

Технология резки и сварки полос, основанная на использовании твердотельного лазера

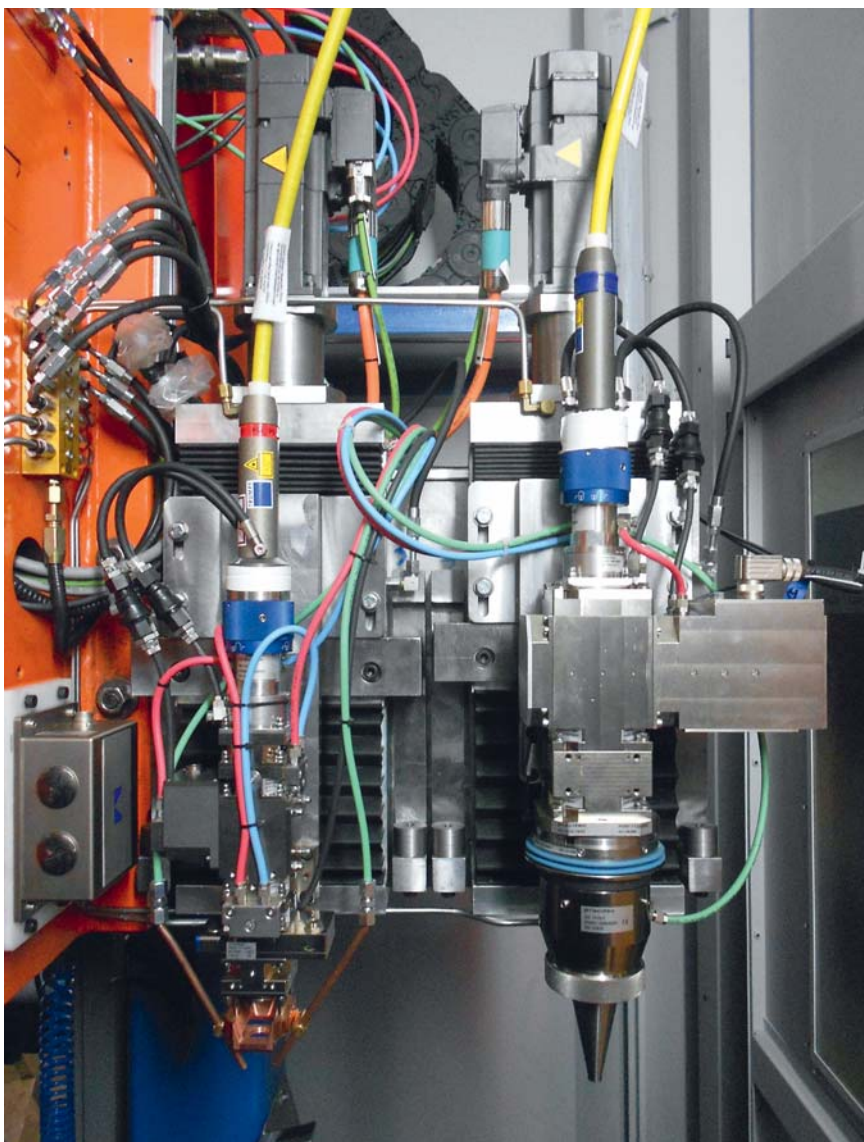
УДК 621.771.23.09:621.937:621.791(1-87)

На протяжении нескольких последних лет восемь сварочных аппаратов на твердотельных оптических квантовых лазерах, изготовленных компанией Primetals Technologies, внедрены в составе линий по обработке стальных полос. Результаты, накопленные более чем за год промышленной эксплуатации, показали, что такие сварочные аппараты хорошо соответствуют высоким рабочим параметрам линий при обработке широкого сортамента материалов — от кремнистых до высокопрочных двухфазных сталей и сталей с пластичностью, обусловленной мартенситным превращением (TRIP-сталей). Концепция, основанная на использовании твердотельного лазера для резки и сварки, также рекомендована компанией Primetals Technologies для применения в линиях травления и в многоклетевых прокатных станах с последовательным расположением клетей (станах-тандем), где она также обладает значительными преимуществами по сравнению с традиционными установками.

Компания Primetals Technologies выпускает сварочное оборудование для черной металлургии на протяжении более 40 лет. За последние несколько лет требования к производственным линиям и используемому в них сварочному оборудованию резко изменились под влиянием следующих факторов:

- освоения новых марок стали и дальнейшего постоянного развития этого направления;
- изменения размерного сортамента обрабатываемых полос;
- требования высокой эффективности, включая строгое выполнение критериев качества сварки (прочность шва, утолщение зоны шва и др.), а также автоматического контроля качества сварки.

Поэтому сварочные аппараты компании Primetals Technologies должны соответствовать всем перечисленным критериям, чтобы удовлетворять современным и перспективным требованиям черной металлургии. С этой целью компания Primetals Technologies разработала лазерные сварочные аппараты двух типов: один — для сварки



Сварочная и режущая головки аппарата, использующего твердотельную лазерную технологию

Эрве Томассон, компания Primetals Technologies France SAS, Савинье, Франция
 Контакт: www.primetals.com
 Эл. почта: herve.thomasson@primetals.com

Иголка в стоге сена?

Новейшие
технологии!



3500+

Систем измерения в
эксплуатации по всему миру

600+

Заказчиков в

60+

странах

КАМЕРА-КЛАСТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ (CCS):

- ✓ измерения ширины
- ✓ детекторы дыр и дефектов кромки
- ✓ детектор микроотверстий
- ✓ бесконтактные измерения
плоскостности

→ Дополнительная информация: www.ims-gmbh.de

IMS – мировой лидер на рынке
измерительных систем

Реклама



3500+

СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ В
ЭКСПЛУАТАЦИИ ПО ВСЕМУ МИРУ

600+

ЗАКАЗЧИКОВ В

60+

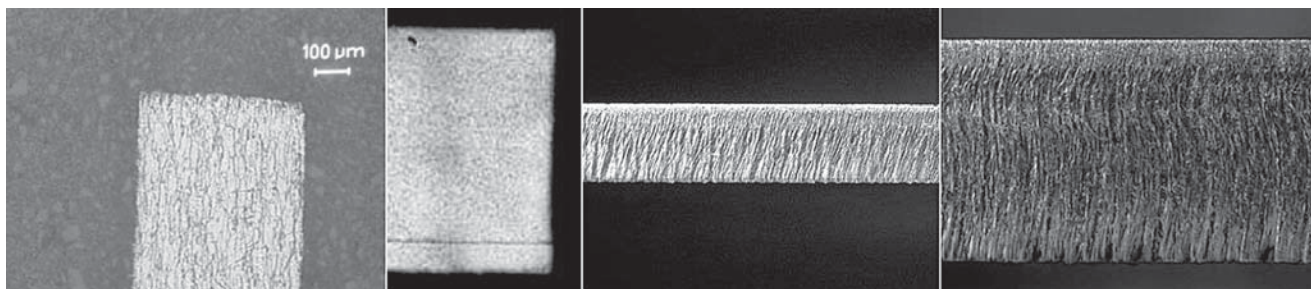
СТРАНАХ

КОНТАКТ

ООО „ИМС Сервис“
ул. Кирова 159, офис 710
454091, г. Челябинск
Россия

info.russia@ims-gmbh.de
www.ims-gmbh.de
телефон: +7 (351) 779-30-59
факс: +7 (351) 779-30-58





Качество резки (слева направо): обрезанная кромка полосы толщиной 0,5 мм; обрезанная кромка полосы толщиной 2 мм; торцевая поверхность реза полосы толщиной 2 мм; торцевая поверхность реза полосы толщиной 6 мм



Образцы соединений, полученных методом лазерной сварки, после испытаний на твердость по Бринеллю

тонких полос (LW21L), такие аппараты можно устанавливать в линиях электролитического цинкования или контроля качества; второй — для толстых полос (LW21H), пригодный для установки в линиях травления или многоклетевых прокатных станах.

Продолжая исследования и всегда сохраняя лидирующие позиции в области рассматриваемой технологии, компания Primetals Technologies приняла еще один шаг на пути технического прогресса, применив твердотельный источник лазерного излучения в своем аппарате лазерной сварки. Такой источник лазерного излучения заменяет CO₂-резонатор и дает возможность металлургам использовать важные преимущества. Тем временем опубликованы результаты разнообразных промышленных применений новой концепции. Эти результаты подтвердили, что компания Primetals Technologies предлагает высокопроизводительную машину, несложную в техническом обслуживании по сравнению со стандартной концепцией [1].

Требования, предъявляемые к сварочным аппаратам

За последние годы заметно расширился сортамент освоенных марок стали. Эволюция затронула в основном такие показатели механических свойств, как предел текучести и отно-

сительное удлинение. Новые марки стали характеризуются высоким уровнем показателей предела текучести и относительного удлинения. Такие стали все чаще отличаются также повышенным содержанием легирующих элементов, например кремния, марганца, алюминия, бора и других.

При отработке в линии сталей с пластичностью, обусловленной мартенситным превращением (TRIP-сталей), и двухфазных сталей (DP) предел прочности при растяжении высокопрочных сталей может достигать 1000–1400 МПа. Предполагают, что в ближайшем будущем придется обрабатывать стали с временным сопротивлением до 2000 МПа. Кроме того, новые марки стали будут составлять все большую долю в общем марочном сорimente продукции.

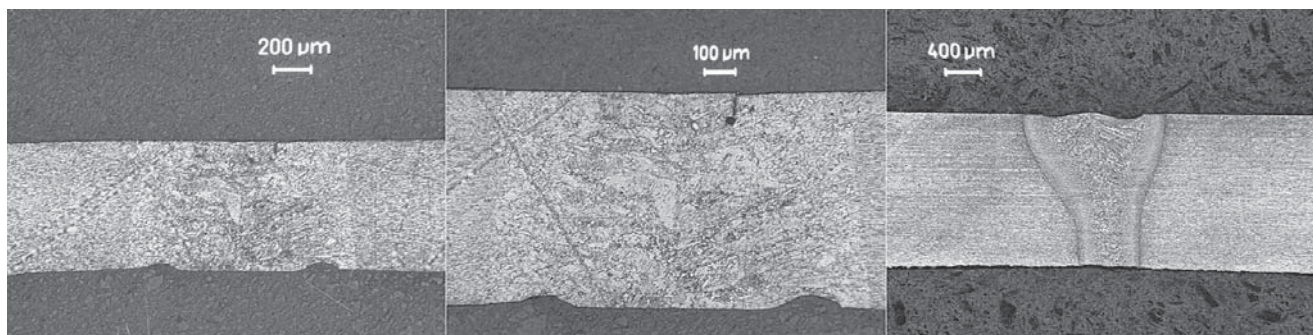
Основным направлением совершенствования сварочных аппаратов

является возможность сварки более тонких полос. В линиях непрерывного травления и прокатных станов-тандем возможна сварка полос толщиной менее 1 мм, а в непрерывных линиях электролитического цинкования, отжига и отделки — менее 0,3 мм.

Таким образом, были значительно улучшены рабочие характеристики сварочных аппаратов: достигли более высокого уровня такие показатели, как готовность аппарата к работе, качество сварного шва, высота грата, длительность цикла сварки. Кроме того, наличие систем автоматического контроля качества шва вошло в число обязательных требований, предъявляемых заказчиками. Данные системы действуют без каких-либо команд оператора и обеспечивают надежное подтверждение соответствия качества сварки требованиям заказчиков.

О компании Primetals Technologies

Компания Primetals Technologies — совместная компания, образованная Mitsubishi Heavy Industries (МНІ) и Siemens. Компания Mitsubishi-Hitachi Metals Machinery (МНММ) входит в концерн МНІ с равным участием компаний Hitachi Ltd и IHI Corporation; 51 % акционерского капитала принадлежат концерну, а 49 % — компании Siemens. На предприятиях компании во всем мире работают около 9000 рабочих. Компания Primetals Technologies — мировой лидер в области инжиниринга, машиностроения и надежный партнер металлургов на протяжении всего жизненного цикла оборудования. Компания предлагает заказчикам свою технологию, продукцию и портфель сервисных услуг, в котором решены проблемы электроприводов, автоматизации и охраны окружающей среды. Продукция компании применима на всех этапах производства в черной металлургии, а также представляет интерес для новейших решений в области прокатки цветных металлов.



Микрофотографии образцов сварных соединений, полученных лазерной сваркой, после испытаний

Программа совершенствования сварочных аппаратов

На протяжении более 10 лет компания Primetals Technologies проводила интенсивные научно-исследовательские работы в рамках программы совершенствования технологии сварки. В начале 1990-х годов, на ранней стадии исследований, они были направлены на развитие новой концепции стыковой сварки оплавлением (для применения на входе в линии непрерывного травления, непрерывного прокатного стана и др.) и другой новой концепции точечной сварки внахлестку с раздавливанием кромок (для установки на входе в линии непрерывного электролитического цинкования, непрерывного отжига, контроля качества и др.).

Программа была продолжена в 2000 г. в связи с совершенствованием процесса лазерной сварки. Работы на первой стадии были направлены на создание аппарата для сварки тонких полос (LW21L) для линий непрерывного цинкования, контроля качества и др. Разработку аппарата для лазерной сварки толстых полос (LW21H) начали в 2004 г. с целью сварки полос толщиной от 1 до 7 мм.

Продолжая исследования, компания Primetals Technologies в настоящее время предпринимает очередной шаг на пути интеграции твердотельных (оптических квантовых) источников лазерного излучения в состав сварочных аппаратов вместо CO_2 -резонаторов. Твердотельная технология, которую уже применяют в других отраслях производства (например, в автомобильной промышленности, при стыковой сварке заготовок и др.), обладает значительными преимуществами перед CO_2 -технологией. Твердотельная технология позволяет передавать луч от источника лазерного



Образцы сварных соединений, полученных лазерной сваркой, после испытаний на растяжение

излучения к рабочему органу аппарата (режущего или сварочного) по оптическим волокнам вместо системы зеркал. Машины для лазерной сварки компании Primetals Technologies могут быть использованы также и для лазерной резки при обработке всего сортамента продукции по маркам стали и по толщине, обеспечивая хорошую подготовку поверхности для лазерной сварки.

Преимущества твердотельной лазерной технологии

Новые технологические достижения позволяют металлургам реализовать многочисленные преимущества, включая более высокую эффективность, меньшее энергопотребление, более высокие рабочие скорости резки и сварки, облегчение технического обслуживания вследствие отсутствия в аппаратах систем зеркал. Эти преимущества являются

результатом более простого способа передачи лазерного луча, высокой эффективности, простоты технического обслуживания, а также высоких рабочих характеристик резки и сварки.

Лазерный луч передается от источника излучения к рабочим головкам (для резки и для сварки) посредством волоконной оптики. При этом в аппарате отсутствует система зеркал или заслонок. При таком способе передачи луча достаточно легко проводить настройку процесса, а операции ремонта и технического обслуживания системы передачи излучения сокращаются практически до нуля. Благодаря волоконно-оптической технологии можно использовать принцип «включи и работай», исключающий сложную настройку (например, настройку зеркал в системе передачи лазерного луча). Отклики на внедрение новых проектов компаний Primetals Technologies подтвердили



STEIN

INJECTION TECHNOLOGY GmbH

TECHNOLOGY WITHOUT
COMPROMISE

ТЕХНОЛОГИЯ БЕЗ
КОМПРОМИССОВ

Пневматические конвейерные, дозировочные и инъекционные системы

- Индивидуальные и экономически эффективные технические решения и системы
- Развитие специальных производственных технологий по требованиям заказчиков
- Технология многоточечного вдувания MPI^{Pat.} для вспенивания шлака
- Технология вдувания сверху TIP^{Pat.} для установок печь-ковш и ковшей для науглероживания или легирования без использования огнеупорной фурмы
- Технология десульфурации для стали и чугуна
- Комплексные услуги от проектирования до ввода в эксплуатацию
- Длительный срок службы = меньшее техническое обслуживание = повышенная производительность, т.е. гибкая труба с огнеупорной футеровкой

STEIN INJECTION TECHNOLOGY GmbH
Hagener Str. 20 - 24
D-58285 Gevelsberg
Germany

Тел.: +49 / (0) 2332 / 75742-0
Факс: +49 / (0) 2332 / 75742-40
Эл. почта: stein@sit-gmbh.net
Интернет: www.sit-gmbh.net



Реклама

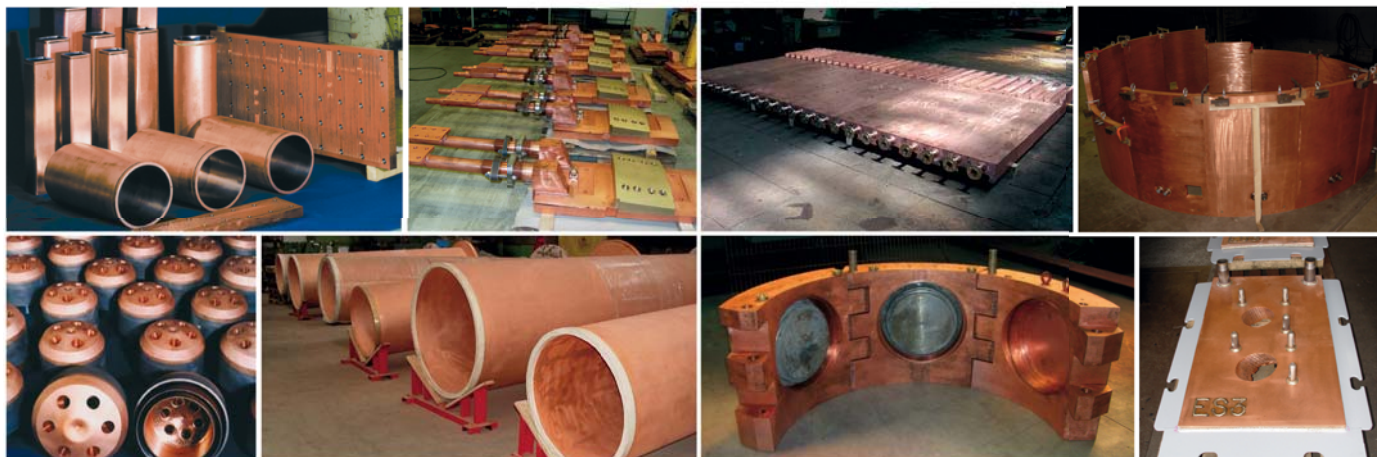
Технологические инновации

для производителей изделий
из чугуна, стали, ферросплавов
и цветных металлов

saar
metall
Gruppe

Высококачественные водоохлаждаемые медные изделия

Кованые и механически обработанные



Saar-Metallwerke GmbH

Am Römerkastell 6 · 66121 Saarbrücken · Germany

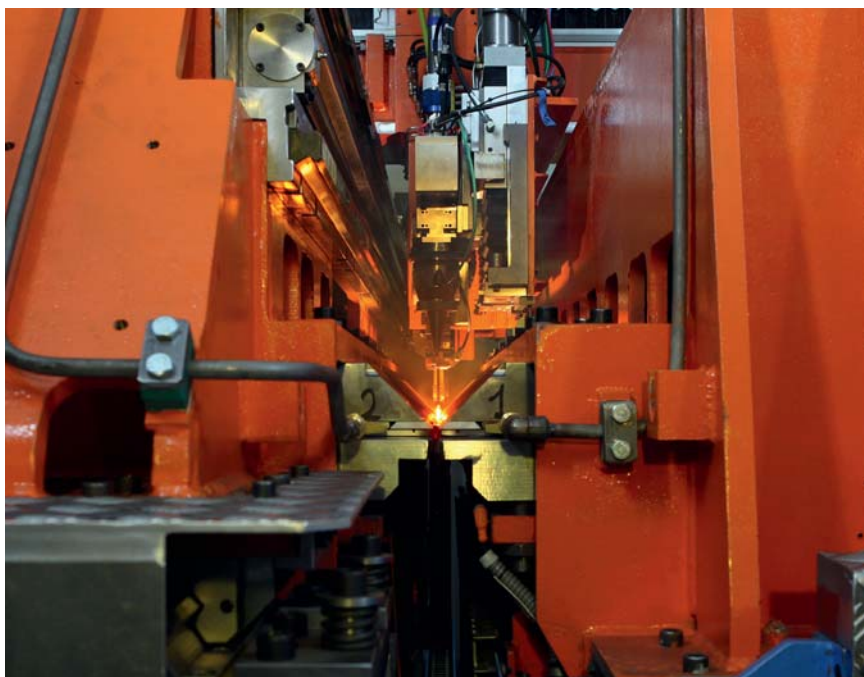
info@saarmetall.de www.saarmetall.de

Реклама

ООО "ЭйджиСи Индастрис" 123317, Москва, Пресненская наб., 6, стр. 2, башня «Империya»
Тел./факс: +7-495-797-57-47, эл. почта: salesmos@agcarbon.com



Аппарат лазерной резки в работе



Соединение кромок полосы лазерной сваркой

важность этих аспектов на стадиях ввода оборудования в эксплуатацию и его технического обслуживания. Используют два оптоволоконных световода, ведущих к режущей и сварочной головкам. Вторые концы этих световодов присоединены к источнику лазерного излучения.

Благодаря достаточной длине оптических волокон можно устанавливать источник лазерного излучения отдельно от сварочного аппарата. Поэтому источник лазерного излучения может быть установлен на специально

приспособленной площадке или на отдельном участке в помещении, что было невозможно при использовании CO_2 -технологии. Таким образом, рабочую среду вокруг источника лазерного излучения можно тщательно контролировать, в результате чего резко увеличивается срок его службы. Кроме того, источник излучения размещается отдельно от рабочего аппарата, поэтому требуемое для установки аппарата пространство уменьшается (что особенно важно на приводной стороне технологической линии).

Этот аспект может стать ключевым при модернизации линий, когда особенно остро стоят проблемы ограниченного пространства.

Повышенная энергетическая эффективность может также стать результатом уменьшения энергопотребления и уменьшения размеров других систем (например, системы охлаждения). При неизменном уровне мощности, подаваемой лазером, установленная электрическая мощность охладителя и источника излучения может быть уменьшена на 50 %.

Для технического обслуживания системы крайне важно, что волоконно-оптическая система не связана с линиями высокого давления и не имеет системы зеркал, а также не требует проверки работы внутренних элементов. Поэтому техническое обслуживание сводится к визуальному контролю и не требует разборки. Объем технического обслуживания самого источника лазерного излучения резко сокращается по сравнению с CO_2 -технологией. Требуется лишь несложная ежегодная инспекция. При постоянном уровне мощности лазера часовые текущие производственные расходы (включая расходы на газ и электроэнергию при техническом обслуживании) для твердотельной технологии на 80 % ниже, чем для CO_2 -технологии.

Важным аспектом технологии лазерной сварки является первоначальная подготовка кромок полосы. Это повышает значимость операции резки для подготовки к последующей сварке. При использовании лазерной технологии качество реза получается отличным, полоса при этом не деформируется, как это случается при механической резке. При этом отсутствуют ограничения возможностей резки, связанные с прочностью стали.

Так как эта операция проводится бесконтактно, то отсутствует износ режущего инструмента. Поэтому техническое обслуживание практически отсутствует, по сравнению с большим объемом обслуживания механических ножниц, включающим замену лезвий и их шлифование. Качество реза и надежность резки для всего сортамента полос по толщине подтверждены при использовании агрегатов LW21L (CGL/CAL/RCL) и LW31H (PL/PLTCM).

Вследствие высоких параметров лазерного луча в твердотельной системе

скорости резки и сварки повышаются по сравнению с CO₂-системами при равной установленной мощности. Скорость резки повышается на 20–100 %, а скорость сварки — на 20–50 % в зависимости от толщины полосы.

Результаты

Качество сварки проверено при производстве широкого сортамента продукции, а именно:

- из сталей — от углеродистых до высокопрочных марок (от CQ и DQ до TRIP и DP);
- из кремнистых сталей (с текстурованной и нетекстурованной микроструктурой) с содержанием кремния до 3,5 %;
- из различных коррозионностойких марок стали.

Для оценки параметров сварки применяли различные методы контроля и испытаний. Кроме испытаний твердости методом вдавливания по Бринеллю, образцы высокопрочных сталей подвергали испытаниям на растяжение, а также проверяли макро- и микроструктуру.

На аппаратах лазерной сварки можно выполнять предварительный отжиг и отжиг после завершения обработки. Данный вид обработки следует назначать в зависимости от марки стали, исходя из уровня прочности и углеродного эквивалента. Для отжига применяют индукционный нагреватель. Эта обработка бывает необходима для сталей с высоким уровнем углеродного эквивалента и позволяет получать высококачественное сварное соединение.

Для оказания эффективной помощи в работе операторов и ремонтных бригад следует установить систему оценки качества сварного шва, основанную на использовании видеокамеры с приборами зарядовой связи. Цель установки такой системы — помочь оператору правильно оценить качество сварного шва и избежать ошибок, связанных с человеческим фактором.

Выводы

Компания Primetals Technologies предлагает различную продукцию — от традиционного оборудования и до устройств для реализации современных технологических процессов, например систем лазерной сварки и резки. Важной стороной деятельности компании являются постоянные и эффективные усилия по проведению исследовательских работ и совершенствованию применяемых процессов, направленных на оптимизацию устройств для сварки и резки в самом широком плане — от монтажа, окупаемости инвестиций, расходных показателей и до технического обслуживания с использованием сервисных центров. Последняя инновация в области технологии лазерной сварки хорошо согласуется с указанным подходом, так как обеспечивает повышенную эффективность, высокие рабочие характеристики, простоту монтажа и облегчение технического обслуживания. Новые лазерные сварочные аппараты предоставляют заказчикам множество преимуществ, не последнее среди которых — более низкий уровень инвестиций. ■

Библиографический список

- [1] 51st ABM Rolling Seminar «Processes, Rolled and Coated Products», October 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brazil.



CMI INDUSTRY
Metals



Инновационные технологии для металлургической промышленности

Холодная прокатка ■ Обработка полос

Химическая обработка

Термическая обработка

Механическое оборудование

Автоматизация

Экстракционная металлургия

www.cmigroupe.com

ДИЗАЙН | ИНЖИНИРИНГ | ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ | ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОМОЩЬ И ОБУЧЕНИЕ
ПОСЛЕПРОДАЖНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Cockerill Maintenance & Ingénierie

Реклама