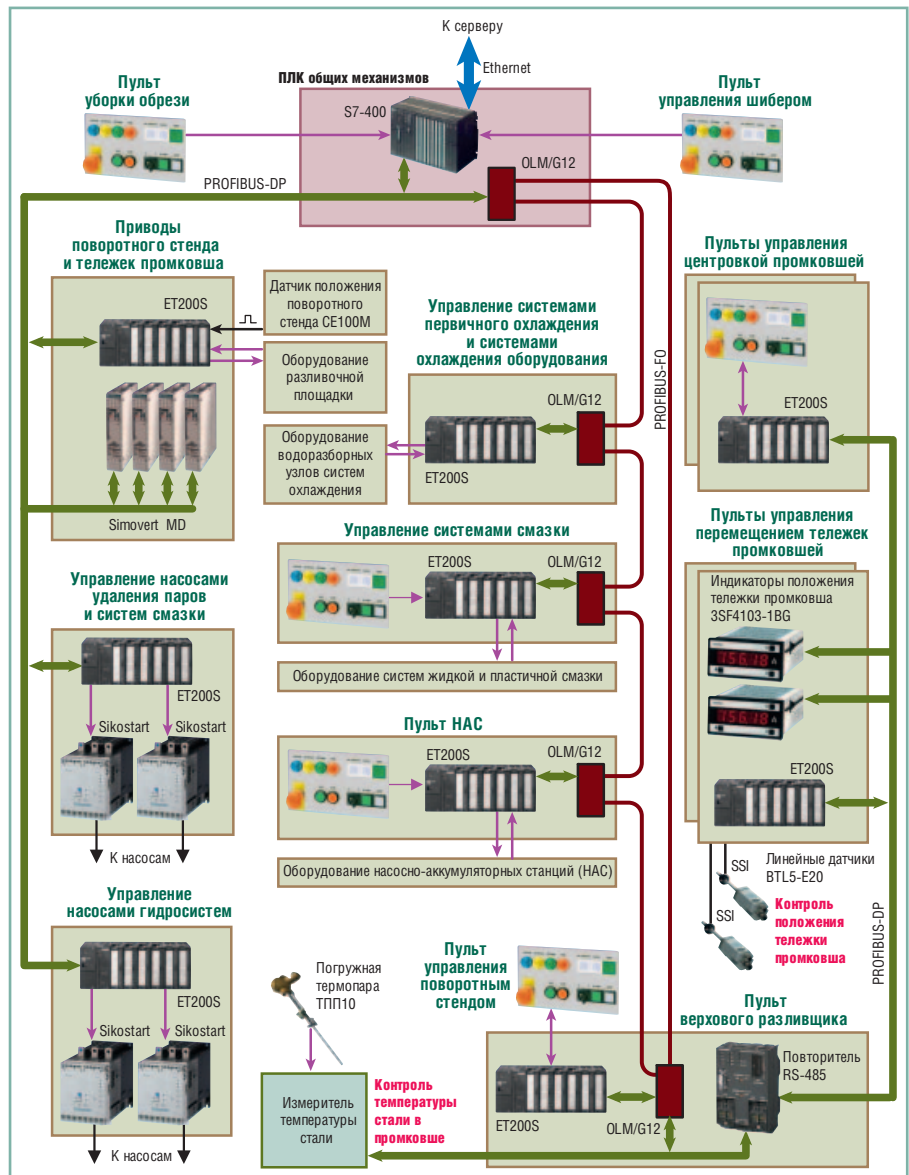


Рис. 5. Схема средств управления группой общих механизмов МНЛЗ

оборудование ручья № 1 и оборудования ручья № 2. Каждая из этих групп управляется собственным ПЛК, автономно выполняющим свои функции. Связь между контроллерами (в том числе блокировки) осуществляется посредством сети PROFIBUS-DP.

ПЛК группы общих механизмов реализует алгоритм работы сталеразливочного (поворотного) стэнда, тележек промковшей, гидросистем и систем смазки механизмов разливочной площадки, механизмов уборки обрезки (рис. 5).

ПЛК ручья № 1 и ручья № 2 реализуют алгоритмы работы следующего оборудования (рис. 6):

- механизмов качания кристаллизаторов;
- систем первичного охлаждения;
- систем вторичного охлаждения;
- систем охлаждения оборудования;
- механизмов ТПМ;

- рольгангов транспортных линий;
  - устройств уборки затравки;
  - пневмосистем;
  - механизмов стеллажей;
  - гидравлических ножниц.
- АСУ ТП выполняет обработку, визуализацию и протоколирование следующих параметров:
- температуры жидкой стали в промежуточном ковше;
  - уровня металла в кристаллизаторе;
  - скорости вытягивания слитка;
  - расхода воды на кристаллизаторе и перепада температур;
  - расхода и давления воды в контурах зоны вторичного охлаждения;
  - расхода и температуры воды в контурах охлаждения механизмов;
  - температуры поверхности слитка;
  - общей длины слитка и мерных длин заготовок;
  - уровня жидкости в баках и давления в магистралях гидросистем систем пластической технологической и жидкой циркуляционной смазок;

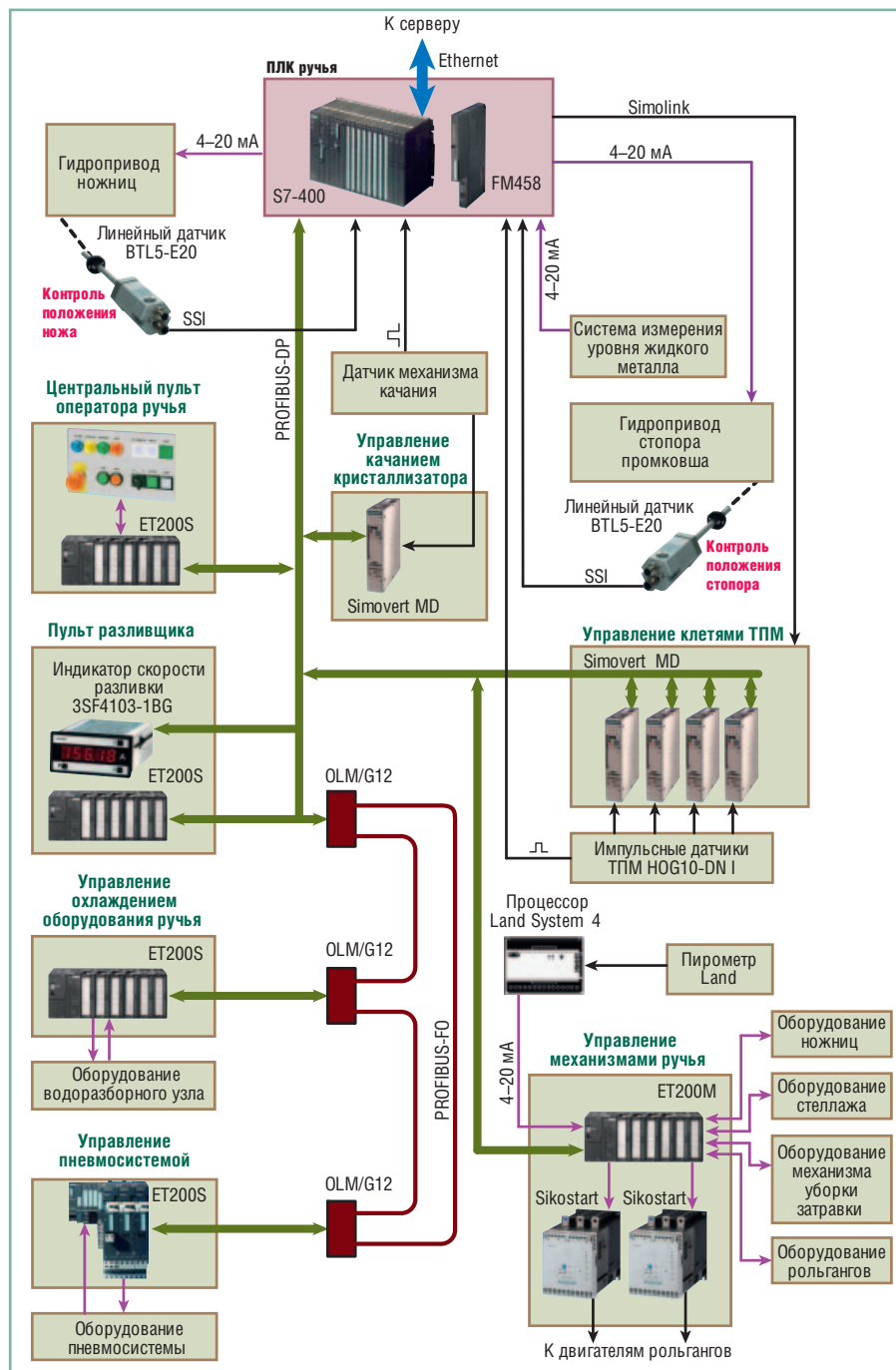


Рис. 6. Схема средств управления оборудованием ручья МНЛЗ

- расхода аргона.

В автоматическом режиме система управления выполняет следующие функции:

- подача затравки из устройства хранения к кристаллизатору в процессе подготовки МНЛЗ к разливке;
- поддержание заданного уровня металла в кристаллизаторе в зависимости от выбранного режима разливки;
- подача технологической смазки в кристаллизатор в зависимости от скорости разливки;
- поддержание технологического режима расхода воды в каждой зоне

охлаждения в зависимости от скорости разливки;

- вытягивание головной части слитка с автоматическим «перешагиванием» стыка затравки и слитка с целью недопущения преждевременного отделения затравки;
- отделение затравки от слитка и уборка затравки на хранение;
- поддержание усилия прижима тянущих роликов к слитку для обеспечения минимальной деформации сечения слитка;
- порезка слитка на мерные заготовки с возможностью вмешательства оператора (при удалении дефектных частей слитка);
- компактная укладка заготовок на стеллажи с учётом их фактической длины;
- рабочий разворот стеллажа при смене стальковша и аварийный отворот стальковша;
- оптимизация режима работы гидростанции высокого давления.

## РЕЖИМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МНЛЗ

Разработанная система управления и электроприводы механизмов обеспечивают надёжную работу МНЛЗ в необходимых режимах.

Режимы работы для каждого ручья выбираются оператором центрального пульта управления (ЦПУ).

- «Отключено». В этом режиме блокируется работа всех механизмов ручья, в том числе блокируется возможность управления с местных пультов.
- «Ручной». Этот режим используется при наладке и опробовании после



Рис. 7. Разливочная площадка с пультами разлищиков

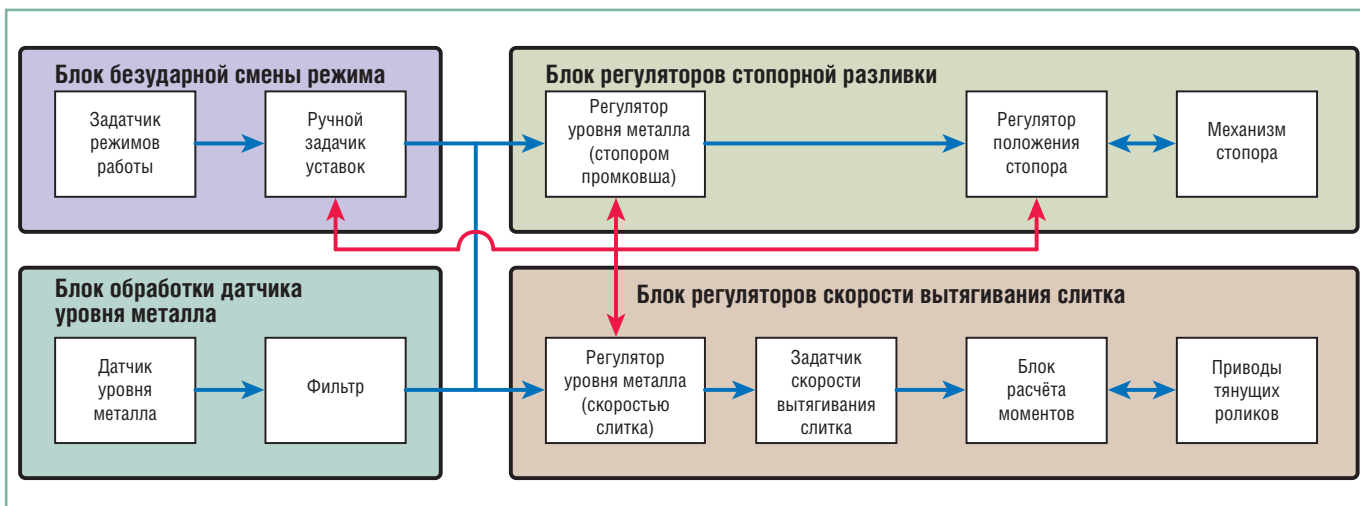


Рис. 8. Структура ПО регулятора уровня жидкого металла

ремонтных работ, при ручном вводе затравки в кристаллизатор. Управление выполняется с ЦПУ либо пультов разлищика (рис. 7).

- «Основная позиция». Режим является подготовительным для ввода затравки, все механизмы выводятся в исходные положения перед разливкой.
- «Ввод затравки». В этом режиме после контроля выполнения предварительных условий осуществляется автоматизированный ввод затравки. Управление производится с пульта разлищика.
- «Разливка». Основной режим работы МНЛЗ. Перед запуском этого режима оператор ЦПУ проверяет с помощью системы визуализации готовность всех участков по перечню сообщений «готовность к разливке» и

передаёт команду «Разливка» (мигающая сигнальная лампа на пультах разлищика). Оператор ручья выбирает режим начала разливки — ручной режим запуска ручья или автозапуск.

- «Окончание разливки». Активируется оператором ручья. Механизмы МНЛЗ по программе ПЛК последовательно отключаются по мере прохождения хвостовой части заготовки.

Управление отдельными механизмами и системами машины возможно как с ЦПУ (предпочтительный режим при разливке), так и с местных пультов. Доступ к органам управления местных пультов обеспечивается переключателями со съёмными ключами. В штатном режиме ключи находятся у руководителя работ, местные пульты дезакти-

вированы, управление ведётся с ЦПУ. При необходимости обслуживающий персонал получает ключ на руки в соответствии с правилами безопасности труда, принятыми на предприятии, и делается отметка в журнале. Поворачивая ключ и активируя переключатель, специалист получает доступ к органам управления механизмом. При этом на экране АРМ оператора на ЦПУ выводится сообщение о перехвате управления данным механизмом с местного пульта. Передача управления одним из механизмов на местный пульт не меняет порядка управления другими механизмами и системами машины. Такая иерархия позволяет организовать бирочную систему безопасной эксплуатации оборудования обслуживающим персоналом цеха. В результате значительно повышается живучесть машины, так как даже при нарушении сетевого информационного обмена между

## НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

### Новости ISA

29 января 2010 года в штаб-квартире Международного общества автоматизации (ISA) в Российской Федерации прошло ежегодное заседание Президиума ISA РФ. На заседании, которое вел Глава представительства ISA в РФ профессор Анатолий Аркадьевич Оводенко, с отчётом о проделанной в 2009 году работе выступила президент секции 2009 года член-корреспондент РАН, профессор Лидия Игоревна Чубраева. Её деятельность на посту президента была одобрена членами Президиума. Затем с планом работы на 2010 год выступил президент Российской секции ISA 2010 года профессор Борис Александрович Павлов.

В конце декабря 2009 объявлены итоги выборов вице-президента-секретаря округа 12 ISA. На этот высокий пост избран президент Французской секции господин Jean-



Участники заседания Президиума ISA РФ

Pierre Hauet. Он сменил на посту вице-президента господина Kevin Dignam 1 января 2011 года.

В январе прошли выборы президента Российской секции ISA 2011 года. В результате голосования президентом-секретарём стала профессор Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосми-

ческого приборостроения (ГУАП) Елена Георгиевна Семёнова. Она сменил на этом посту Б.А. Павлова 1 января 2011 года.

Объявлены время и место проведения очередного заседания исполкома ISA Европейского, Ближневосточного и Африканского регионов (округ 12). Оно состоится в городе Милане (Италия) 6–8 мая 2010 года во время проведения очередной выставки BIAS-2010. ●



Рис. 9. Готовая продукция на стеллажах

отдельными контроллерами и сервером возможна безопасная остановка МНЛЗ с соблюдением технологических ограничений путём управления отдельными механизмами с местных пультов.

### ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРЫ ПО

Программное обеспечение (ПО) ПЛК разработано в среде STEP7 и

предоставлено заказчику в исходном виде на электронных носителях.

Одной из особенностей архитектуры ПО системы управления ручьём является то, что программные регуляторы процесса разлива (регуляторы уровня жидкого металла, скорости разлива, частоты качания кристаллизатора, положения стопора, распределения тянущих моментов в клетке) реализованы на быстродействующем сопроцессоре FM458, что позволяет рационально перераспределить ресурсы аппаратного

оборудования и добиться требуемого быстродействия и качества регулирования.

Значительное влияние на качество получаемых заготовок оказывает стабильность поддержания уровня металла в кристаллизаторе. ПО регулятора уровня жидкого металла в кристаллизаторе включает в себя несколько программных блоков, реализующих различные способы разлива (рис. 8). На данной машине возможен как стопорный, так и бесстопорный способ разлива. Для разлива с использованием стопора промковша используется блок регуляторов стопорной разлива, содержащий контур регулирования уровня металла и контур регулирования положения стопора. Для бесстопорной разлива используется блок регуляторов скорости вытягивания слитка с дополнительным контуром распределения моментов тянущих роликов. Для обоих способов разлива используется общий блок обработки датчика уровня металла с составным фильтром помех. Блок безударной смены режимов позволяет пере-

## НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

### Оборудование MEN Mikro Elektronik появилось на российском рынке

По условиям партнёрского соглашения, компания ПРОСОФТ будет обеспечивать продажи и поддержку всей номенклатуры продукции MEN Mikro Elektronik на территории России и стран СНГ. Включая в свою программу поставок продукцию MEN, ПРОСОФТ выводит на российский рынок принципиально новые продукты, в частности, процессорные платы и готовые системы на платформах PowerPC и Intel, предназначенные для работы в жёстких условиях:

- платы и системы в формате CompactPCI 3U;
- платы и системы в формате CompactPCI 6U;
- платы и системы в форматах CompactPCI PlusIO и CompactPCI Serial;
- платы и системы в стандарте VME;
- компьютерные модули в стандартах ESM и ESMexpress;
- защищённые системы MIPIOS;
- защищённые панельные компьютеры;
- мезонинные модули M-Module, PMC, XMC, PC-MIP;
- защищённые коммутаторы Ethernet.

Официальный статус дистрибьютора MEN Mikro Elektronik GmbH позволяет ком-

пании ПРОСОФТ предлагать заказчикам высоконадёжные промышленные компьютеры и встраиваемые системы для ответственных применений от известного производителя. В дополнение к поставкам стандартной линейки продукции предлагаются услуги модификации решений по индивидуальным требованиям заказчика.

Основанная в 1982 году компания MEN Mikro Elektronik GmbH сегодня является одним из лидеров на миро-



вом рынке оборудования для жёстких условий эксплуатации и ответственных применений. Её продукция применяется в различных отраслях промышленности, предъявляющих повышенные требования к надёж-

ности оборудования, таких как железнодорожный транспорт, авиация и космос, атомная промышленность, производство медицинского оборудования, нефтяная промышленность, робототехника, телекоммуникации и т.д.

Решения MEN Mikro применяют в своих проектах такие известные компании, как



Siemens, Alcatel, Ansaldo, Bombardier Transportation, Alstom, Samsung, KTCI, Panasonic, Thales, Rohde&Schwarz, Lockheed Martin и многие другие.

Одной из отличительных особенностей MEN Mikro является внедрение не только общестандартных систем менеджмента качества ISO 9001:2000, ISO 14001:2005, но и специализированных: EN/AS 9100 (для авионики), IRIS (для железнодорожного транспорта). В мире существует лишь несколько производителей, применяющих сертификацию продукции по стандартам обеих систем.

С настоящего момента полная номенклатура продукции MEN доступна для заказа у официального дистрибьютора – компании ПРОСОФТ. Специалисты компании проведут подробную техническую консультацию по новой продукции, окажут помощь в подборе оптимального решения и формировании заказа. ●

ходить из ручного режима в автоматический и обратно без рывков и перерегулирования. В ручном режиме работы происходит переключение регуляторов на сквозную передачу уставки с запоминанием. Контур распределения моментов тянущих роликов функционирует в любом режиме работы МНЛЗ.

Контур регулирования скоростей и моментов приводов роликов ТПМ и механизма качания кристаллизатора использует скоростную оптическую сеть Simolink. Данное решение позволяет выравнивать моменты тянущих роликов ТПМ, находящихся как на линейном, так и на криволинейном участках заготовки, как с внутренней, так и с внешней её стороны. Обеспечивается «перешагивание» тянущими роликами ТПМ стыка слитка с затравкой. При этом каждый из тянущих роликов по очереди исключается из работы и выполняется автоматическое перераспределение моментов на оставшихся в работе роликах. В результате исключаются удары роликов ТПМ о заготовку, не допускается преждевременное отделение затравки, повышается точность поддержания скорости

вытягивания и долговечность механических узлов.

Другой особенностью ПО ручья является комбинированное использование нескольких датчиков для определения текущего положения слитка при мерном резе заготовок. При этом автоматически отсеиваются ложные показания проскальзывающих роликов, проводится диагностика исправности датчиков, в результате чего погрешность измерения длины слитка значительно снижается, соответственно повышается точность порезки заготовки ножницами. Анализ показаний всех датчиков производится постоянно, и это создаёт возможность избежать ошибок измерения при поочерёдном проскальзывании нескольких роликов ТПМ.

Конструкция машины и архитектура ПО МНЛЗ допускают дальнейшее увеличение производительности путём ввода в эксплуатацию третьего ручья. Структура АСУ ТП предусматривает возможность такого расширения посредством простого копирования оборудования системы управления ручьём со своим программным обеспечением и подключения его к АСУ ТП сортовой МНЛЗ, как это показано на рис. 1.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сортовая МНЛЗ с представленной в статье АСУ ТП запущена в промышленную эксплуатацию в 2007 году и даже в условиях нынешнего экономического кризиса работает ритмично и обеспечивает ОМЗ заготовками необходимого качества (рис. 9).

Решения, заложенные в данном проекте, прошли успешную проверку при запуске и последующей эксплуатации МНЛЗ и использованы в более поздних проектах конструкторско-производственного центра «НКМЗ-Автоматика». При сдаче машины заказчику специалисты НКМЗ обеспечили выполнение всех контрактных требований и достижение оговорённых показателей качества сортовых заготовок. Это позволяет НКМЗ позиционировать себя как поставщика широкого спектра металлургического оборудования, в том числе и сортовых МНЛЗ.

В настоящее время готовы к подписанию несколько контрактов на поставку сортовых МНЛЗ в Россию и Казахстан. Ведутся переговоры с заказчиками из других стран. ●

**E-mail: baks\_61@mail.ru**