



УДК 621.771.23:658.52.011.56

## Построение полнофункциональной MES-системы комплекса холодной прокатки ОАО ММК

А. В. Фомичев<sup>1</sup>, Ф. В. Капцан<sup>1</sup>, А. В. Шмаков<sup>1</sup>,  
В. Н. Урцев<sup>1</sup>, Д. С. Каплан<sup>2</sup>, С. В. Денисов<sup>2</sup>,  
В. Л. Корнилов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ООО “Аусферр” (г. Магнитогорск, Россия)

<sup>2</sup> ОАО “Магнитогорский металлургический комбинат”, г. Магнитогорск, Россия

*Представлены состав, структура и функции основных модулей полнофункциональной MES-системы комплекса холодной прокатки ОАО ММК, а также опыт внедрения и особенности ее интеграции в единое информационное пространство предприятия.*

**Ключевые слова:** полнофункциональная MES-система, взаимодействия с АСУТП, комплекс холодной прокатки, оперативное планирование, управление производством и качеством продукции, интеграция.

В рамках реализации стратегии инвестиций в техническое перевооружение, реконструкцию и модернизацию производства в ОАО ММК подготовлена к пуску вторая очередь современного комплекса холодной прокатки по производству высококачественного холоднокатаного и оцинкованного проката. В дополнение к действующему травильному оборудованию и стану-тандему 2000 холодной прокатки вводятся в эксплуатацию агрегаты линии непрерывного отжига и горячего цинкования. Высокий уровень автоматизации всех подразделений ОАО ММК предусматривает полную интеграцию подобных производственных объектов в информационную структуру предприятия.

Компания “Аусферр” имеет успешный опыт в проектировании, разработке и внедрении **полнофункциональных MES-систем** (Manufacturing Execution System) на производственных объектах ОАО ММК. Специалистами компании “Аусферр” внедрены комплексные системы управления производством в подразделениях сталеплавильного передела, цехах горячей прокатки и большинстве цехов холодной прокатки комбината. Все эти системы объединены в единое информационное пространство предприятия, интегрированы с ERP (Enterprise Resource Planning) и охвачены сквозной системой управления качеством.

В рамках построения MES-системы комплекса холодной прокатки ОАО ММК (рис. 1) компанией “Аусферр” осуществляются взаимодействие с АСУТП агрегатов комплекса, решение задач управления производством и качеством продукции, включая оперативное планирование, учет производства, управление складами, интеграцию комплекса в единое информационное пространство предприятия (НСИ, КИС, ЦДК, смежные производства). Проектный процесс, начавшийся в январе 2008 г. и продолжавшийся два года, включал в себя проведение работ, связанных с базовым и детальным инжинирингом, отладкой информационного взаимодействия с системами АСУТП на тестовых площадках поставщика оборудования

SMS Siemag AG в Дюссельдорфе и Линце, согласованием спецификации интерфейсов и функционального описания комплекса. В отличие от толстолистового стана 5000 [1], где все агрегаты охвачены общей системой слежения, разрабатывался общий интерфейс и проводилось единое интеграционное тестирование. При проектировании комплекса холодной прокатки интерфейс информационного обмена с АСУТП каждого из агрегатов согласовывался, разрабатывался и тестировался отдельно.

АСУТП осуществляет управление технологическим воздействием в каждом агрегате согласно заданию, полученному от системы управления цехового уровня, которая в свою очередь получает информацию о технологических режимах и текущем состоянии агрегата. Задание, передаваемое в АСУТП каждого агрегата, имеет сложную структуру (более 2000 различных параметров) и включает:

- химический состав плавки;
- описание марок стали;
- информацию по производственному заказу (номер заказа, партия, монтаж, идентификаторы рулонов);
- описание технологического маршрута прохождения каждого рулона;
- задания на обработку материала в каждом из агрегатов комплекса (режимы прокатки, нанесения покрытия, правила раскроя и резки и др.);
- задания на технологическую маркировку (режим маркировки, ориентация, шрифты, содержание);
- задания на маркировку готовой продукции (логотипы производителя, заказчика, стандарты, штрихкод, марка, ГОСТ, вес и др.);
- транспортные задания на перемещение рулонов для машинистов кранов.

Формируемые системой задания содержат широкий спектр технологических констант и ограничений производства для конкретного вида продукции. Нормирование технологических параметров осуществляется в рамках Корпоративной системы нормативно-справоч-

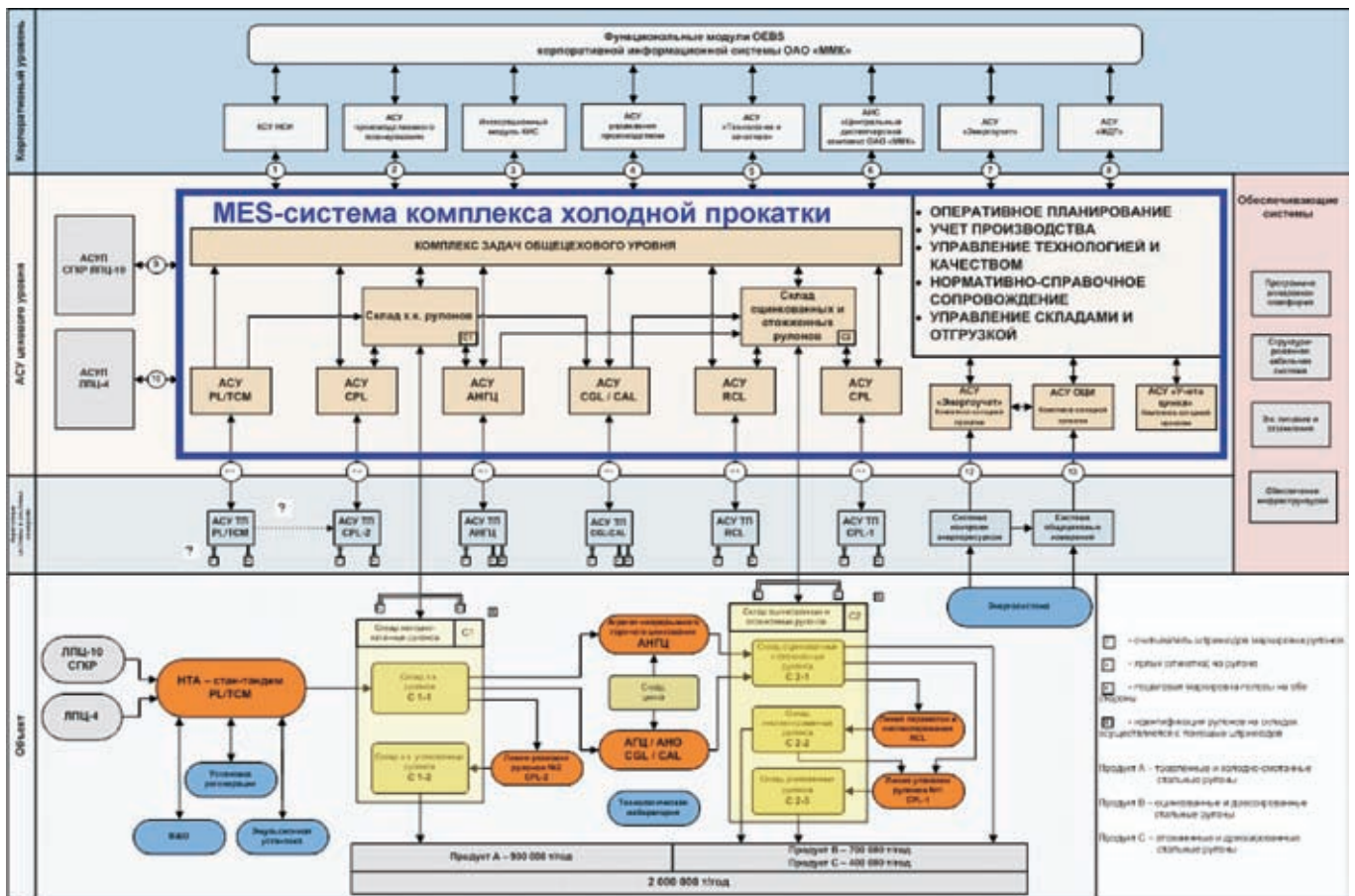


Рис. 1. Функциональная схема автоматизации комплекса холодной прокатки ОАО ММК

ного сопровождения (КСУ НСИ), которая является ключевым звеном эффективного взаимодействия компонентов информационной структуры предприятия [2].

Агрегаты комплекса холодной прокатки характеризуются высокой оснащенностью современными средствами измерений и контроля параметров. Вся технологическая информация (около 7000 показателей) обрабатывается системой технологического протоколирования и включается в паспорта партии, рулона по согласованному с ОАО ММК на стадии технического проектирования формам. Все указанные паспорта загружаются в корпоративное хранилище [3], где специалистами ОАО ММК может быть осуществлена работа по их детальному анализу. Уникальность новейшего комплекса холодной прокатки, входящего в его состав оборудования и реализуемой технологии обуславливает в рамках текущего проекта необходимость обеспечения сложного процесса оперативного планирования производства продукции.

**Система оперативного планирования** формирует для всех агрегатов комплекса производственные задания с необходимой информацией по заготовке и требованиями к готовой продукции. Процесс осуществляется на основе клиентских заказов, поступивших из системы управления ресурсами предприятия, с преобразованием их в производственные заказы. Модуль оперативного планирования производства в условиях комплекса холодной прокатки обеспечивает:

планирование выполнения заказов “точно в срок” и без остатков ввиду ограниченной площади складов; контроль комплектности отгрузки (вагонных норм) на всех этапах производства;

планирование загрузки агрегатов комплекса на основе графика прокатки в цехах горячей прокатки с учетом требуемого времени остывания рулонов;

оперативную корректировку при отклонении от задания с использованием остатков.

Оперативное планирование — это наиболее наукоемкий модуль MES-системы, так как его математический аппарат должен учитывать всевозможные комбинации, маршруты, варианты порезки и опираться на достоверную информацию о наличии заготовок на складах, включая склады смежных производств и “на колесах”. Специализированный АРМ модуля (рис. 2) предоставляет соответствующий функционал определения оптимальных параметров подката с учетом наличия на складах, доступных параметров кристаллизаторов, кратности резки, загрузки вагонов, оптимизации производительности, исключения остатков, технологических ограничений в смежных цехах. Его отличительной особенностью является возможность калькуляции и выбора не только оптимальных вариантов геометрии и массы горячекатаных рулонов, но и определение наиболее приоритетных параметров слэбов для их производства. Это позволяет обеспечить своевременное размещение заявок и получение требу-



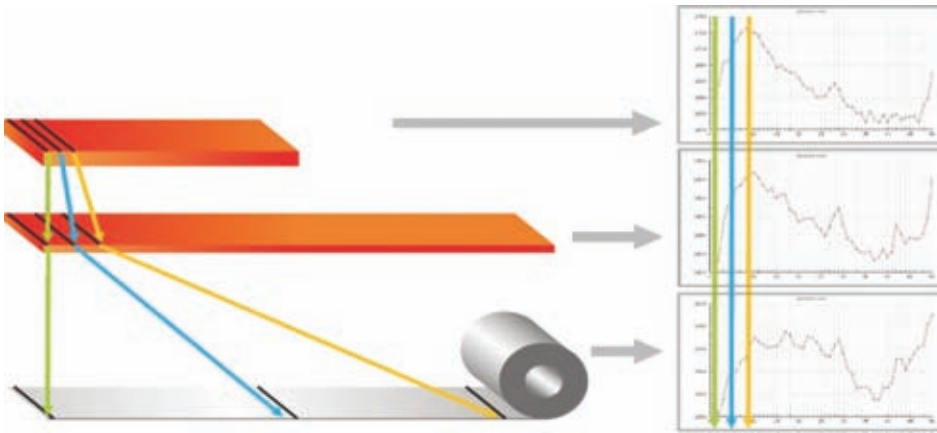


Рис. 3. Принцип протоколирования параметров производства длинномерной продукции

использование на протяжении нескольких лет позволяет ОАО ММК при помощи функционала, внедренного компанией “Аусферр” на станах 2000 и 2500 горячей прокатки, агрегатах непрерывного горячего оцинкования цеха покрытий, осуществлять отгрузку по результатам статистического контроля, увеличить ее ритмичность; значительно снизить затраты на отбор проб и проведение испытаний; улучшить качество выпускаемой продукции.

Система предусматривает исполнение требований ISO серии 9001:2000 (ИСО/ТУ 16949:2002) с автоматизированным контролем стабильности технологии и качества с применением методологии SPC (Statistical Process Control). Ее применение позволяет проводить оценку стабильности параметров технологических процессов и качества продукции, что обеспечивает широкие возможности для оценки эффективности работы производственных подразделений. Методика позволяет выявлять “узкие места” технологического процесса, принимать своевременные или даже опережающие корректирующие воздействия и контролировать их исполнение. Другой важной особенностью системы являются развитые средства анализа технологических режимов для выявления тенденций и корреляций с целью оптимизации существующих и разработки новых технологий.

**В системе управления складами** осуществляются контроль наличия материалов в складских помещениях цеха, перемещения по местам складирования, а также учет различных операций на территории складов (взвешивание, сортировка, расфасовка, комплектация отгрузочных партий, отгрузка на склады временного хранения и др.). Механизм протоколирования складских операций позволяет в любой момент времени получить информацию о движении материалов и использовании складов, подготовить баланс-овый отчет за любой период, проследить складскую историю конкретной порции материала, провести поиск материала на складе.

Ввиду ограниченной площади складских помещений в рамках текущего проекта впервые поставлена задача создания “интеллектуальных” складов, обеспечивающих планирование поступления, размещения и последовательность перемещений рулонов на складах

с формированием транспортных заданий машинистам кранов и отслеживание положений кранов и перемещаемых грузов с автоматическим отражением транспортных операций в системе.

**Учет, мониторинг и диспетчеризация** основных параметров производства осуществляются с помощью соответствующего модуля системы, в рамках которого проводят слежение за перемещением, контроль выполнения производственных заданий, формирование отчетности о ходе технологического процесса, визуализацию состояния производственного процесса (рис. 5).

Страница мониторинга содержит вкладки для быстрого доступа ко всем основным функциям системы (автоматизированным рабочим местам, отчетам, справкам), разделенным в соответствии с групповыми интересами пользователей. Специальные сервисы модуля позволяют оперативно получать отчеты о расходовании материалов и производстве продукции за любой период времени. При этом могут быть заданы дополнительные параметры выборки и сортировки — виды продукции, конкретные агрегаты, статус заказа и др.

Интеграция комплекса холодной прокатки в единое информационное пространство предприятия подразумевает взаимодействие с системами управления бизнес-процессами предприятия, заключающееся во вводе заказов, производственного плана, спецификаций, других исходных данных и последующей выдаче отчетности, преобразованной в совместимые форматы. Отчетность включает данные об израсходованных материально-технических ресурсах, отгрузке продукции, загрузке производственных мощностей, качестве продукции. Использование данной информации позволяет значительно повысить общую эффективность управления предприятием. Система непрерывно отслеживает текущий статус продукции и передает в ERP данные о ходе выполнения заказов, позволяя при этом и обратное изменение статуса, например при отмене отгрузки и возвращении продукции на склад.

Большинство функциональных средств MES-системы действует с момента пуска (15 июля 2011 г.) первой очереди комплекса холодной прокатки ОАО ММК. В течение этого времени действующие модули системы активно дорабатывались и адаптировались к условиям





Рис. 5. Функции мониторинга и диспетчеризации производства

АРМы, отчетные формы и другие сервисы Системы

Быстрый доступ ко всем функциям Системы структурированный в соответствии со схемой производства и разделением обязанностей

Окна мониторинга отдельных производственных участков

Центральное окно мониторинга и диспетчеризации производственного подразделения

производства и требованиям заказчика. Ведутся работы по интеграции в информационную среду предприятия вводимых в эксплуатацию агрегатов непрерывного отжига и горячего цинкования. Полнофункциональная MES-система, внедряемая одновременно с пуском второй очереди комплекса холодной прокатки в июле 2012 г., позволит ОАО ММК добиться высокой эффективности производства современного качественного холоднокатаного и оцинкованного проката.

### Библиографический список

1. Урцев В. Н., Капцан Ф. В., Фомичев А. В. и др. Интеграционный комплекс автоматизации стана 5000 ОАО ММК // *Сталь*. 2009. № 7. С. 46 – 50.
2. Сеничев Г. С., Виер И. В., Курбан В. В. и др. Корпоративная система нормативно-справочного сопровождения // *Сталь*. 2005. № 5. С. 120 – 121.
3. Капцан Ф. В., Урцев В. Н., Сеничев В. С. и др. Использование единого хранилища технологических данных при управлении производством и качеством продукции // *Сталь*. 2005. № 5. С. 56 – 58.