

УДК 658.52.011

Светличный А. В.  
Фонотов И. М.

## СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ПРОКАТНОГО СТАНА

Усиление конкурентной борьбы на рынке металлопроката заставляет производителей оперативно реагировать на запросы клиентов и ужесточать контроль качества продукции. При этом приходится учитывать удорожание всех видов энергоресурсов и стараться планировать производство с их минимальным расходом. В процессе производства надо вести строгий учет затрат материальных и энергетических ресурсов для принятия мер по снижению расходных коэффициентов. Все эти факторы делают необходимым использование современных информационных технологий в управлении прокатным производством [1].

На сегодняшний день уже определен перечень задач, которые должны решаться на уровне оперативного управления производством в металлургии [2]:

- нормативно-справочное сопровождение оперативного планирования, технологического процесса, испытаний и контроля качества продукции;
- оперативное планирование производства, формирование производственных программ для агрегатов;
- учет производства и оперативное отслеживание материальных потоков;
- управление технологией, включая формирование технологических карт на производство продукции и обеспечение систем АСУ ТП актуальной информацией;
- управление качеством продукции: протоколирование и паспортизация технологических процессов и свойств продукции, автоматизация исследовательских и контрольных лабораторий, контроль качества продукции;
- информационное обеспечение складов заготовок, готовой продукции и сопровождение процессов отгрузки продукции;
- взаимодействие со смежными системами автоматизации.

Некоторые авторы включают в этот список и контроль состояния технологического оборудования [3].

Целью данной работы является исследование необходимости внедрения системы оперативного управления производством прокатных станков в условиях обострения конкуренции производителей проката.

Системы, решающие вышеперечисленные задачи, получили в англоязычной литературе название MES (Manufacturing Execution Systems).

Наилучшим вариантом внедрения систем оперативного управления производством является их включение в программы реконструкции прокатных станков, как это было сделано на Магнитогорском металлургическом комбинате [4]. Преимуществом такого подхода является решение вопросов интеграции систем автоматизированного управления технологическим процессом АСУ ТП и управления производством прокатного стана АСУП ПС уже на этапе проектирования. В условиях дефицита денежных средств возможен и другой вариант поэтапного внедрения отдельных компонентов АСУП ПС стана с последующей стыковкой с модернизируемыми участками АСУ ТП. В любом случае, требуется большая подготовительная работа по адаптации делопроизводства и информационных потоков предприятия для работы в автоматизированной системе. Дополнительным сдерживающим фактором является необходимость обучения и переподготовки сотрудников разных подразделений от технологов до экономистов. В связи с этим процесс внедрения АСУП ПС занимает длительное время. Какие же основные этапы необходимо пройти при создании АСУП ПС. Первым из них является формирование базы нормативно справочной информации, классификаторов и изучение существующего документооборота.

Общее количество справочников, которые используются в прокатном производстве, может достигать нескольких десятков. Перечислим некоторые из них: справочники марок сталей, сортамента продукции, показателей качества, стандартов, допусков контролируемых величин, единиц измерения, материалов, энергоресурсов и т. д. Если в функции АСУП ПС включаются контроль состояния оборудования и планирование ремонтов то потребуются еще справочники по оборудованию, ремонтным воздействиям, неисправностям, нормативам эксплуатации и обслуживания.

Документооборот на предприятии реализуется обычно в форме различных регламентирующих и отчетных документов: задания, наряды, заявки, заказы, журналы, отчетные формы, вид и количество которых могут существенно отличаться для различных предприятий. Применение в управлении бизнес-процессами предприятия современных стандартов управления, таких как MRP II, CSRP, ISO9000 еще более увеличивает количество документов и делает невозможным документооборот без их автоматизированной подготовки.

Если прокатный стан работает под управлением современной АСУ ТП, имеющей обширную систему датчиков, сбора информации, слежения за материалом, контроля качества, то все имеющиеся в ней данные являются информационной базой для АСУ ПС. В свою очередь, обработанные в ней и сведенные в отчетные формы данные являются информационной базой для системы управления предприятием уровня ERP (Enterprise Resource Planning). Автоматизация процесса обработки и передачи данных от производственного до административного уровней управления, является необходимым условием обеспечения руководства предприятия достоверной и своевременной информацией обо всех показателях деятельности.

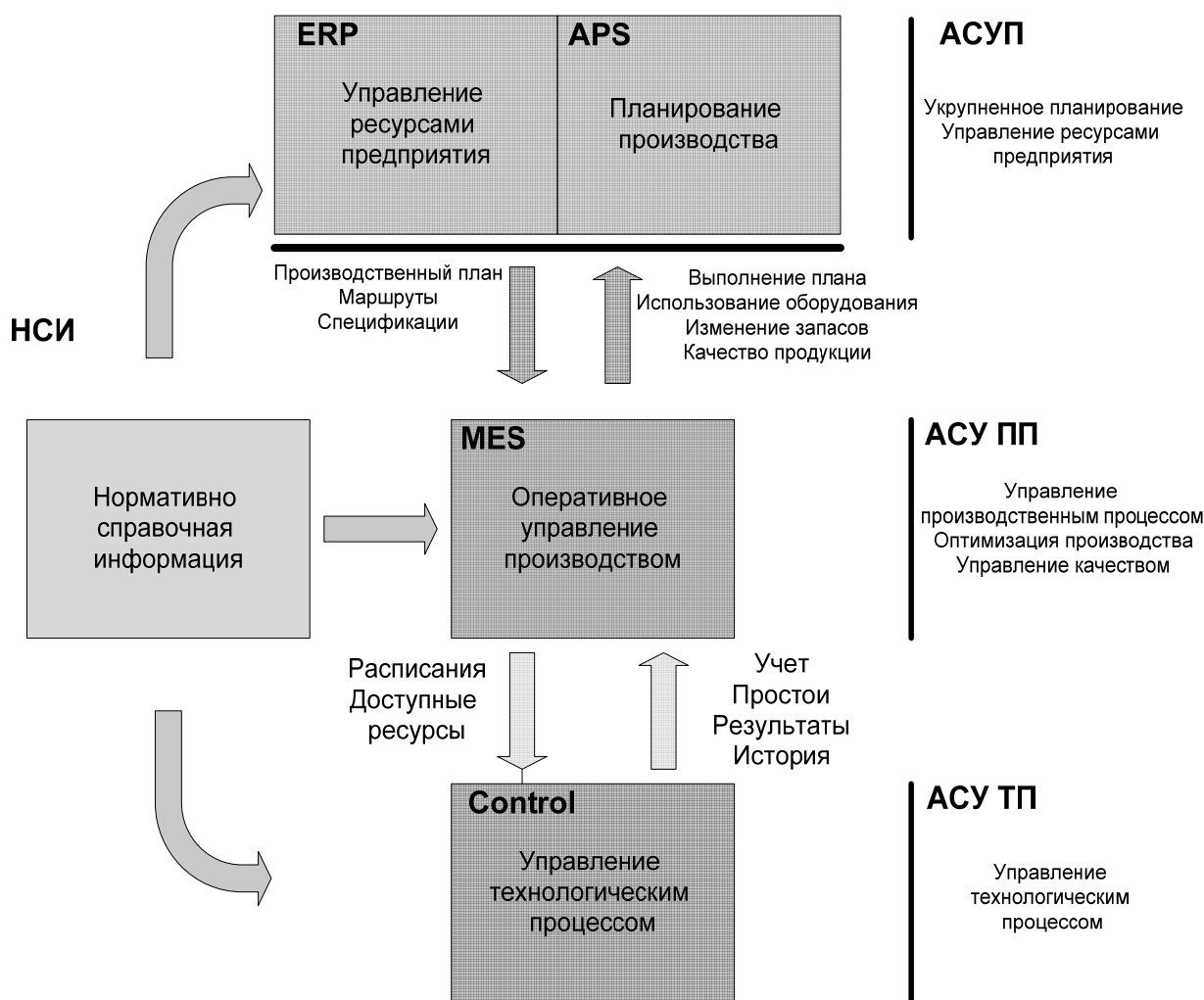


Рис. 1. Информационные потоки системы оперативного управления производством

Помимо основных вертикальных информационных потоков к АСУП ПС могут подходить и горизонтальные, например, от системы энергоучета или отдельных технологических участков, не интегрированных в АСУ ТП. Обобщенная структурная схема информационных потоков для системы управления производством представлена на рис. 1.

Анализ всех возможных информационных потоков АСУП ПС, некоторые из которых могут быть подключены даже через несколько лет, необходим для правильного выбора структуры и объема базы данных и пропускной способности аппаратных каналов для их передачи.

Следующим этапом является выбор программной платформы для реализации АСУП ПС. Для этого можно использовать специализированные программные продукты, например SteelPlanner компании AIS (Advanced Information Systems GmbH & Co.), Siroll (Siemens) или универсальные, как например Wonderware Factelligence. Окончательное решение должно приниматься совместно с системным интегратором, который берется за реализацию проекта, поскольку системы АСУП ПС являются штучным продуктом и на выбор программной платформы влияет очень большое количество экономических, технических и даже политических факторов. Возможен вариант, не приобретать какой либо программный продукт для систем управления производством, а создать его самостоятельно. Преимуществами такого подхода является возможность максимальной адаптации разрабатываемого программного обеспечения к особенностям объекта заказчика, отсутствие языковых проблем в интерфейсах и описании переменных. Именно так специалистами научно-производственного общества «Доникс» (г. Донецк) разработана АСУП ПС для строящегося прокатного стана 390 Макеевского металлургического завода.

Система позволяет реализовать все необходимые для управления производством сортового прокатного стана функции: оперативное планирование, учет продукции, контроль технологических параметров, учет энергоресурсов, формирование сводных данных по качеству продукции, учет временных параметров работы оборудования. В состав АСУП ПС включена также подсистема управления ремонтами.

АСУП ПС 390 включает в себя резервированный сервер баз данных и сервер приложений, а также 19 автоматизированных рабочих мест для обслуживающего персонала по линии стана и в административном здании.

Для построения системы были использованы технические средства ведущих производителей серверного, сетевого и периферийного оборудования:

Серверное оборудование и рабочие станции – Hewlett-Packard;

– бесперебойное питание – APC;

– сетевое оборудование Cisco, 3-COM, Reichle & De-Masssri.

Программное обеспечение:

– операционная система MS Windows 2003 Server, MS Windows XP Professional;

– управление базами данных MS SQL Server 2005;

– управление потоками данных MS SQL Server Integration Services;

– управление отчетами – на базе служб MS SQL Server 2005 Reporting Service;

– комплекс программного обеспечения на базе NET Framework 3.5.

Разработка системы производилась при максимально возможном взаимодействии со специалистами предприятия. Согласовывались экранные и отчетные формы представления данных, определялся уровень доступа персонала к функциям системы. В ходе этой работы выявлялись недостатки существующей системы документооборота: неоднозначность источника информации, дублирование информационных потоков и документов. Поэтому еще одним важным этапом при создании АСУП ПС является аудит существующей системы документооборота предприятия, в котором обязательно должны принимать участие представители системного интегратора и заказчика. По результатам аудита разрабатывается оптимизированная система документооборота, которая в дальнейшем реализуется с использованием АСУП ПС.

Стыковка АСУП ПС и АСУ ТП также является достаточно сложной задачей. Уже на этапе проектирования должны быть согласованы объем, тип и форма представления данных которыми эти системы будут обмениваться. Поскольку основной информационный поток направлен от АСУ ТП к АСУП ПС, то целесообразно на серверах АСУ ТП иметь промежуточный буфер обмена для гарантированной доставки данных в случае нарушений во взаимодействии систем.

На рис. 2 представлена сводная экранная форма оперативной информации по результатам производства прокатного стана за сутки. Более подробная информация по временным и расчетным показателям может быть получена выбором соответствующих экранных форм и отчетов.

| Хронометраж производства |                 |              |           |         |             |     |                  |             |                   |                          | Результаты           |         |
|--------------------------|-----------------|--------------|-----------|---------|-------------|-----|------------------|-------------|-------------------|--------------------------|----------------------|---------|
| Посадка                  |                 |              |           |         |             |     |                  |             |                   |                          | Сутки                |         |
| Время                    | Смена / Бригада | Номер партии | Состояние | Профиль | Марка стали | Тип | Заготовок (штук) | Всад (тонн) | План. всад (тонн) | Ср. вес заготовки (тонн) | Параметр             | Факт    |
| 19:00:15                 | 3/4             | 121          | Посадка   | Круг 12 | Ст3пс       | Э   | 48               | 95,136      | 91,92             | 1,982                    | Группа: Качество     |         |
| 16:43:15                 | 3/4             | 122          | В печи    | Круг 12 | Ст3пс       | Э   | 51               | 100,776     | 97,665            | 1,976                    | Экспорт              | 858,9   |
| 14:43:15                 | 2/3             | 123          | В печи    | Круг 12 | Ст3пс       | Э   | 45               | 87,93       | 86,175            | 1,954                    | 1 сорт               | 160,9   |
| 12:42:15                 | 2/3             | 124          | Прокатка  | Круг 12 | Ст3пс       | Э   | 45               | 89,145      | 86,175            | 1,981                    | 2 сорт               | 12,3    |
| 10:00:15                 | 2/3             | 125          | Прокатана | Круг 12 | Ст3пс       | Э   | 60               | 118,92      | 114,9             | 1,982                    | В сортировку         | 23,26   |
| 7:47:15                  | 1/2             | 126          | Прокатана | Круг 12 | Ст3пс       | Э   | 49               | 97,902      | 93,835            | 1,998                    | Брак                 | 0       |
| 6:13:15                  | 1/2             | 127          | Упакована | Круг 16 | Ст3пс       | Э   | 38               | 74,252      | 72,77             | 1,954                    | Группа: Производство |         |
| 5:09:15                  | 1/2             | 128          | Упакована | Круг 16 | Ст3пс       | Р   | 49               | 92,708      | 93,835            | 1,892                    | Посажено заг         | 561     |
| 4:03:15                  | 1/2             | 129          | Упакована | Круг 16 | Ст1сп       | Р   | 51               | 95,676      | 97,665            | 1,876                    | Прокатано заг        | 426     |
| 2:36:15                  | 1/2             | 130          | Упакована | Круг 16 | Ст1сп       | Э   | 51               | 97,971      | 97,665            | 1,921                    | Забурено заг         | 1       |
| 1:29:15                  | 1/2             | 131          | Упакована | Круг 16 | Ст1сп       | Э   | 47               | 91,838      | 90,005            | 1,954                    | Возвращено заг       | 0       |
| 0:23:15                  | 1/2             | 132          | Упакована | Круг 16 | Ст1сп       | Э   | 49               | 96,138      | 93,835            | 1,962                    | Произв. проката      | 1055,36 |
|                          |                 |              |           |         |             |     |                  |             |                   |                          | Сдано на склад       | 1032,1  |
|                          |                 |              |           |         |             |     |                  |             |                   |                          | Среднечасовое        | 55,55   |
|                          |                 |              |           |         |             |     |                  |             |                   |                          | В 'горячий' час      | 59,3    |
|                          |                 |              |           |         |             |     |                  |             |                   |                          | Расх. коэфф.         | 1,096   |
|                          |                 |              |           |         |             |     |                  |             |                   |                          | Группа: Простои      |         |
|                          |                 |              |           |         |             |     |                  |             |                   |                          | Всего                | 1:15    |
|                          |                 |              |           |         |             |     |                  |             |                   |                          | Внутренние           | 0       |
|                          |                 |              |           |         |             |     |                  |             |                   |                          | Технологи            | 1:15    |
|                          |                 |              |           |         |             |     |                  |             |                   |                          | Энергетики           | 0       |
|                          |                 |              |           |         |             |     |                  |             |                   |                          | Механики             | 0       |
|                          |                 |              |           |         |             |     |                  |             |                   |                          | Внешние              | 0       |

| Почасовые результаты работы     |         |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Смена 1                         |         |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Параметр                        | ед.изм. | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      |
| Посажено заготовок              | шт      | 44     | 44     | 31     | 45     | 46     | 44     | 26     | 19     |
|                                 | тонн    | 85,888 | 86,328 | 60,605 | 87,930 | 91,172 | 85,853 | 51,038 | 36,936 |
| Прокатано заготовок             | шт      | 45     | 44     | 30     | 46     | 46     | 45     | 25     | 20     |
|                                 | тонн    | 87,840 | 86,328 | 58,650 | 89,884 | 91,172 | 87,804 | 49,075 | 38,880 |
| Забурено заготовок              | шт      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
|                                 | тонн    | 0      | 0      | 1,955  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Возврат заготовок               | шт      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
|                                 | тонн    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Произведено пачек (мера)        | шт      | 16     | 16     | 9      | 17     | 18     | 17     | 8      | 16     |
|                                 | тонн    | 79,680 | 79,712 | 44,802 | 84,439 | 88,380 | 84,405 | 39,904 | 32,192 |
| Произведено пачек (норм. длина) | шт      | 2      | 1      | 3      | 1      | 0      | 0      | 2      | 2      |
|                                 | тонн    | 9,960  | 4,982  | 14,934 | 4,967  | 0,000  | 0,000  | 9,976  | 4,024  |
| Сдано на склад                  | шт      | 0      | 0      | 1      | 1      | 0      | 0      | 0      | 1      |
|                                 | тонн    | 0      | 0      | 4,978  | 4,967  | 0      | 0      | 0      | 2,012  |
| Простои                         | мин     | 0      | 0      | 21     | 0      | 0      | 0      | 29     | 25     |
|                                 | %       | 0      | 0      | 35     | 0      | 0      | 0      | 48,330 | 41,670 |

Рис. 2. Экранная форма оперативной информации по производству прокатного стана

После необходимой обработки оперативные данные, собранные в АСУП ПС представляются в виде отчетных документов, подготовленных к печати. На рис. 3 представлен печатный вид отчета по производству проката за неделю. Гибкая система обработки данных, содержащихся в базе, позволяет сформировать отчеты за любой, требуемый промежуток времени.

Представленный материал свидетельствует о том, что разработка и внедрение системы оперативного управления производством прокатного стана является достаточно трудоемким мероприятием, требующим значительных усилий со стороны всех заводских служб.


| ЗАО "ММЗ"   |             |               |           |            |                  |                  |                |             |               |               |  |
|---|-------------|---------------|-----------|------------|------------------|------------------|----------------|-------------|---------------|---------------|--|
|  |             |               |           |            |                  |                  |                |             |               |               |  |
| прокатный цех №2  |             |               |           |            |                  |                  |                |             |               |               |  |
| Стан 390  |             |               |           |            |                  |                  |                |             |               |               |  |
| Отчёт   |             |               |           |            |                  |                  |                |             |               |               |  |
| производство проката (сводный)  |             |               |           |            |                  |                  |                |             |               |               |  |
| С 09.03.2007 по 15.03.2009  |             |               |           |            |                  |                  |                |             |               |               |  |
| Дата формирования: 13.04.09   |             |               |           |            |                  |                  |                |             |               |               |  |
| Профилеразмер   | Марка стали | Тип заготовки | Порез мм. | Партия     | Масса пакетов, т |                  | Итого, т       | % н/дл.     | Рк план.      | Рк факт.      |  |
|   |             |               |           |            | Мерная длина     | Нормальная длина |                |             |               |               |  |
| Арматура №10  | 08Г2С       | Квадрат 125   | 11800     | 14         | 664,64           | 20,56            | 685,2          | 3           | 1,09          | 1,102         |  |
| Арматура №10  | 25Г2С       | Квадрат 125   | 11800     | 17         | 829,09           | 27,41            | 856,5          | 3,2         | 1,09          | 1,098         |  |
| Арматура №10  | 20ГС        | Квадрат 125   | 11800     | 9          | 444,01           | 12,79            | 456,8          | 2,8         | 1,09          | 1,095         |  |
| Круг 12   | Ст3сп       | Квадрат 150   | 6000      | 5          | 214,81           | 6,19             | 221            | 2,8         | 1,09          | 1,095         |  |
| Круг 14   | Ст5пс       | Квадрат 125   | 6000      | 18         | 798,50           | 24,7             | 823,2          | 3           | 1,085         | 1,084         |  |
| Круг 16   | СтQ         | Квадрат 150   | 6000      | 32         | 2003,91          | 68,39            | 2072,3         | 3,3         | 1,082         | 1,083         |  |
| Круг 16   | Ст4кп       | Квадрат 150   | 6000      | 45         | 1827,77          | 64,33            | 1892,1         | 3,4         | 1,082         | 1,08          |  |
| Круг 18   | Ст2сп       | Квадрат 125   | 6000      | 15         | 978,41           | 25,09            | 1003,5         | 2,5         | 1,082         | 1,081         |  |
| Круг 18   | Ст5пс       | Квадрат 125   | 6000      | 37         | 2172,02          | 57,98            | 2230           | 2,6         | 1,082         | 1,081         |  |
| Уголок равнополочный 32х32х4  | 09Г2С       | Квадрат 150   | 6000      | 40         | 1715,7           | 90,3             | 1806           | 5           | 1,088         | 1,092         |  |
| <b>Итого:</b>   |             |               |           | <b>232</b> | <b>11648,88</b>  | <b>397,72</b>    | <b>12046,6</b> | <b>2,85</b> | <b>1,0846</b> | <b>1,0862</b> |  |

Рис. 3. Печатная форма отчета по производству прокатного стана

Какие же преимущества получит предприятие в случае успешной реализации проекта? Основным из них является оперативность и достоверность данных об объемах и качественном составе произведенной продукции, затратах времени и ресурсов. Упрощается задача планирования производства особенно в условиях выполнения небольших по объему заказов.

Формирование статистического массива по отказам оборудования и отклонениям показателей качества позволяет выявлять узкие места и принимать меры к их устранению. Дополнительным, но очень важным фактором является повышение технологической и производственной дисциплины на всех участках. Когда все действия персонала и их результаты автоматически фиксируются в реальном времени, уровень ответственности значительно повышается. Все это позволяет решить главную задачу производства – оперативное и качественное выполнение заказа с минимальными затратами ресурсов.

### ВЫВОДЫ

1. Внедрение современных информационных технологий в процесс управления прокатным производством является необходимым условием повышения его эффективности и качества.

2. С целью экономии средств и максимальной адаптации системы управления производством прокатного стана к конкретным условиям возможна ее реализация на универсальной программной платформе без применения специализированного программного обеспечения.

3. Эффективное внедрение и использование системы управления производством возможно только при тесном сотрудничестве системного интегратора и специалистов предприятия-заказчика.

4. Несмотря на сложности разработки и внедрения системы оперативного управления производством, ее наличие является необходимым условием для обеспечения конкурентоспособности металлургического предприятия.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Кеплингер З. MES для станков сортового проката / З. Кеплингер // *Металлоснабжение и сбыт*. – 2007. – № 4. – С. 90–95.
2. Комплексная автоматизация процессов управления производством и качеством / В. Урцев, Ф. Капцан, А. Фомичев, П. Марков, Д. Фатыхов // *Металлоснабжение и сбыт*. – 2007. – № 10. – С. 96–98.
3. Сяч Э. О. Эффективное управление производством в нефтегазовой промышленности / Э. О. Сяч // *Промышленные АСУ и контроллеры*. – 2008. – № 12. – С. 9–12.
4. Система управления производством и качеством продукции электросталеплавильного и сортопрокатного цехов / Г. С. Сеничев, И. В. Виер, Д. С. Каплан и др. // *Сталь*. – 2006. – № 7. – С. 95–98.
5. Коновалов Ю. В. Пути стабилизации и дальнейшего развития черной металлургии Украины / Ю. В. Коновалов, А. А. Минаев // *Металл и литье Украины*. – 1997. – № 10. – С. 16–17.
6. Власюк В. Внешности и внутренности / В. Власюк // *Металлургический компас. Украина – Мир*. – 2007. – Ноябрь. – С. 10–17.
7. Ливень О. Омоложение клеток / О. Ливень // *Металлургический компас. Украина – Мир*. – 2007. – Август. – С. 59–64.
8. Особенности структуры перспективных материалов для валков горячей прокатки / В. В. Пашинский, А. Д. Рябцев, В. В. Горбатенко, Е. Г. Пашинская // *Сталь*. – 2003. – № 5. – С. 73–75.
9. Современные высокопроизводительные прокатные валки, особенности и перспективы их эксплуатации / М. Синаве, К. А. Гостев, В. В. Глухов, В. С. Смирнов // *Сталь*. – 2001. – № 8. – С. 2–7.

Светличный А. В. – канд. техн. наук, доц. НПО «Доникс»;

Фонотов И. М. – ведущий инженер НПО «Доникс».

НПО «Доникс» – Научно-производственное объединение «Доникс», г. Донецк.

E-mail: svetlichny@donix-ua.com

fonotov@donix-ua.com