Погрузчики валков для полностью автоматизированной вальцетокарной мастерской

Уровень автоматизации прокатных станов, как и другого технологического оборудования, непрерывно повышается, следуя техническому прогрессу и требованиям заказчиков. Отдельные станы полностью автоматизированы уже на протяжении многих лет, но в центре внимания находится переход к более полной интеграции отдельных агрегатов в единую систему, работа которой координируется единым «мозгом». В данной статье предпринята попытка описать логику и некоторые конкретные решения по автоматизации участков обработки прокатных валков (вальцетокарных мастерских).

Введение

Вальцетокарные мастерские — это участки металлургических заводов, предназначенные для восстановления валков, изношенных в процессе эксплуатации прокатных станов и нуждающихся в перешлифовке и обработке до требуемого качества поверхности. Очень важно, чтобы и самое основное (вальцешлифовальный станок), и другое оборудование вальцетокарных мастерских соответствовало условиям полной автоматизации процесса. К другому оборудованию относятся, например, машины для надевания и снятия подушек валков, кантователи подушек, передаточные тележки, текстурирующие машины, холодильники, автоматические перегрузочные устройства (автопогрузчики) и мостовые подъемные краны. Все это оборудование может работать как часть единой системы, управляемой по единой логике, в которой решения о выполнении конкретной операции принимаются автоматически. Автопогрузчики играют важную роль в этой схеме, так как именно они осуществляют перемещение валков и движение потока информации между отдельными единицами оборудования.

Автоматизированные погрузчики (автопогрузчики)

В типовой вальцетокарной мастерской с автопогрузчиками предусмотрен огражденный автоматизированный участок, который отделен от остального цеха и разделен на несколько секторов. В каждом секторе автопогрузчики могут работать, не подвергая риску людей и оборудование. Вопросы безопасности имеют на таком участке первостепенное значение, но сложные аспекты решения этой проблемы не рассматриваются в данной статье. Достаточно отметить, что каждый участок, на котором автопогрузчик перемещается в автоматическом режиме, должен быть огражден. Если вход на этот участок или в один из его секторов открыт, то движение погрузчика должно немедленно прекратиться, а при нахождении погрузчика за пределами участка въезд его на участок запрещен **(рис. 1)**.

Задачей автоматизированных погрузчиков является осуществление контроля за валками, подаваемыми на автоматизированный участок вальцетокарной мастерской мостовым кра-

Рис. 1. Огражденный участок автоматизированной обработки в цехе горячей прокатки полосы компании ThyssenKrupp

Джованни Бавестрелли, компания **Tenova Pomini S.p.A.**, Кастелланца, Италия

Контакт: www.tenovagroup.com
E-mail: giovanni.bavestrelli@it.tenovagroup.com

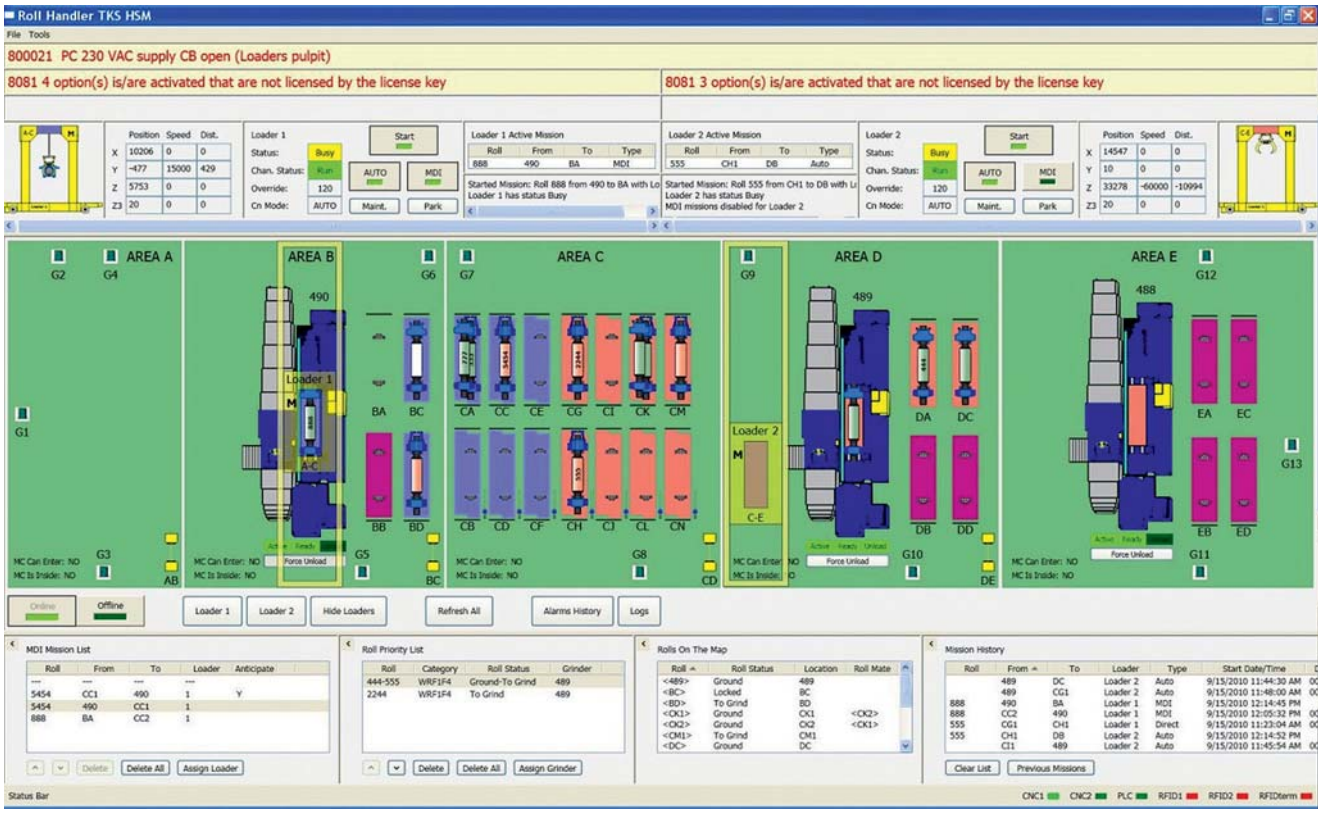


Рис. 2. **Интерфейс пользователя WinLoader на стане горячей прокатки полосы компании ThyssenKrupp**

ном или передаточной тележкой, и перемещение их по всей мастерской для выполнения следующих операций: охлаждение, надевание (снятие) подушек с подшипниками, шлифование и, в случае необходимости, обработка на станках электроразрядного текстурирования EDT (electro-discharge texturing) в соответствии с техническими условиями. Затем валки возвращаются на передаточную тележку или в буферную зону, где их с помощью мостового крана передают на прокатный стан. Вся эта последовательность операций может быть автоматизирована и в большей своей части не требует вмешательства оператора.

Пакет программ, обеспечивающих работу автопогрузчика, должен решать следующие задачи:

– разработку маршрутов автоматизированного перемещения валков на основе заявок, поступающих с прокатного стана, или в соответствии со шкалой приоритетов, установленной операторами вальцетокарной мастерской;
– перемещение валков по вальцетокарной мастерской по мере их обработки на различных станках;
– обеспечение возможности обмена информацией между всеми системами программирования и отдельными станками в вальцетокарной мастерской;
– отслеживание всех перемещений валков, их позиций, состояния и комплектования пар валков для выдачи необходимой информации операторам и менеджерам;
– обеспечение работы интерфейса пользователя, на мониторе которого отражаются и контролируются все перечисленные выше операции.

Система программирования, которая несет ответственность за выполнение всех операций в вальцетокарной мастерской, разработана компанией Pomini и получила название WinLoader. Эта новая система заменяет предыдущую систему программирования RollHandler и полностью переработана в соответствии с новой технологией станов горячей и холодной прокатки полос на заводе компании ThyssenKrupp в Алабаме, равно как и для всех возможных в будущем применений компанией Pomini систем программирования работы автопогрузчиков.

Типовой сценарий

Пара рабочих валков с прокатного стана поступает в вальцетокарную мастерскую на передаточной тележке. Во время движения тележки в направлении вальцетокарной мастерской считывающее устройство радиочастотной идентификации RFID (Radio Frequency IDentification) считывает идентификационные данные с бирок, закрепленных на шейках валков, и передает сведения в информационную систему мастерской. Эта система посылает сигнал оператору на портативный пульт ручного управления краном, подавая команду на снятие пары валков с передаточной тележки и помещение их на соответствующий холодильник (если передаточная тележка входит непосредственно в зону автоматического обслуживания, как это имеет место на некоторых заводах, то нет необходимости использовать мостовой кран; автопогрузчик может снять валки непосредственно с передаточной тележки). Пара валков помещается на холодильник мостовым краном, после чего автоматически включается таймер. После охлаждения валков до требуемой температуры автопогрузчик поднимает верхний валок и передает его на свободный шлифовальный станок; при отсутствии свободных шлифовальных станков валок помещают в буферную зону (зону ожидания) вблизи станка. После завершения шлифова-

ния верхнего валка автопогрузчик перекладывает его на установленный вблизи стеллаж для верхних валков, а затем подает нижний валок на шлифовальный станок. Отшлифованный нижний валок автопогрузчиком перемещается в буферную зону. Затем со стеллажа снимается верхний валок, который объединяют с нижним валком из этой пары. Таким образом, в буферной зоне вновь образуется комплект валков. Затем пара валков поднимается мостовым краном, управляемым согласно рекомендациям автоматизированной системы с переносного пульта, и помещается на передаточную тележку. Вся информация об обработке валков шлифованием и результаты контроля их качества автоматически передаются в систему управления прокатным станом. Передаточная тележка возвращает валки на прокатный стан. Все эти операции проводятся в соответствии с программами и выполняются на автоматизированном оборудовании, а также операторами, координирующими свою работу с автоматизированной системой.

Графический интерфейс пользователя

В настоящее время графические интерфейсы используют для простого перемещения изображения по экрану компьютера. Перемещение изображения валка со стеллажа к шлифовальному станку простым движением компьютерной мыши и наблюдение за движущимся 20-тонным валком обеспечивается применением прикладной программы WinLoader (рис. 2). С помощью WinLoader выполняется перемещение валков по вальцетокарной мастерской с четким указанием возможных мест размещения валков (при движении курсора такие места высвечиваются зеленым цветом), а также мест, где размещение валков невозможно (высвечиваются красным цветом).

Возможно также разработать программу последовательных перемещений валков из одной позиции в другую: автопогрузчик будет автоматически выполнять все погрузочно-разгрузочные операции в последовательности, заданной техническими условиями, или в оптимизированной последовательности (подробное описание этих операций будет приведено ниже). Дисплей системы WinLoader включает анимационное изображение фактического положения автопогрузчика, перемещающего валок по вальцетокарной мастерской (вид сбоку или сверху). Таким образом, оператор получает картинку, позволяющую ему легко оценить, где находится каждый погрузчик и что он перемещает, наблюдать, где находится каждый валок и в каком он состоянии; при этом нет необходимости изучать длинные распечатки, чтобы отыскать нужную информацию.

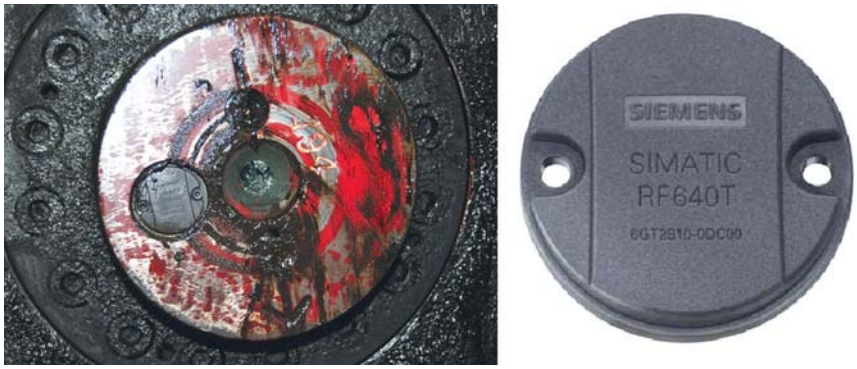


Рис. 3. **Идентификационная бирка RFID, помещенная на шейке валка**

Рис. 4. **Антенна считывающего устройства RFID на автопогрузчике в цехе горячей прокатки полосы компании Thyssen Krupp**

Идентификация валков радиочастотным считывающим устройством (RFID)

В настоящее время технология RFID применяется в большинстве новых цехов с автопогрузчиками, поставляемыми компанией Pomini. Бирки RFID крепят на каждом валке (обычно на шейке валка), как показано на рис. 3. Эти бирки должны быть специально предназначены для крепления на металлической поверхности, так как обычные бирки RFID не работают в присутствии других металлов. Бирки также должны сохранять стойкость при высоких температурах, вибрациях, в кислотных средах и т. п. Положительным является тот факт, что многие производители современных систем RFID производят бирки такого типа. В конструкции автопогрузчиков и/или вальцешлифовальных станков следует предусмотреть специальное отверстие для антенны считывающего устройства (рис. 4).

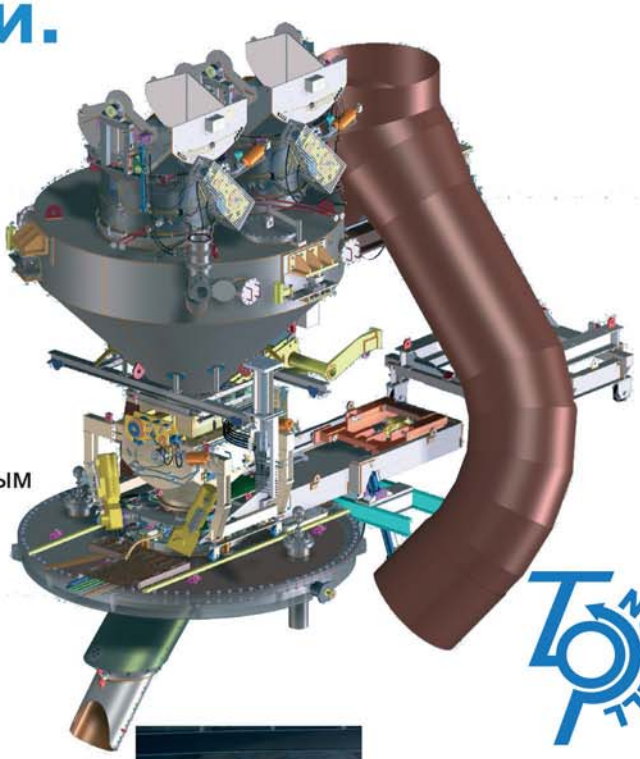
Установка антенн на автопогрузчиках позволяет быстро идентифицировать валки в процессе их обработки в вальцетокарной мастерской, а при подаче валков на вальцешлифовальный станок они могут быть идентифицированы даже при перемещении мостовым краном. В зависимости от

Профессиональное оборудование для доменной печи.

ZIMMERMANN & JANSEN

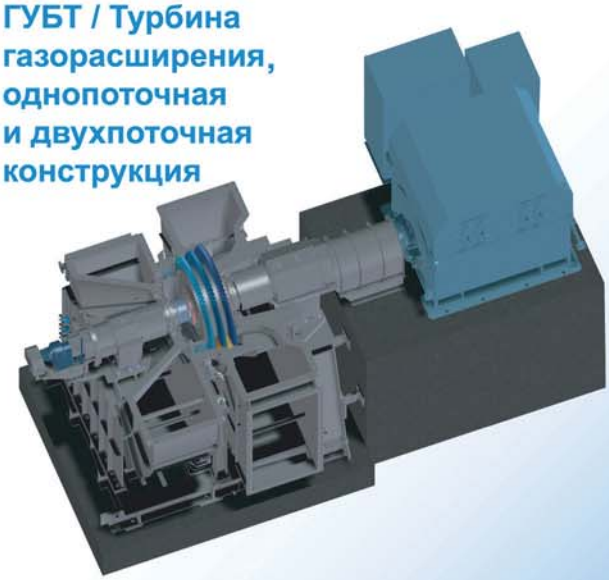
No-Bell Top

Наше новое компактное бесконусное загрузочное устройство фирмы Z&J Technologies «No-Bell Top» очень просто заменит ваше старое двухконусное загрузочное устройство. Для такой замены не нужна новая стальная конструкция, не нужен новый скип или новый транспортёр! К низким инвестиционным затратам присоединяются после простой замены и другие экономические преимущества нашего No-Bell Top! Таковым являются, как правило, увеличение полезного объёма домны, как и снижение расхода редукционных материалов вследствие направленного их распределения. Поскольку отпадает необходимость в опускании или подъёме загрузочной трубы, то сводятся к минимуму нагрузки на передачи. Это гарантирует безупречную безаварийную эксплуатацию загрузочного устройства.



Новые энергосберегающие и самонесущие фурменные приборы

ГУБТ / Турбина газорасширения, однопоточная и двухпоточная конструкция



Новый 3D-сканер «Профиломер» с функцией непрерывного замера

Z&J Technologies GmbH
Bahnstraße 52 • D-52355 Düren
P.O. Box 10 25 65 • D-52325 Düren
Phone: +49 - 2421 - 691 - 0
Telefax: +49 - 2421 - 691 - 241
E-Mail: postoffice@zjtechnologies.de
www.zjtechnologies.de

Zimmermann & Jansen Inc.
620 N. Houston Avenue
P.O. Box 3365
Humble, Texas 77347 - 3365, USA
Phone: (+1) 281 446 - 8000
Telefax: (+1) 281 446 - 8126
E-Mail: zj.central@zjinc.com

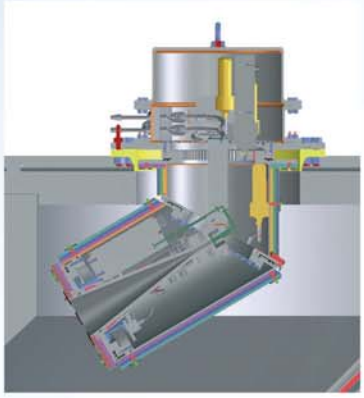
Z&J High Temperature Equipment (Shanghai) Co., Ltd.
No.2 Workshop, 819 Yinchun Road,
Minhang District
Shanghai 201109, P.R. China
Phone: (+86 21) 6490 7780 ext. 288
Telefax: (+8621) 6490 7822
E-Mail: D.Ye@zjtechnologies.cn

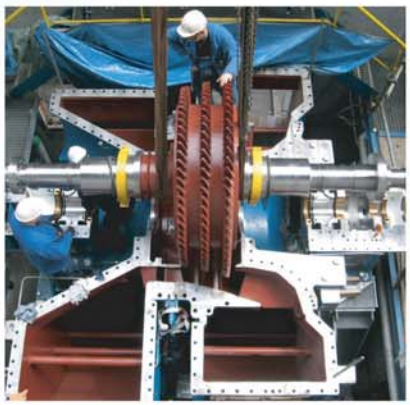
Арматура для черной металлургии

ZIMMERMANN & JANSEN

Благодаря стабильному и бесперебойному режиму работы наша продукция для черной металлургии завоевала известность во всем мире.

Выборка из нашей программы поставок:





Оборудование

- ГУБТ / Турбина газорасширения
- Газовые факелы
- Разработка приводов - электрические, гидравлические, пневматические

Оснастка

- Бесконусное загрузочное устройство No-Bell Top
- Устройства отвода в доменных печах
- Горелки
- Устройства розжига
- Радарные профилемеры

Арматура для воздухонагревателей, газовых сетей, доменных печей и т. д.

- Шиберы горячего дутья
- Шиберы на тягу
- Очковые задвижки
- Рычажные клапаны (2-, 3-рычажный или с перекидным рычагом)
- Эксцентриковые и дроссельные клапаны
- Дроссельный клапан СНОРТ с устройством перепускания воздуха
- Атмосферный клапан
- Клапан перепускной
- Групповой расширительный клапан
- Газопредохранительный клапан

Z&J Technologies GmbH
Bahnstraße 52 • D-52355 Düren

P.O. Box 10 25 65 • D-52325 Düren
Phone: +49 - 2421 - 691 - 0
Telefax: +49 - 2421 - 691 - 241

E-Mail: postoffice@zjtechnologies.de
www.zjtechnologies.de

условий работы в конкретной вальцетокарной мастерской выбирают тот или другой из этих вариантов.

Система RFID пока не позволяет полностью исключить участие оператора в технологическом процессе. Однако это является хорошим способом систематической передачи точной информации другим системам, связанным с вальцетокарной мастерской, в частности системам уровня 2 / уровня 3. Если при ручном вводе допускается ошибка в идентификационных данных валка при его подаче на вальцешлифовальный станок, то это может привести к установке неправильного режима шлифования; результатом может быть авария на прокатном стане или, как минимум, искажение статистических данных об этом валке, что вызовет затруднения для операторов и менеджеров при последующем анализе данных и выдаче достоверных рекомендаций. В настоящее время технология RFID сравнительно дешева, стабильна и очень проста в освоении. Она, безусловно, получит широкое распространение на многих заводах в ближайшем будущем.

Режимы работы

Возможны различные режимы управления перемещением валков и мониторинга в рамках автоматизированной системы управления: прямой режим, режим MDI и автоматический режим.

Прямой режим. При этом режиме команда на каждое отдельное перемещение валка (обозначаемое термином «mission») вводится в систему обычно посредством единичной операции ввода информации с интерфейса пользователя, и автопогрузчик выполняет эту операцию сразу же после получения подтверждения на свой запрос. Это быстрый и легкий способ перемещения валков, не связанный с другими маршрутами, не влияющий на их логику и графики, которые к этому времени уже могут быть разработаны.

Режим MDI (многодокументный интерфейс). Оператор вводит в систему данные о последовательности перемещений валков через имитационное окно на дисплее, перемещая изображения валков так, как должен это будет делать автопогрузчик. По мере перемещения изображения валков по экрану посредством единичных операций ввода, формируется маршрутный лист перемещений валков для дальнейшего использования. Просматривая этот маршрутный лист на дисплее, оператор видит последовательность перемещения валков по вальцетокарной мастерской в случае выбора данного маршрута.

Маршрутный лист может содержать любое число перемещений, которые затем могут выполняться либо в той последовательности, в которой они введены в систему управления, либо в оптимизированной последовательности; в последнем случае компьютерные программы могут выделить последовательность перемещений, не зависящих одно от другого, и выполнять их параллельно, чтобы повысить производительность вальцетокарной мастерской. Например, если первое перемещение в маршрутном листе предусматривает передачу валка № 1111 со стеллажа CC2 на шлифовальный станок № 490, а этот станок в данный момент занят, то система может принять решение о выполнении второго перемещения согласно маршрутному листу, если известно, что предполагаемый результат такого перемещения не изменит окончательный результат. Система принимает это решение, просчитав взаимосвязи между всеми перемещениями в маршрутном листе, и предоставляет информацию оператору, который может изменить порядок перемещений, добавить любое перемещение в маршрутный лист или исключить из него, но только если это необходимо.

Операторы формируют маршрут перемещений, задаваясь исходным расположением всех валков в вальцетокарной мастерской. Возможно и вполне вероятно, что ситуация в вальцетокарной мастерской с течением времени изменится независимо от системы управления, которая ее контролирует. Например, оператор мостового крана может поместить валок в буферной зоне на стеллаж, который другой оператор использует для моделирования в режиме MDI. Или тот же оператор мостового крана может поднять валок, включенный в маршрут перемещений в режиме MDI, и поместить его в какое-то другое место. Такие изменения ситуации в вальцетокарной мастерской могут привести к нарушениям маршрутов, управляемых в режиме MDI. Система имеет возможность постоянно контролировать подобные изменения, показывая на дисплее нарушения маршрутов, управляемых в режиме MDI, красным цветом и позволяя оператору выяснить причины таких нарушений, нажав кнопку «помощь» (рис. 5). После этого оператор может корректировать маршрут, управляемый в режиме MDI, удалив неправильную операцию или заменив ее правильной, без изменения всего маршрута MDI. Система обладает высокой гибкостью, так как она не требует повторного расчета

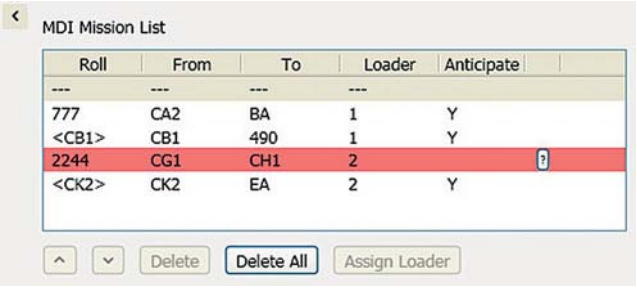


Рис. 5. Маршрутный лист перемещений валков в системе MDI с выделенным неверным перемещением и кнопкой «помощь» {?}

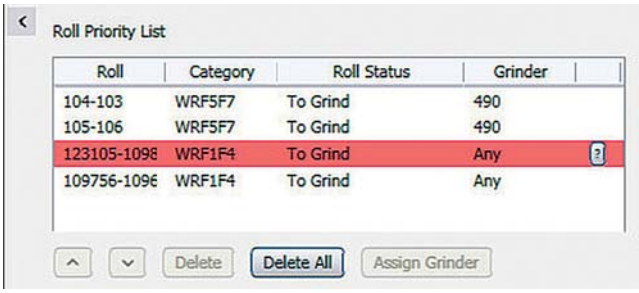


Рис. 6. Приоритетный перечень валков, показывающий пару валков, которую невозможно обработать, и кнопка «помощь» {?}

маршрутов, в которых обнаружилась неверная операция, но допускает их редактирование.

Автоматический режим. Данный режим возможен с различным уровнем автоматизации, зависящим от требований заказчика. При базисном автоматическом режиме оператор дает указание, что валок (или пара валков) должен обрабатываться автоматически. После этого система контролирует выполнение всего маршрута перемещений, необходимых для обработки валков на автоматизированном участке — от буферной зоны или передаточной тележки до холодильников, ближайших к шлифовальному станку, на вальцешлифовальном станке или на машине электроразрядного текстурирования, с возвращением на передаточную тележку или в буферную зону; все операции выполняются автоматически, в соответствии с установленной шкалой приоритетов.

При полностью автоматическом режиме заказ на валки, которые требуются для изменившегося маршрута прокатки, передают с прокатного стана в вальцетокарную мастерскую. Система выбирает валки для каждой клети, перемещает их по вальцетокарной мастерской в процессе обработки, а затем устанавливает в позиции, из которой они могут быть отправлены на стан. В тех вальцетокарных мастерских, где передаточные тележки и устройства для съема подушек с подшипниками размещаются на автоматизированных участках, система может разработать маршрут, включающий все перемещения валка от момента его поступления в вальцетокарную мастерскую на передаточной тележке и до возвращения его на передаточную тележку после шлифования. Однако во многих мастерских устройства для съема подушек с подшипниками, передаточные тележки, холодильники и другое оборудование располагаются за пределами автоматизированного участка и не могут обслуживаться автопогрузчиками. В таких случаях применяют другое оборудование, например мостовые краны.

При перемещении в режиме управления MDI система отображает на дисплее перечень валков или пар валков в порядке установленных приоритетов и автоматически, без вмешательства оператора, разрабатывает маршруты перемещений всех этих валков. Если условия в вальцетокарной мастерской изменяются и делают невозможной обработку в автоматическом режиме (например, в шлифовальном станке изменена конфигурация шлифуемого профиля и невозможна обработка конкретного валка), то система вновь выделяет позицию этого валка на дисплее красным цветом, высветив кнопку «помощь», чтобы получить объяснение причин данной аномалии **(рис. 6)**.

Отслеживание перемещения валков за пределами участка автоматизированной обработки

После успешного внедрения новой системы в 2011 г. в проектах цеха горячей прокатки полосы на заводе Брекенридж (Пенсильвания, США) компании ATI Allegheny Ludlum HRPF, а затем цеха холодной прокатки на заводе Монтеррей (Мексика) компании Ternium Pesqueria компания Pomini получила предложения на разработку маршрутов перемещений и отслеживания перемещений валков за пределами огражденных участков автоматизированной обработки. Это потребовало решения ряда новых задач. В данных случаях необходимо учитывать перемещения, выполняемые операторами мостовых кранов и отслеживать все перемещения валков при размещении на многочисленных стеллажах (или снятии с этих стеллажей), которые, в отличие от стеллажей участка автоматизированной обработки, не оборудованы датчиками наличия валков. Другими словами, такая система не может разрабатывать маршруты перемещений, выполняемых автопогрузчиками, но должна учитывать возможность маршрутов, осуществляемых операторами мостовых кранов, и быть готовой отслеживать иные перемещения валков. Кроме того, она должна начать отслеживать также перемещения по вальцетокарной мастерской опорных валков прокатных станов и вертикальных (эджерных) валков, натяжных роликов, роликов моталок и т. п.

Был разработан протокол обмена информацией между программируемыми логическими контроллерами (PLC) вальцетокарной мастерской и мостовых кранов, так что в систему вальцетокарной мастерской непрерывно поступала обновленная информация о позициях мостовых кранов и массе поднимаемых ими грузов. Используя план вальцетокарной мастерской и всю относящуюся к ней базу данных, система программирования WinLoader может отслеживать перемещения валков, используя координаты мостовых кранов и информацию о поднимаемых грузах, и выяснять, какие валки откуда и куда перемещаются, а также предоставлять постоянно обновляемую информацию о наличии валков. Таким образом, операторы могут видеть графически представленный план вальцетокарной мастерской с обозначенными на нем позициями всех валков в момент наблюдения.

При подъеме мостовым краном валка или пары валков система обычно распознает эти валки, считывая массу и принимая во внимание тип стеллажа, находящегося в этой позиции. Система может иметь информацию о возможном перемещении подобного валка на эту позицию, хотя существует вероятность размещения валка на стеллаже другими способами, например тележкой, или система пропустила несколько перемещений, так как была отключена программа WinLoader при использовании мостового крана. В таких случаях операторы мостовых кранов могут воспользоваться переносным устройством для считывания информации с бирок RFID и идентификации валков. Переносное устройство также используется в системе WinLoader для выдачи рекомендаций операторам мостовых кранов о перемещениях валков. Коммуникация обеспечивается беспроводной связью между переносным устройством и системой WinLoader.

Логика программирования автопогрузчиков и маршрутов прокатки

После освоения методики отслеживания валков вне участков автоматизированной обработки стало возможным отслеживать перемещение всех валков по вальцетокарной мастерской и фиксировать их фактические позиции. Это дало возможность посылать заявки с прокатного стана в вальцетокарную мастерскую с перечнем планируемой потребности в валках.

13.-16. Ноября 2012
МЕТАЛЛ ЭКСПО, МОСКВА
Стенд 4D24
Посетите нас!

Мы – Ваш партнер, специализированный на производстве прокатных валков. Наши валки повысят Вашу производительность.

Высококачественные валки для станов горячей прокатки, валки для толстолистовых прокатных станов, опорные валки, эджерные валки и валки для крупносортных прокатных станов – сделано у WALZEN IRLE, с продукционной мощностью в 25.000 тонн готовой продукции в год.

Дипл.-Инж. Михаель Лойнинг
Тел.: +49 (0) 2737 / 504 - 121
Мобильный: +49 (0) 170 / 240 2982
Эл. почта: michael.leuning@walzenirle.com

WALZEN IRLE GMBH
P.O. Box 3161
57244 Netphen, Germany
www.walzenirle.com/ru

WALZEN IRLE

Предприяние
IRLE GRUPPE

В такой заявке указываются типы валков и клети, в которых их предполагается установить, но не указаны идентификационные данные конкретных валков. Система сама может выбрать рабочие валки, предназначенные для использования в последующих кампаниях стана, разработать маршрут их перемещений с помощью мостового крана для доставки в зону автоматизированной обработки, а также маршрут перемещений автопогрузчика при обработке этих валков на вальцешлифовальном станке и на установке электроразрядного текстурирования, для выполнения операций шлифования и (при необходимости, для станов холодной прокатки) электроразрядного текстурирования, затем возвращения в буферную зону, перемещения мостовым краном на передаточную тележку и возвращения на прокатный стан. В результате создается замкнутая система маршрутов и возможность отслеживания перемещений валков с момента их поступления в вальцетокарную мастерскую до возвращения валков на прокатный стан.

В системе программирования WinLoader используют алгоритмы для расчета взаимной зависимости между перемещениями, так что в перечне перемещений отдельные операции могут выполняться в различном порядке, приводя к одному результату. Система может также разрабатывать перемещения одновременно в режимах управления MDI (многодокументного интерфейса) и в автоматическом, отдавая приоритет тем или другим перемещениям и даже совмещая эти два режима управления с целью максимальной эффективности использования оборудования вальцетокарной мастерской.

В случае использования двух автопогрузчиков система может выбрать наиболее подходящий из них для выполнения конкретного перемещения. При этом если какой-либо автопогрузчик оказывается на пути автопогрузчика с валком, то мешающий автопогрузчик может быть убран автоматически. При выходе из строя одного автопогрузчика второй автоматически берет на себя все функции обслуживания участка и выполняет все необходимые операции.

Операторы по мере накопления опыта работы с системой могут сформулировать рекомендации по совершенствованию логистики. Их предложения могут быть внедрены в систему управления, а также войти в последующие разработки. Архитектура пакета программ имеет модульную структуру, которую можно приспособить к запросам каждого заказчика; при этом большинство модулей предназначены для общего применения, так что усовершенствование этой части программ выгодно для любой разрабатываемой или модернизированной системы.

Использование модели вальцетокарной мастерской

В 2010 г. компания Pomini разработала модель вальцетокарной мастерской, которая позволяла оценить различные варианты планировки и конфигурации мастерских на основании статистических данных. Модель служит инструментом для выбора оптимальных размеров мастерской, позволяющих сократить до минимума состав оборудования и эксплуатационные расходы. За несколько минут, привлекая производственный опыт работы различных вальцетокарных мастерских и прокатных станов по разнообразным сценариям, можно получить параметры, необходимые для оценки использования оборудования, ресурсов рабочей силы, площадей складов и другие показатели, на основе которых проектировщики могут определить характеристики конкретной вальцетокарной мастерской.

Система программирования WinLoader разрабатывает и отслеживает маршруты перемещения всех валков в вальцетокарной мастерской; она регистрирует все перемещения и значительные события, происходящие в мастерской. Полученные данные могут быть использованы впоследствии для сравнения с результатами моделирования работы мастерской с целью дальнейшего повышения точности расчета прогнозов на модели.

Выводы

Уровень автоматизации вальцетокарных мастерских повышается по мере применения все более надежных систем программирования, обеспечивающих работу мастерских с разнообразным оборудованием, интегрированных в состав металлургического завода. Автопогрузчики и программы расчета маршрутов перемещения валков играют центральную роль в этом сценарии и позволяют специализированным системам управления прокатными станами связываться с системами управления вальцетокарными мастерскими и принимать оптимальные решения, касающиеся работы мастерских. Такие преимущества, как лучшее отслеживание перемещения валков, сбор и регистрация данных о валках, разработка маршрутов перемещения, гарантируют, что на стан в любой момент будут поданы нужные валки с учетом всех производственных характеристик. ■