

ISSN 0038-920X

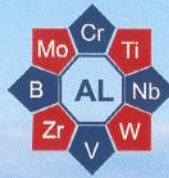
# СТАЛЬ

1931

80 лет

2011

 **КЛЮЧЕВСКИЙ  
ЗАВОД  
ФЕРРОСПЛАВОВ**  
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО



**ОАО** Управляющая Компания  
**РЭС** **РОССИЙСКИЕ  
ПЕЦИАЛЬНЫЕ  
ПЛАВЫ**

1941

70 лет

2011

**НА РЫНКЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ФЕРРОСПЛАВОВ**



6/2011

Москва • ООО "Интермет Инжиниринг"

Реклама

УДК 658.52.011.56 : 621.771.23/621.774.21

## Автоматизированная система управления производством ЗАО “Северсталь ТПЗ-Шексна”

В. В. Шестаков<sup>1</sup>, А. В. Колобов<sup>1</sup>, Д. А. Родичев<sup>1</sup>,  
 И. В. Смирнов<sup>1</sup>, В. С. Юсупов<sup>2</sup>, В. А. Хамицкий<sup>3</sup>  
<sup>1</sup> ЗАО “Северсталь ТПЗ-Шексна” (г. Шексна, Россия),  
<sup>2</sup> ИМЕТ РАН (г. Москва, Россия),  
<sup>3</sup> ООО “ЗСПУ-И” (г. Санкт-Петербург, Россия)

*ЗАО “Северсталь ТПЗ-Шексна” — это производственный комплекс по изготовлению электросварных прямошовных труб круглого и профильного сечения для строительной индустрии. На предприятии реализован проект по разработке и внедрению комплексной многоуровневой информационной системы с унифицированными интерфейсами интеграции. Внедренная система охватывает все уровни управления производственным предприятием, что позволяет достичь максимальной оперативности обработки информации, начиная от анализа потребности рынка и заканчивая управлением технологическими процессами индивидуально для каждого коммерческого заказа.*

**Ключевые слова:** АСУП, трубное производство, планирование, управление производством, складской учет, управление качеством, статистический анализ, управление затратами.

ЗАО “Северсталь ТПЗ-Шексна” — это производственный комплекс по изготовлению электросварных прямошовных труб круглого и профильного сечения для строительной индустрии, который по составу оборудования способен производить конкурентоспособный продукт.

Агрегат продольного роспуска АПР-2000 фирмы FIMI (Италия) предназначен для резки на ленты (штрипсы) рулонного горячекатаного металла шириной 500 – 2000 мм, толщиной от 3,0 до 16,0 мм. Трубоэлектросварочный агрегат ТЭСА 127-426 фирмы SMS Meer (Германия) предназначен для производства электросварных прямошовных труб диам. 127 – 426 мм с толщиной стенки от 3,0 до 16,0 мм, а также профильных труб квадратного (до 320×320 мм) и прямоугольного (до 350×250 мм) сечений.

С целью повышения эффективности производства и конкурентоспособности предприятия ЗАО “Север-

сталь ТПЗ-Шексна” реализовало проект по разработке и внедрению комплексной информационной системы (КИС) с унифицированными интерфейсами, допускающими обмен данными с уже имеющимися информационными системами. КИС охватывает все уровни управления предприятием, начиная от анализа потребности рынка и заканчивая управлением технологическими процессами для каждого коммерческого заказа. Это же относится и к качеству готовой продукции. Управление качеством начинается на этапе планирования производства и охватывает каждую производственную единицу на всех этапах жизненного цикла продукции.

Комплексную информационную систему управления предприятием можно представить в виде иерархических уровней (рис. 1). Центральное связующее звено КИС — уровень 3 MES (Manufacturing Execution

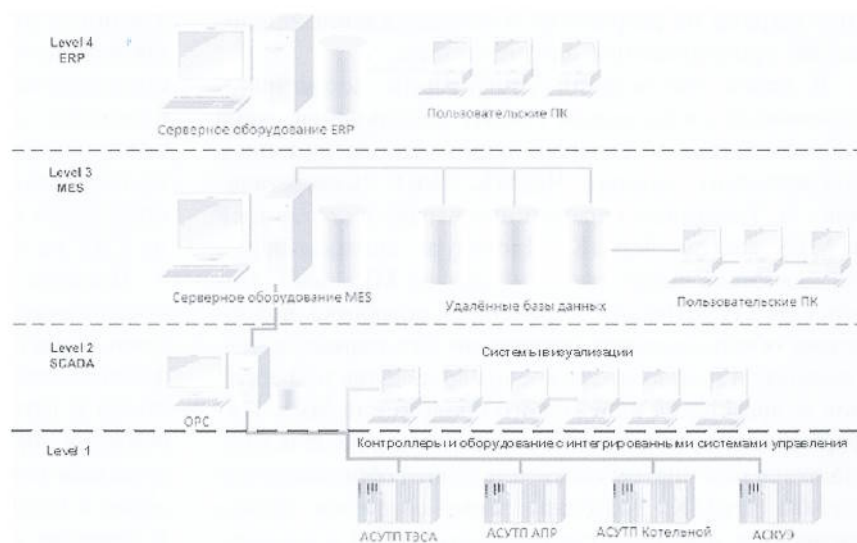


Рис. 1. Иерархия уровней КИС ЗАО “Северсталь ТПЗ-Шексна”



Рис. 2. Интеграция бизнес-процессов с группой “Северсталь”

System — система управления производством продукции в реальном времени). Разработчик — ООО “ЗСПУ-И”. Информация с этого уровня служит основой для принятия решений в части управления производством и используется для ведения управленческого и бухгалтерского учета на уровне 4 ERP (Enterprise Resource Planning System — система планирования ресурсов предприятия).

Со стороны уровня 2 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition — система оперативного диспетчерского управления производством и сбора данных) в MES поступают протоколы выполнения технологических операций, значения технологических параметров и другая информация, охватывающая производственные циклы и позволяющая в режиме реального времени формировать объективные документы по качеству готовой продукции для потребителей. Связь между уровнями MES и SCADA реализована с использованием интерфейсов OPC (OLE for Process Control) сервера. OPC представляет собой семейство программных технологий, предоставляющих единый интерфейс для управления объектами автоматизации и технологическими процессами, что позволяет сократить затраты на разработку и сопровождение приложений промышленной автоматизации.

В целях обеспечения унификации нормативно-справочной информации (НСИ) используется схема взаимодействия со справочниками технологических и коммерческих данных ЧерМК ОАО “Северсталь” (рис. 2). Указанные справочники входят в состав ERP и MES систем ЧерМК. Процедура синхронизации справочников выполняется на уровне MES ЗАО “Северсталь ТПЗ-Шексна”. Хранение и обработка информации обеспечиваются средствами баз данных, а отображение и пользовательское представление информации — средствами клиентского приложения MES. Информационное наполнение справочников НСИ осуществляется персоналом соответствующей общезаводской службы ЧерМК. Благодаря этому создается единое справочное пространство технологической и коммер-

ческой информации, позволяющее унифицировать бизнес-процессы технологической подготовки производства, сбытовой и коммерческой деятельности.

**Формализация технологических процессов производства полуфабриката (штрипс) и готовой продукции (трубы).** Для расчета и учета параметров производства и технологической подготовки производства в состав MES входит механизм моделирования производства, который построен как каталог моделей технологических операций. Механизм каталога моделей технологических операций служит основой формализации и описания в терминах информационной системы всех технологических операций в цепочке производства готовой продукции ТПЗ. Данный механизм позволяет на основании единовременно введенных массивов номинальных данных и алгоритмов расчета получать формализованное описание параметров технологической операции.

Номинальные параметры АПР, формализованные параметры задаваемого в агрегат металла с учетом выходных технологических параметров агрегатов предыдущих переделов (скорость прокатки, температура скотки, данные о механических свойствах и химическом составе) и требуемые параметры готовой продукции обрабатываются в MES. В качестве результата обработки система формирует расчет режимов работы агрегата продольной резки в терминах системы управления АПР (АСУТП АПР). Полученные режимы работы АПР в автоматическом режиме “привязываются” к задаваемому в АПР металлу (горячекатаным рулонам) и передаются в АСУТП АПР для автоматической настройки агрегата на обрабатываемый металл и получения штрипса с требуемыми свойствами.

Данный механизм применяется и для формирования режимов работы трубоэлектросварочного стана, где в качестве задаваемого металла используется штрипс. Технологические параметры производства штрипса формируются на основе данных, полученных из контроллера АПР.

**Обработка коммерческих заказов.** Коммерческие заказы на производство и отгрузку готовой продукции вводятся в систему уровня ERP службы сбыта (рис. 2, АСУ “Управление продажами товарной продукции”), откуда поступают в MES в виде заказов на производство. Типы информационных реквизитов структуры коммерческих заказов в системе ERP организованы на основе общезаводской НСИ, данные которой используются системой MES. Благодаря этому отсутствуют проблемы различия типов данных в процедурах интеграции коммерческих заказов с уровня ERP на уровень MES.

Процесс развертывания коммерческого заказа предполагает выполнение в пошаговом режиме с помощью мастера развертывания ряда операций: определение номенклатуры позиции производственного заказа и готовой продукции; расчет технологических режимов обработки материала в АПР и ТЭСА; расчет упаковки готовой продукции, расходных коэффициентов и потребности в ТМЦ для выполнения заказа. В качестве результата этого процесса формируются

наборы данных для заказа исходного сырья для производства горячекатаных рулонов, автоматизированной настройки технологического оборудования, настройки упаковочных машин, потребности в ТМЦ.

По результатам процесса развертывания коммерческого заказа в автоматизированном режиме формируется заказ необходимого для производства готовой продукции объема сырья (горячекатаные рулоны). Необходимая потребность в подкате рассчитывается исходя из имеющегося плана производства и наличия подходящего под заказ металла на складах. Заявка на поставку подката в электронном виде может быть транслирована в систему уровня ERP поставщика.

**Планирование производства.** На основании данных процесса развертывания коммерческого заказа MES позволяет сформировать календарный план производства заданного объема коммерческих заказов. Календарный план формируется в различных разрезах — выполнение позиций коммерческих заказов, доступность складских запасов сырья для производства, сортамент, вес позиции коммерческих заказов, вес произведенной ранее продукции, подходящий под требования коммерческого заказа, месяц производства заданного объема коммерческих заказов.

На основании данных календарного планирования с учетом данных о доступности ключевых ресурсов для производства MES формирует планы компаний производства продукции, которые в свою очередь разбиваются на лоты, включающие в себя учетные единицы сырья (горячекатаные рулоны) и полуфабрикатов (штрипсы). Сгруппированные по лотам учетные единицы формируют входную очередность задачи сырья и полуфабрикатов в технологические агрегаты. К каждой учетной единице привязывается набор данных с технологическими параметрами единицы и данными по режимам работы технологического оборудования. Эта информация в автоматическом режиме передается с уровня MES на уровень АСУТП и в контроллеры технологического оборудования для его автоматической настройки. С учетом расчета производительности технологического оборудования входные очередности трансформируются в детальный график работы технологического оборудования. Для оптимальной загрузки мощностей каждой единицы основного технологического оборудования MES позволяет формировать общие планы загрузки агрегатов с указанием взаимных противоречий в планах.

На основании сформированного оперативного плана производства в MES может быть проведено моделирование процесса производства с учетом уже имеющейся загрузки мощностей, плановых периодов ремонтов и других простоев технологического оборудования, а также оставшегося времени на производство заданного объема коммерческих заказов. Моделирование может быть проведено как в плановом порядке, так и при любом изменении запланированного к производству сортамента в режиме реального времени. В качестве результата моделирования MES выдает информацию о достаточности ресурсов (ма-

шинного времени и мощности технологического оборудования, наличия сырья и материалов) для производства заданного объема коммерческих заказов. При необходимости, основываясь на данных моделирования, специалисты отдела планирования производства имеют возможность оперативно изменить (оптимизировать) план производства.

**Входной контроль качества сырья.** Учет производственного цикла непосредственно начинается с поступления сырья от поставщика. Для ЗАО “Северсталь ТПЗ-Шексна” поставщиком горячекатаных рулонов (в качестве сырья для производства труб) является ЧерМК ОАО “Северсталь”. По сформированной заявке поставщик производит необходимый металл и отгружает его автотранспортом. На каждый поставляемый в адрес ЗАО “Северсталь ТПЗ-Шексна” рулон поставщик формирует сертификат качества продукции как в бумажном, так и в электронном виде. Последний по информационным каналам связи заблаговременно поступает в MES трубопрофильного завода. Благодаря этому у работников, ответственных за приемку металла, есть возможность при помощи механизмов MES проверить соответствие планируемого к отгрузке металла требованиям заказа. В случае, если параметры металла отличаются от заданных, система предупреждает оператора и запрещает отражение операции по приемке металла для той учетной единицы, электронный сертификат которой не прошел проверку на соответствие заказу. Для снятия блокировки поставщику необходимо скорректировать электронный сертификат или согласовать с заказчиком отклонение параметров планируемого к поступлению металла путем составления акта комиссионной проверки. Описанный механизм входного контроля качества сырья позволяет снизить риск поступления металла с отклонениями и тем самым повысить качество готовой продукции ТПЗ.

**Автоматизированный складской учет.** Принятые от поставщика горячекатаные рулоны, а также полуфабрикаты (штрипсы) и готовая продукция (трубы) размещаются на соответствующих складах. Для оперативного и точного учета металла на складах в MES реализован механизм электронного склада с наглядной визуализацией размещения учетных единиц металла в ячейках склада. Механизм электронных складов используется на всех складах, где может быть размещен металл (пакеты труб, горячекатаные рулоны, штрипс мерной длины). Данный механизм позволяет в режиме реального времени отслеживать перемещение всех учетных единиц металла, что служит гарантией отсутствия потерь металла по причине неоптимального учета. Кроме того, использование автоматизированного складского учета позволяет оптимизировать логистические цепочки при подготовке готовой продукции к отгрузке и при размещении металла с целью повышения емкости склада. На каждую единицу при изменении ее статуса (переход собственности при приемке от поставщика, выпуск из производства, пересортировка) клеится этикетка с указанием основных па-

раметров учетной единицы и штрихкода. Это позволяет значительно сократить период проведения инвентаризации ТМЦ на складах.

**Задача металла в технологические агрегаты АПР и ТЭСА.** На основании сформированной отделом планирования производства входной очередности задачи металла в технологические агрегаты металл отгружается со склада хранения и передается на участки задачи металла в производство. Функционал MES позволяет задавать металл в производство только на основании входной очередности. Однако это не является ограничением гибкости производства, так как у линейных руководителей в смене предусмотрен механизм оперативного перепланирования производства в связи с нештатными ситуациями. Данный механизм позволяет соблюдать заданные планы производства, производственный ритм и, как следствие, эффективно использовать производственные мощности.

**Обработка металла на основном технологическом оборудовании.** В совокупности с формализованными технологическими параметрами в процессе формирования заданий на обработку металла в технологических агрегатах MES рассчитывает параметры рабочих режимов агрегатов, такие как скорость работы технологического оборудования, натяжение между клетями станов. Для трубоэлектросварочного агрегата такими параметрами являются ток и частота сварки, компенсация ступени конденсаторов и ступеней ВЧ трансформатора. Наборы данных с рассчитанными параметрами непосредственно перед прокаткой в автоматическом режиме загружаются из MES в контроллеры технологической автоматики агрегатов. Поступающая из MES информация о сменном оборудовании является регламентирующей для персонала, задействованного в подготовке производства. На основании этой информации формируется набор режущей оснастки агрегата продольной резки и набор валковой оснастки для завалки становых клеток трубоэлектросварочного агрегата.

В процессе обработки металла в агрегатах MES считывает из контроллеров технологической автоматики фактические значения технологических параметров. Считанные значения привязываются к конкретной учетной единице продукции. Благодаря этому MES предоставляет возможность проводить последующий статистический анализ качества производства продукции при отклонениях по качеству. Данная информация используется также при разборе претензий от потребителей металла и для разработки превентивных мероприятий по предупреждению проблем, связанных с качеством готовой продукции.

**Управление качеством.** Для оперативного контроля качества готовой продукции в MES реализован механизм первичных и встречных актов. Инспекторы по контролю качества готовой продукции при выполнении процедур контроля на любую не соответствующую заданным параметрам качества учетную единицу готовой продукции могут составить первичный акт. Наличие данного акта не позволяет отгрузить активированную единицу продукции. Для снятия запрета на

отгрузку технологический персонал должен устранить замечания по качеству, что также учитывается в MES.

Для оперативного проведения испытаний, предусмотренных стандартами на производство продукции, в MES реализованы механизмы автоматического формирования перечня испытаний и отправки заявки на испытания в заводскую лабораторию механических испытаний. Информация о результатах испытаний входит в состав паспорта качества единицы продукции и на основании этой информации принимается окончательное решение о годности продукции. Для оперативного и прогнозного контроля стабильности технологических процессов и, как следствие, параметров качества продукции в MES используется механизм статистического контроля технологических процессов на основе карт Шухарта.

В процессе производства по данным, полученным из контроллеров агрегатов в автоматическом режиме (по ранее заданным алгоритмам), формируются статистические выборки параметров технологических процессов и представляются в виде визуальных интерфейсов MES. С этими интерфейсами могут работать как работники технологического отдела, так и цеховой персонал, отвечающий за процесс производства.

Для контроля качества на всех этапах производства и в последующем цикле использования готовой продукции потребителем в MES реализовано генеалогическое дерево продукции. Таким образом можно проследить историю единицы готовой продукции начиная с выплавки металла и последовательно по всем переделам, что позволяет при последующих претензиях потребителя выявить, на каком этапе производства продукции были отклонения от плановых технологических режимов и при необходимости внести корректировки в соответствующие технологические процессы.

**Отгрузка готовой продукции.** В MES предусмотрены механизмы автоматизированного формирования набора отгрузочных документов. По данным, собранным на предыдущих этапах производства, автоматически формируются сертификаты качества на отгружаемую продукцию, паспорта качества (по требованию потребителей) и товарные накладные. Так как данные в отгрузочные документы поступают в автоматическом режиме, в максимальной степени снижается человеческий фактор, влияющий на точность и достоверность формирования документов.

**Отчетность по производству.** Для руководителей любого уровня важно контролировать достижение подразделениями предприятия поставленных целей в разных временных перспективах, а также в реальном режиме. Для этого механизмы MES позволяют группировать и укрупнять показатели производственных процессов, показатели выполнения планов по производству, отгрузке готовой продукции, снабжения производства необходимыми ТМЦ, сырьем и запасными частями. Кроме того, на основании статистических данных, собранных за различные периоды времени в различных производственных ситуациях, механизмы MES позволяют прогнозировать и моделировать вы-

полнение производственных программ, определять доступность ключевых ресурсов. Таким образом, MES становится системой поддержки принятия решений как в стабильных ситуациях, так и в ситуациях неопределенности.

**Передача производственных показателей на уровень ERP.** Для ведения бухгалтерского и управленческого учета производства необходимые для этого производственные показатели передаются в автоматическом режиме на уровень ERP:

поступление сырья от поставщика в производство ТПЗ;

выпуск готовой продукции из производства на склад за заданный период времени;

выпуск полуфабрикатов из производства на склад за заданный период времени;

межскладское перемещение металла в производстве; межскладское перемещение материалов в производстве;

фактический расход материалов для производства заданного объема продукции.

Внедренная фирмой ООО “ЗСПУ-И” в ЗАО “Северсталь ТПЗ-Шексна” информационная система,

поддерживающая процессы оперативного управления производством, зарекомендовала себя как высокоэффективный инструмент для учета и управления производством в режиме реального времени. Предприятие получило следующие эффекты от внедрения системы.

В области управления качеством продукции — это сокращение объема выпуска продукции с пониженной категорией качества благодаря точной технологической подготовке производства, автоматизированному входному контролю сырья и полуфабрикатов и автоматизированной системе управления качеством готовой продукции во всем производственном цикле.

В области качества управления производством — это уменьшение объема недостоверной и противоречивой информации по производству благодаря учету и отчетности по параметрам производства в режиме реального времени.

В области управления затратами на производство — это снижение затрат на выпуск готовой продукции благодаря оперативному управлению расходными коэффициентами сырья, полуфабрикатов и основных технологических материалов.



## ЭКОЛОГИЯ И РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ

УДК 669.054.82

### Совершенствование технологии переработки шлаков на установках ОАО ММК

В. И. Гладских, А. В. Бочкарев, Н. В. Сукинова,  
З. Н. Мурзина, И. П. Фролова  
ОАО “Магнитогорский металлургический комбинат”  
(г. Магнитогорск, Россия)

*На установке ROXON с 1993 г. перерабатываются отвалы мартеновские и текущие шлаки конвертерного производства. На магнитные сепараторы ROXON поступает материал широкого диапазона крупности. По показателям работы установка ROXON уступает установкам АМСОМ, на которых материал перед сепарацией предварительно разделяется на узкие классы крупности. Массовая доля железа в магнитном продукте фракции 0 – 10 мм на установке АМСОМ при переработке текущего конвертерного шлака выше на 8,8 %, суммарный выход магнитных продуктов фракций 0 – 10 и 10 – 50 мм выше на 1,6 %, чем на установке ROXON. Лабораторное исследование сепарации магнитного продукта фракции 0 – 50 мм после I стадии сепарации ROXON также показало эффективность разделения продукта перед сепарацией на фракции 0 – 10 и 10 – 50 мм. Таким образом, необходима реконструкция установки ROXON с предварительным разделением материала на узкие классы крупности перед сепарацией. Ожидаемый экономический эффект составляет 90 млн руб.*

**Ключевые слова:** *сталеплавильные шлаки, переработка, сухая магнитная сепарация, исходный шлак магнитный продукт, выход продукта, постоянные магниты, электромагниты, узкие классы крупности, массовая доля железа.*

Переработка шлака решает проблему замены дорогостоящего рудного сырья и металлолома за счет извлечения железа из шлака, а также экологическую проблему утилизации шлаковых отвалов<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Анашкин Н. С., Павленко С. И. Мартеновские шлаки и их использование в металлургии и других отраслях народного хозяйства. — Новосибирск : изд-во СО РАН, 2006. — 136 с.

В цехе по переработке металлургических шлаков (ЦПМШ) ОАО ММК перерабатываются отвалы мартеновские, текущие шлаки конвертерного и электросталеплавильного производств, текущие и отвалы доменные шлаки. Установка ROXON производительностью 2,4 млн т в год работает с 1993 г., установка АМСОМ-1 пущена в январе 2009 г., в январе 2010 г.