

УДК 621.771.23:658.52.011.56

Построение полнофункциональной MES-системы комплекса холодной прокатки ОАО ММК

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 “Аусфэрр” имеет успешный опыт в проектировании, разработке и внедрении **полнофункциональных MES-систем** (Manufacturing Execution System) на производственных объектах ОАО ММК. Специалистами компании “Аусфэрр” 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 “Аусфэрр” 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

А. В. Фомичев¹, Ф. В. Каплан¹, А. В. Шмаков¹,
В. Н. Урцев¹, Д. С. Каплан², С. В. Денисов²,
Б. Л. Корнилов²

¹ООО “Аусфэрр” (г. Магнитогорск, Россия)

²ОАО “Магнитогорский металлургический комбинат”, г. Магнитогорск, Россия

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 тестиировался 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-

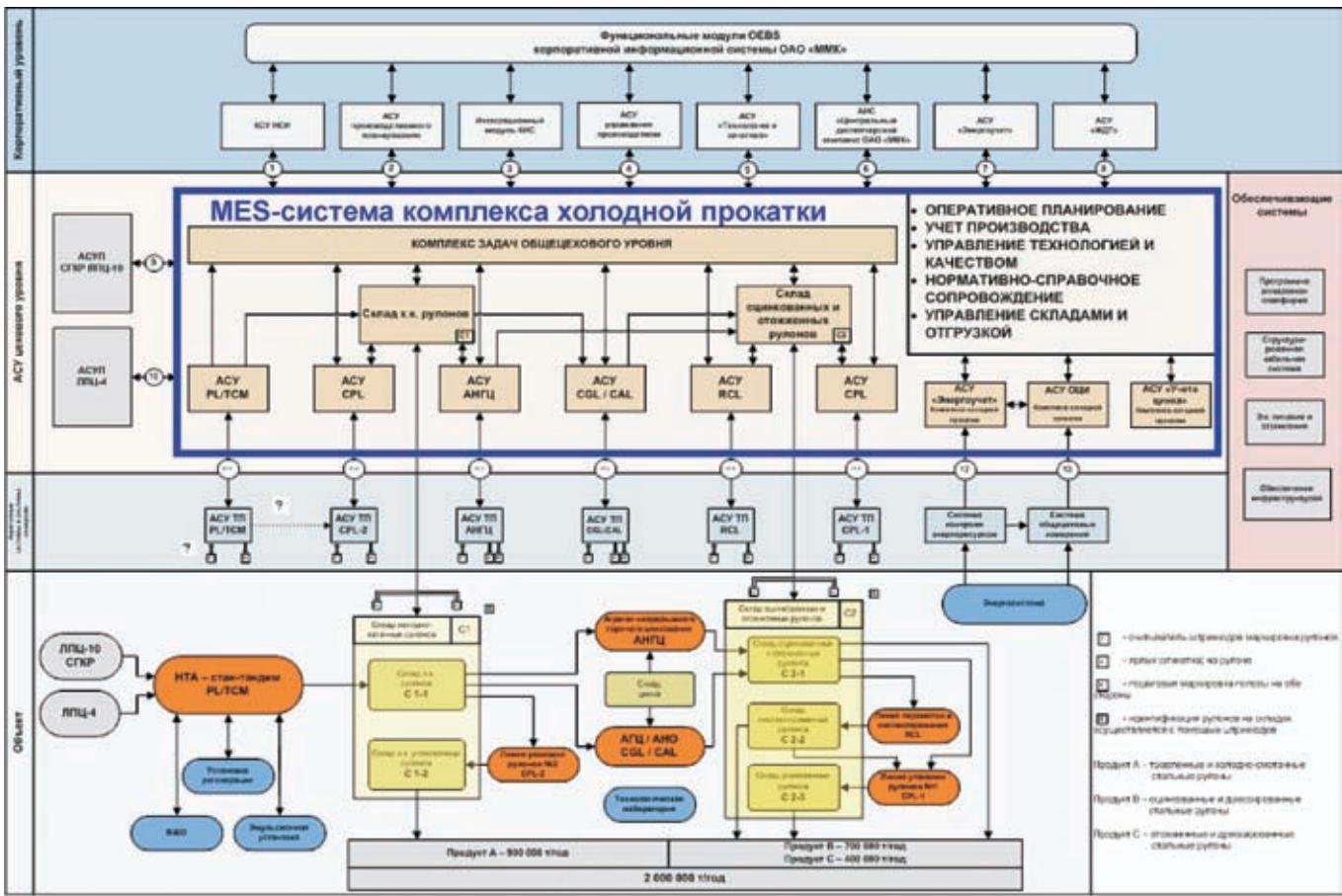


Рис. 1. Функциональная схема автоматизации комплекса холодной прокатки ОАО ММК

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 согласованным 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 научно-емкий 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 горячекатанных рулонов, но и определение наиболее приоритетных параметров слябов для их производства. Это позволяет обеспечить своевременное размещение заявок и получение требу-

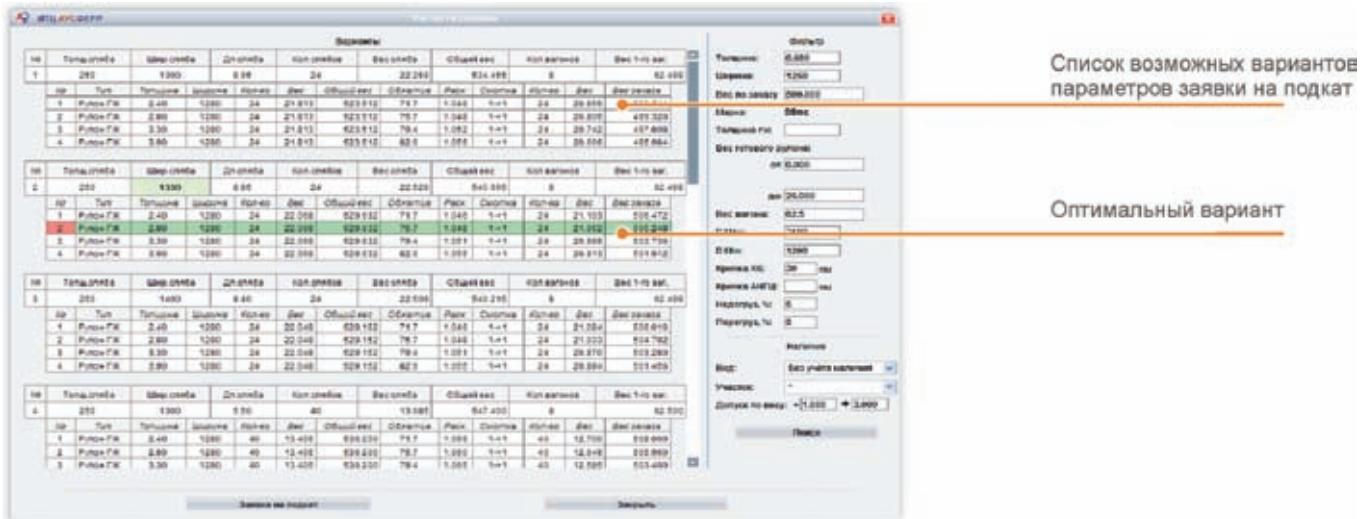


Рис. 2. АРМ “Расчет горячекатанных рулонов”

емых заготовок на каждом этапе технологического процесса.

Следение за выполнением и актуализация производственных программ для агрегатов приближены к реальному времени. Интерфейс модуля оперативного планирования позволяет гибко настраивать параметры оптимизации исходя из текущих приоритетов. Система обеспечивает отслеживание текущего места нахождения подката, контролирует выполнение ограничений (например, минимальное время остывания горячекатанных рулонов), позволяет просмотреть историю каждой единицы подката, контролирует формирование технологических карт и передачу их в автоматическом режиме в АСУТП агрегатов.

Важным этапом реализации системы уровня MES является построение **системы управления качеством**, которая обеспечивает:

нормирование требований к технологическим режимам;

протоколирование технологических параметров с привязкой к единице объема длинномерной продукции;

автоматический контроль уровня исполнения технологии;

широкое применение неразрушающих методов оценки качества;

автоматизацию контрольных и исследовательских лабораторий;

аттестацию готовой продукции по спецификациям заказчика;

управление отгрузкой и оформлением ТСД.

Программный модуль технологического протоколирования осуществляет сбор и хранение значимых оперативных данных, поступающих из систем управления технологическими процессами, а также данных, вводимых операторами. Рулоны, поступающие в комплекс из цехов горячей прокатки, имеют свою технологическую историю. В составе паспорта горячекатаного рулона информация о режимах обработки проката, полученной в результате виртуального разбиения заготовки на определенное количество отрезков и привязки к ним

полученных измерений технологических параметров, поступает в комплекс холодной прокатки.

Перед подачей в НТА рулоны сваривают в непрерывную полосу и “выделяют” необходимое количество отрезков, на каждом из которых, в свою очередь, соответствующими датчиками и контроллерами, установленными в линии комплекса, в процессе технологических операций осуществляется измерение технологических параметров процесса (рис. 3). Затем проводят их усреднение и протоколирование в системе. Это дает возможность представлять информацию о режимах обработки проката в виде разверток всех технологических параметров по его длине (рис. 4). В результате обеспечиваются технологическая прозрачность производства и возможность со-поставления данных по всем этапам обработки продукции независимо от изменения ее геометрии в ходе прокатки и резки.

С пуском второй очереди комплекса холодной прокатки станет возможным определять потребительские свойства на каждом отрезке прокатываемой полосы в зависимости от усредненных значений измеренных параметров прокатки. В системе предусмотрены функциональные средства для задания статических моделей определения потребительских свойств, разрабатываемых технологическими подразделениями ОАО ММК. Система обеспечивает функционал для определения доли длины полосы, на которой значения технологических параметров, а следовательно, и потребительских свойств (поскольку между ними существует однозначное соответствие) находятся в заданных технологией и нормативными документами пределах. Сравнивая полученное значение с нормативной (минимально допустимой) долей длины полосы, определяемой лабораторией контроля, технологи могут изменить технологические параметры на новой полосе либо принять их в качестве нормативных.

Система управления производством и качеством продукции дала возможность реализовать в условиях комплекса холодной прокатки указанные решения. Их

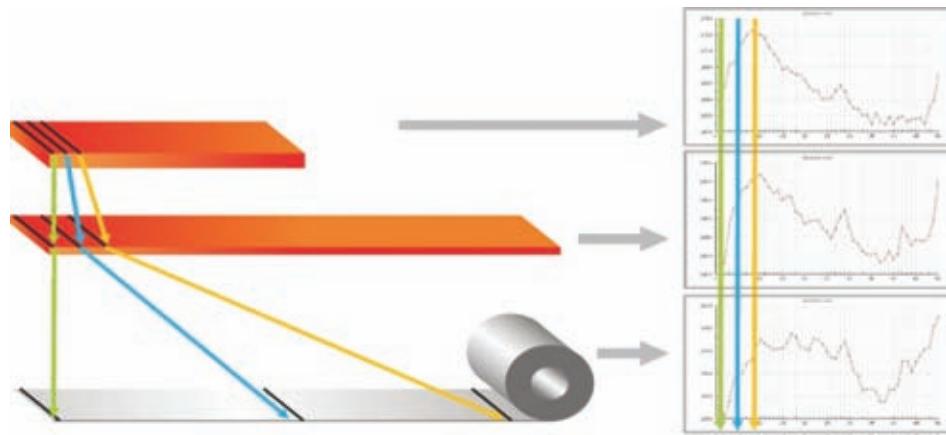


Рис. 3. Принцип протоколирования параметров производства длинно-мерной продукции

использование на протяжении нескольких лет позволяет ОАО ММК при помощи функционала, внедренного компанией “Аусфэрр” 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 выполнение 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 балансовый 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).

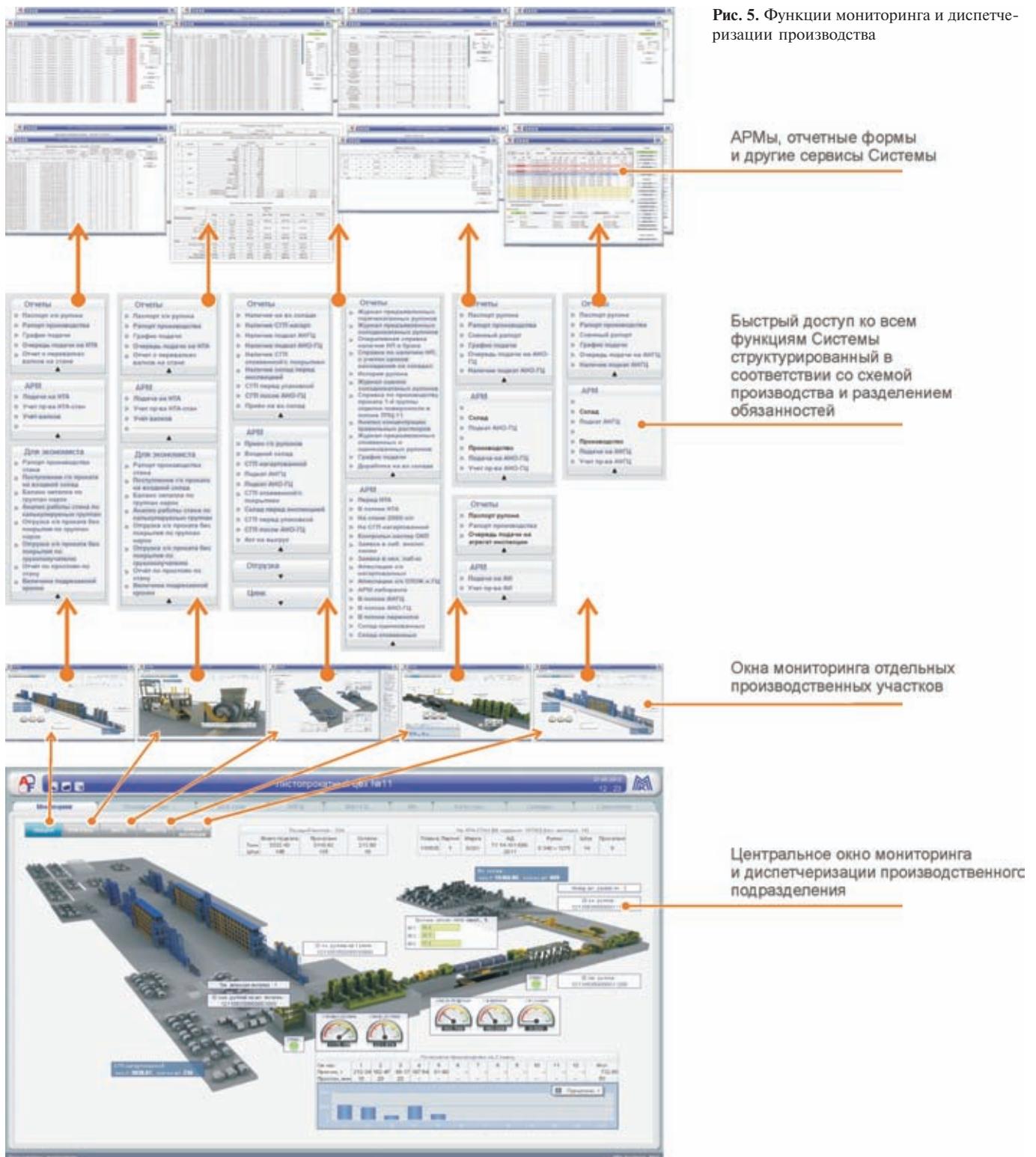
Страница мониторинга содержит вкладки для быстрого доступа ко всем основным функциям системы (автоматизированным рабочим местам, отчетам, справкам), разделенным в соответствии с групповыми интересами пользователей. Специальные сервисы модуля позволяют оперативно получать отчеты о расходовании материалов 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. 4. Технологический паспорт рулона

Рис. 5. Функции мониторинга и диспетч-
ризации производства



производства и требованиям заказчика. Ведутся работы по интеграции в информационную среду предприятия вводимых в эксплуатацию агрегатов непрерывного отжига и горячего цинкования. Полнфункциональная 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., Капсан Ф. В., Фомичев А. В. и др. Интеграционный комплекс автоматизации стана 5000 ОАО ММК // Сталь. 2009. № 5. 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. Капсан 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.