

на термообработку ковша в среднем снизился со 150 до 55 м³/ч.

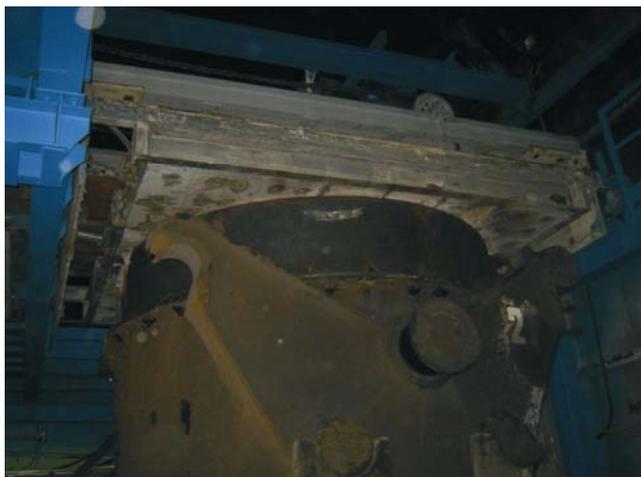


Рис. 2. Ковши на сушке

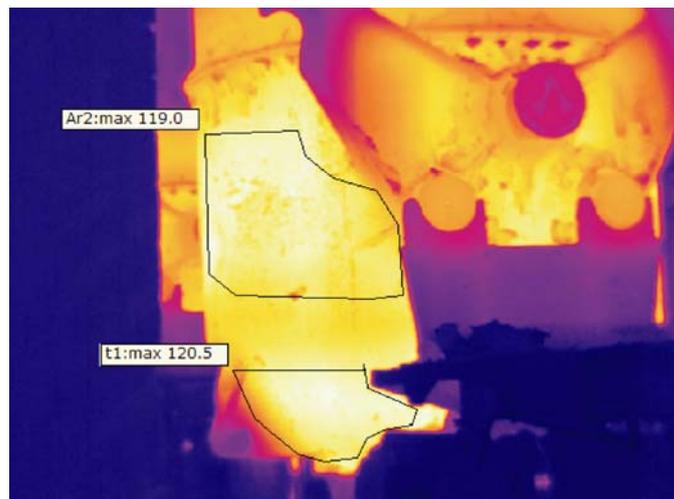


Рис. 3. Тепловизионное изображение ковша в конце разогрева

Металлургическое оборудование и литейное производство

75 славных лет ЕВРАЗ НТМК

УДК 621.771.29

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТРАНСПОРТНОГО ПРОКАТА, В ЧАСТНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЕС

С. В. ХЛЫСТ¹, К. Г. КОЖЕВНИКОВ¹, А. В. ГОНТАРЬ¹,
А. В. КУШНАРЕВ², канд. техн. наук; А. А. КИРИЧКОВ², Н. В. ТЕЛЯШОВ²

(¹ ООО НПП «Томская электронная компания»,

² ОАО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат»)

За прошедшие 10 лет основные требования к качеству выпускаемой продукции и безопасности, предъявляемые к железнодорожному транспорту, в значительной мере ужесточились. ОАО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат (НТМК)» 15 лет назад выбрал курс на модернизацию всего колесного производства, для того чтобы в дальнейшем полностью соответствовать всем предъявляемым требованиям конечного потребителя. И тогда техническими службами НТМК закладывались решения, которые и через 10 или 15 лет соответствовали бы современным требованиям. Именно тогда были реконструированы участок порезки заготовок, участок нагрева заготовок, колесопрокатный стан, участок механической обработки. Нере-

шенной задачей на тот момент были участок выходного контроля и участок термообработки.

Требования, которые предъявлялись к новым линиям выходного контроля, были абсолютно современными и не имеющими аналогов в мире.

Основные требования, предъявляемые к новым линиям выходного контроля:

- высокая производительность двух линий выходного контроля (более 750 тыс. колес в год);
- расширенная номенклатура выпускаемой продукции — это железнодорожные колеса от 710 до 1270 мм (в том числе колеса для современных локомотивов);
- автоматизированный неразрушающий контроль, соответствующий требованиям не только

российских, но и иностранных (европейских и североамериканских) стандартов;

– возможность дальнейшего расширения технологических операций без значительных затрат на модернизацию и остановки действующего оборудования;

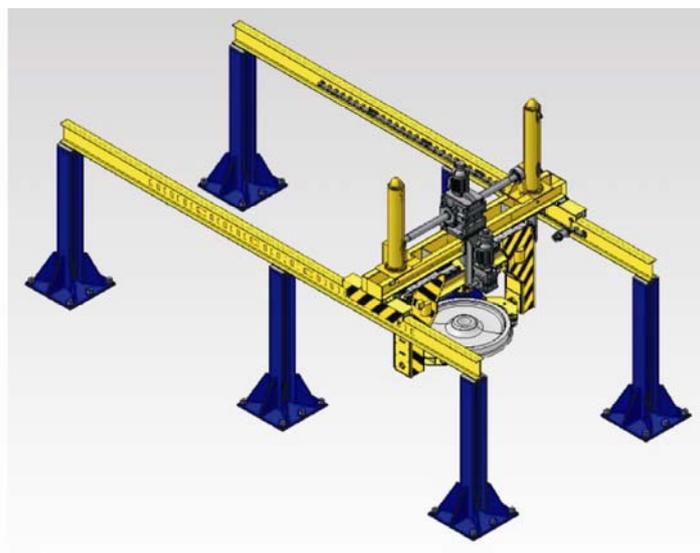
– снижение эксплуатационных затрат за счет уменьшения энергопотребления, количества персонала, задействованного в работе линий и обслуживании, быстрого принятия решения по корректировке основной технологии при выявлении отклонений тех или иных показателей.

В 2005 г. НПП “Томская электронная компания” (ТЭК) предложило абсолютно новый подход

к линиям выходного контроля, который специалисты ОАО ЕВРАЗ НТМК приняли как основное направление развития. За два года коллектив НПП ТЭК смог разработать и внедрить в колесобандажном цехе (КБЦ) ОАО ЕВРАЗ НТМК две современные роботизированные линии выходного контроля (ЛВК № 1 и 2), которые по сегодняшний день по ряду показателей не имеют аналогов в мире. При разработке данных линий основным направлением стало применение автоматических роботов (рис. 1), которые НПП ТЭК разработало специально для данных линий, а также модульное построение линии, которое позволяет дополнять линию при изменении требований конечного потребителя.



а



б

Рис. 1. Манипулятор:

а — с функцией кантования колеса; б — порталный

ЛВК № 2 (рис. 2) была спроектирована для нового корпуса и разместилась рядом с современным комплексом механической обработки, тем самым максимально исключив логистические перевозки внутри цеха и максимально повысив производственный темп по выпуску продукции, что позволило достичь максимальной производительности линии.

Состав ЛВК № 2:

– накопитель емкостью 3 шт. × 6 колес = 18 колес;

– установка мойки колес (предназначена для удаления металлизированной стружки и остатков СОЖ после механической обработки);

– контроль номера колеса и номера плавки “Установка идентификации колес” (предназначена для автоматического определения номера колеса с исключением появления на ЛВК двой-

ников колес, колес из других плавков в потоке, что недопустимо при выходном контроле);

– контроль геометрических размеров;

– контроль предыдущих операций контролером ОТК;

– контроль внутренних дефектов “Установка ультразвукового контроля” (позволяющий проводить контроль в автоматическом режиме в соответствии с российскими и мировыми стандартами);

– контроль поверхностных дефектов “Установка магнитолюминисцентного контроля” (позволяющий в автоматическом режиме определять поверхностные дефекты с определением дефектов, не подлежащих выявлению человеческим глазом);

– контроль твердости “Установка контроля твердости” (позволяющий в автоматическом режиме определять твердость колес и с формированием среднего показателя по плавке);

- контроль всех параметров колеса представителем заказчика и нанесение клейма приемки;
- проведение поверхностного упрочнения дробенаклепом;
- установка консервации колес (позволяющая в зависимости от требований конечного потребителя проводить различными материалами консервацию, что обеспечивает длительное хранение конечного продукта);

- формирование отгрузочных партий в различном состоянии, в стопах для отгрузки партий автотранспортом и в кассетах для отгрузки железнодорожным транспортом;
- формирование паспорта отгружаемого колеса, не позволяющего отгрузить конечному потребителю продукцию несоответствующего качества.

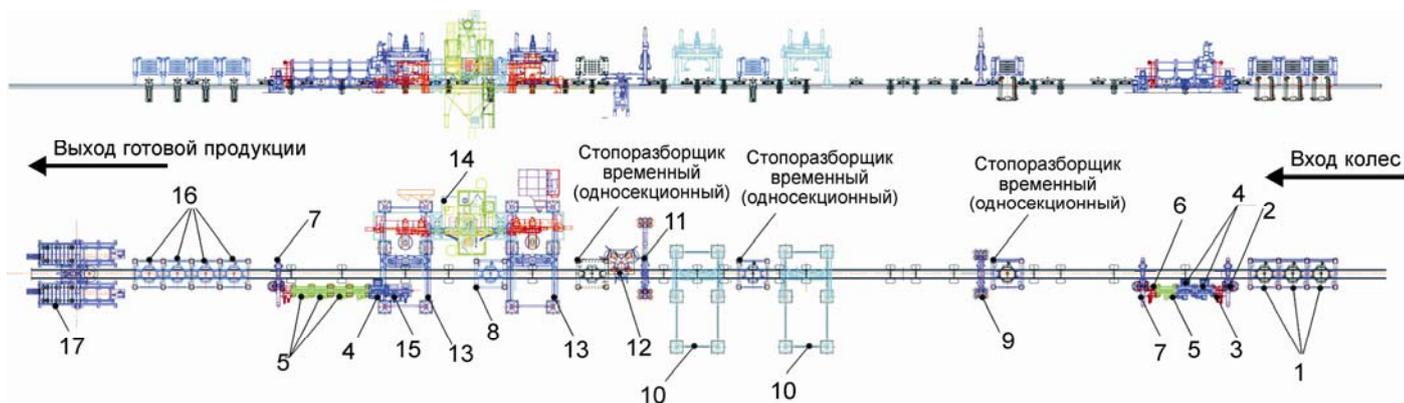


Рис. 2. Общий вид ЛВК № 2:

1 — стопоразборщики; 2 — кантователь загрузки в установку мойки; 3–6 — установка мойки; 7 — кантователь выгрузки и загрузки в установку идентификации; 8 — накопитель бракованной продукции; 9 — порталный манипулятор позиции контролеров ОТК; 10 — порталный манипулятор загрузки в установку УЗК и УМКК; 11 — порталный манипулятор позиции контролеров МПС; 12 — установка контроля твердости; 13 — порталный манипулятор загрузки/выгрузки установки поверхностного упрочнения железнодорожного колеса; 14 — установка поверхностного упрочнения; 15 — установка нанесения антикоррозийного покрытия; 16 — стопоразборщики; 17 — кассетуюкладчик готовой продукции

Особенностью данной линии является возможность регулирования производительности линии по отгрузке продукции за счет работы транспортной части, которая в автоматическом режиме регулирует загрузку технологических установок; при штатной работе производительность линии составляет 65 с на одно колесо.

После завершения модернизации ЛВК ОАО ЕВРАЗ НТМК приняло решение о конечной модернизации последнего участка, который в значительной степени завершил основной путь к полной реконструкции КБЦ и получению железнодорожных колес абсолютно нового качества, отвечающего самым современным требованиям безопасности. В 2007 г. ОАО ЕВРАЗ НТМК приступило к реализации проекта модернизации участка термообработки колес КБЦ. При реализации проекта модернизации участка термообработки колес специалисты НПП ТЭК разработали и внедрили роботизированный комплекс (рис. 3) транспортирования и подачи железнодорожных колес от прокатного стана до нагревательных печей, при этом предусмотрена система «холодного посада», т. е. с промежуточного склада. Осуществляется раскладка колес на транспортную систему нагревательных печей и систему подачи колес из нагревательных печей в

закалочные машины с раскладкой по закалочным машинам и далее подача на транспортную систему отпускных печей. После прохождения отпуска роботизированный комплекс в автоматическом режиме производит сортировку и раскладку железнодорожных колес на склад в поплавоном режиме. При этом была реализована общая система управления, которая в режиме реального времени позволяет следить за движением колес на каждой позиции и исключает возможность попадания в технологический процесс колес из других плавок.

Уникальный манипулятор (рис. 4) осуществляет доставку колес из нагревательной печи (температура колес на выходе из нагревательной печи составляет 850 °С) и дальнейшую доставку до закалочных машин, которых на участке 12 шт., и раскладку колес по закалочным машинам, производится доставка сразу четырех колес, что значительно усложняет задачу. При этом необходимо было обеспечить минимальную потерю температуры колеса для соблюдения технологии термообработки, а значит манипулятор должен был перемещаться со скоростью не менее 2,2 м/с и при этом обеспечивать точность позиционирования ± 1 мм для раскладки колес на закалочные машины.

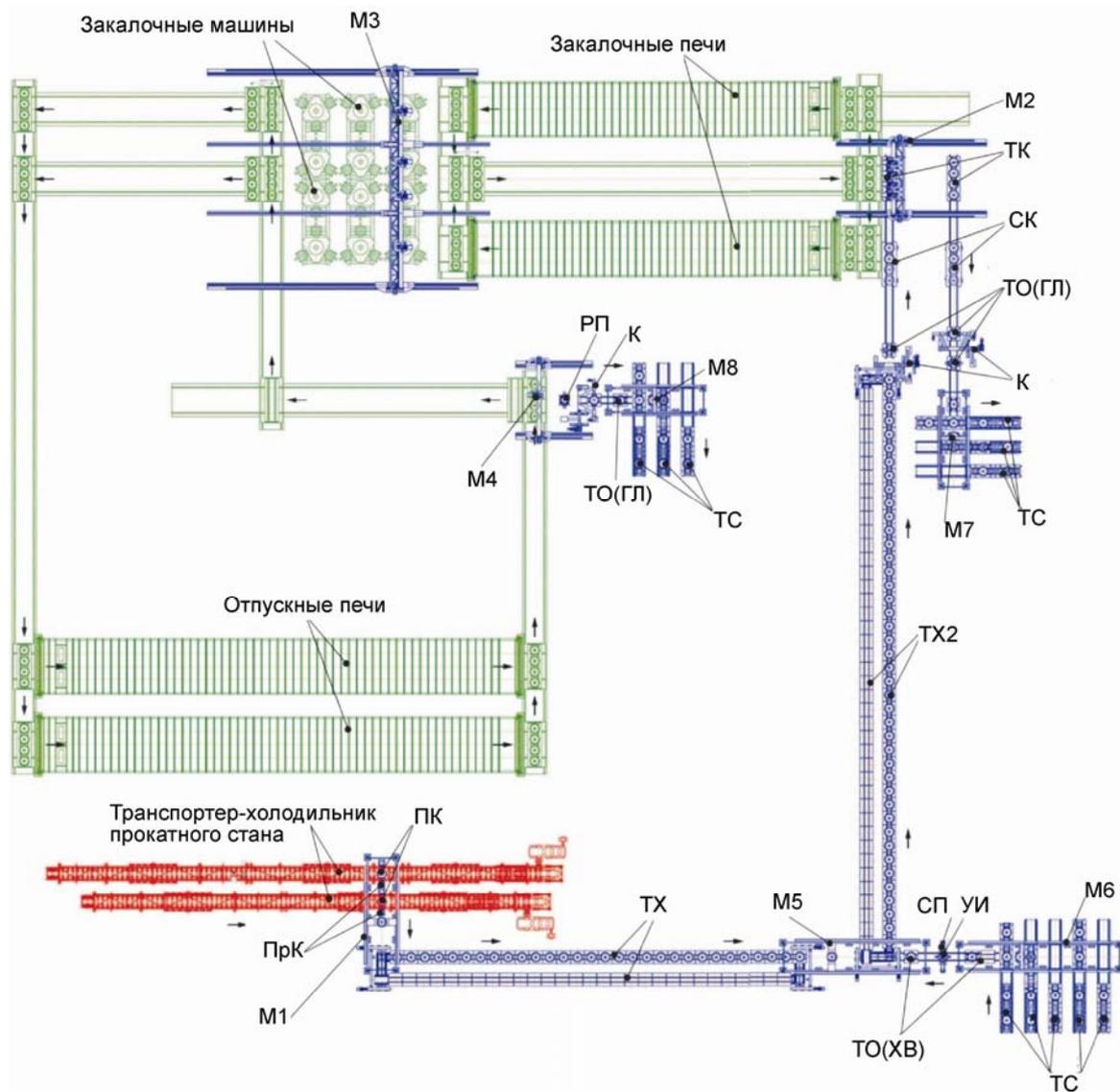


Рис. 3. Общий вид участка термообработки колес КБЦ ОАО ЕВРАЗ НТМК



а



б

Рис. 4. Манипулятор в положении:

а — загрузки колес в закалочные машины; б — ожидания выхода из нагревательной печи

Основная задача — возможность работы манипуляторов с горячими колесами при высокой производительности и с длительным временем контакта, для чего специалистами НПП ТЭК был

смоделирован температурный режим (рис. 5) работы механизмов захватов. Моделирование остывания колеса производили в специализированном программном обеспечении.

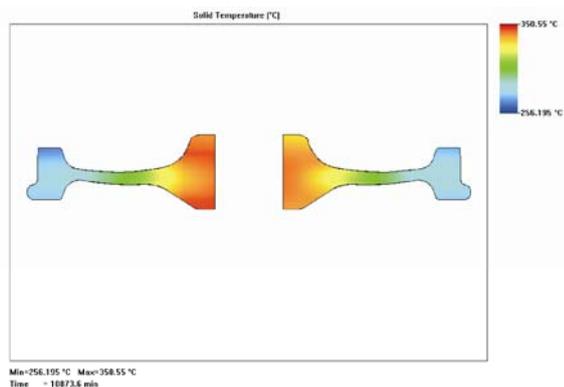


Рис. 5. Температурное поле в колесе

Для обеспечения работы механизмов захвата в жестких условиях была выбрана сталь ХН35ВТЮ. Прочностной расчет работы механизмов захвата показал, что выбранное решение позволит максимально надежно и долговечно эксплуатировать механизмы в условиях данного технологического процесса.

Максимальное допустимое напряжение механизмов захвата выбиралось исходя из предела длительной прочности и ползучести:

$$[\sigma] = \min \left\{ \frac{\sigma_{дп}}{n_{дп}}, \frac{\sigma_{п}}{n_{п}} \right\}$$

Выводы

Опыт эксплуатации внедренного в КБЦ ОАО ЕВРАЗ НТМК современного оборудования показал, что основным преимуществом созданных и внедренных роботизированных комплексов является их стабильность и точность при выполнении заданных технологией параметров работы. За период эксплуатации было транспортировано около 1,5 млн т заготовок и колес, что подтверждает их надежность и высокую производительность. Их использование позволило выполнять трудоемкие операции без участия человека, что немаловажно для обеспечения безопасности персонала. Все манипуляции, выполняемые

комплексами, имеют информационное сопровождение, что позволяет без труда отслеживать каждое изделие в технологическом потоке. Программное обеспечение позволяет выполнять высокоточные действия в тандеме с другими комплексами систем и оборудования (обеспечение заданных параметров по координатам, усилию захвата заготовки, скорости перемещения, быстродействию).

Применение роботизированных комплексов многократно повысило эффективность и производительность обслуживаемых ими участков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

1. Авдеев В. А., Друян В. М., Кудрин Б. И. Основы проектирования металлургических заводов. — М.: Интермет Инжиниринг. 2002. — 462 с.
2. Кушнарв А. В., Богатова А. А. Современные технологии производства транспортного металла. — Екатеринбург: УГТУ-УПИ. 2008. — 394 с.
3. Энциклопедия / К. В. Фролов (пред.) и др. — М.: Машиностроение. 1995.
4. Конструирование машин. Т. IV-1: Детали машин. Конструкционная прочность. Трение, износ, смазка / Д. Н. Решетов, А. П. Гусенков, Ю. Н. Дроздов и др. М.: Машиностроение 1995. — 864 с.
5. Марочник сталей и сплавов. / А. С. Зубченко, М. М. Колосков, Ю. В. Каширский и др.; 2-е изд., доп. и испр. — М.: Машиностроение. 2003. — 784 с.