

Линии термической правки для получения высококачественной электротехнической стали

На протяжении нескольких последних лет производители электротехнической стали прилагают большие усилия для улучшения электромагнитных свойств материалов, чтобы привести их в соответствие со все более ужесточающимися требованиями мирового рынка в отношении энергосбережения и охраны окружающей среды. Линии отделки играют важную роль в таких проектах модернизации. В настоящее время группа Tenova участвует в программе модернизации Новолипецкого металлургического комбината, поставляя и монтируя новую линию № 6 для нанесения изоляционного покрытия и выпрямляющего отжига.

Электротехническая сталь с ориентированным зерном (текстурированная) широко применяется для производства силовых и распределительных трансформаторов, а также другого ответственного электрооборудования и аппаратуры. В мире имеется лишь несколько ведущих производителей такой электротехнической стали. ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» (ОАО «НЛМК»), Россия, является одним из крупных поставщиков трансформаторной и динамной электротехнической стали в мире.

В настоящее время ОАО «НЛМК» осуществляет крупномасштабную программу модернизации технологии и оборудования, используемых при производстве текстурированной электротехнической стали с высокой магнитной проницаемостью, которая долгое время занимала нишу в сортаменте продукции с наивысшими магнитными свойствами. Новая линия № 6 для термической правки входит в состав отделочного оборудования в длинной технологической схеме производства текстурированной электротехнической стали. В ней использованы новейшие достижения в области технологии, автоматизации и технического контроля, так как производство этого вида продукции требует высочайшей точности при контроле и регулировании технологических параметров.

Планировка линии термической правки

Линия, установленная в ОАО «НЛМК», относится к новейшему поколению оборудования для термической правки, разработанного для удовлетворения наиболее высоких требований рынка и условий охраны окружающей среды. Такие линии предназначены для обработки холоднокатаной анизотропной, подвергнутой высокотемпературному отжигу полосы в рулонах толщиной от 0,2 до 0,3 мм и шириной до 1350 мм. Масса рулонов ограничена прочностными свойствами материала при прокатке и характеристиками камерных печей для отжига.

Готовой продукцией линии является полоса из текстурированной кремнистой стали с высокими характеристиками плоскостности, электроизоляционных свойств поверхности и магнитной проницаемости (потери в сердечнике). Такой показатель, как потери в сердечнике, непосредственно характеризует потери энергии в трансформаторе, и уменьшение этого показателя является одной из важнейших целей, к которой стремятся все металлурги. В начале крупномасштабного производства такой продукции в 1950-х годах потери в сердечнике текстурированной кремнистой стали превышали 3 Вт/кг. В настоящее время у наилучших марок такой стали этот показатель равен 1 Вт/кг и продолжает улучшаться.

Если в прошлом линии термической правки работали со скоростями около 40–50 м/мин, то современное производство требует увеличения скоростей вдвое. Современное оборудование сконструировано в расчете на строгий контроль производственного процесса на всех его стадиях:

- очистки поступающей полосы;
- нанесения покрытия на полосу;
- термической обработки полосы;
- транспортирования полосы и контроля натяжения.

Обработка поверхности перед нанесением покрытия

При транспортировании текстурированной стали на всех стадиях технологического процесса, начиная с размотки рулонов, необходимо предпринимать особые меры предосторожности. На разматывателях должны быть предусмотрены специальные устройства для приема рулонов, так как рулоны после отжига в камерной печи имеют недостаточную жесткость, чтобы их можно было установить вертикально на оправке.

Чаще всего концы полос обрабатываемых рулонов соединяют сваркой, так как эта операция выполняется быстро, надежно и обеспечивает прочность при отжиге. Кроме того, при

Лоренцо Бонаджиунти, менеджер по сбыту; Фабио Леонарди, исследователь, Давид Риццо, инженер-конструктор по электрооборудованию и автоматике, компания **Tenova Strip Processing**, Милан, Италия

Контакт: www.tenovagroup.com
E-mail: lorenzo.bonagiunti@it.tenovagroup.com

Обратите внимание на... ...«ВСЕ В ОДНОМ» ОТ INTECO



Единая Группа

Вы можете положиться на компании Группы INTECO в различных частях света. В офисах наших отделений в Австрии, Китае, Индии, Германии и США будут рады ответить на любые Ваши вопросы.

Единое качество

INTECO является единственным поставщиком во всем мире, обеспечивающим комплектную поставку и даже ввод в действие оборудования по всей технологической цепочке процессов плавления, рафинирования, разливки и переплавки. Наша программа включает поставку оборудования для следующих процессов: выплавка (в электродуговых и вакуумных индукционных печах), рафинирование (в установках печь-ковш, VD/VOD — AOD, RH-VCP), разливка (механизированное литье слитков, непрерывная разливка, разливка в специально спроектированных вертикальных слябовых МНЛЗ), а также переплавка (ESR, ESR под давлением, ESRR, VAR).

Один поставщик

INTECO может осуществить поставку Вашей новой установки комплексно. Наша программа услуг охватывает сферы от консалтинга, разработки механического и электрического оборудования, средств автоматизации, технологических процессов до превосходного послепродажного сервиса и обучения персонала.

Единственное имя

INTECO

INTECO at Metal & Metallurgy,
Beijing (9th to 12th of May, 2012)
Visit our booth in Hall W1, Nr. N21

INTECO at Metallurgy Litmash,
Moscow (28th to 31st of May, 2012)
Visit our booth in Hall 7, Nr. B11



Рис. 1.
Удаление
порошкообразной
окси магния



Рис. 2.
Участок травления

этом не повреждается поверхность полосы.

Обработка поверхности полосы перед нанесением покрытия включает ряд механических и химических операций. Первой задачей является механическое удаление остаточного слоя порошка окиси магния (MgO) с поверхности полосы, поступающей после отжига в камерную печь. Это необходимо для нормального хода процесса нанесения лакового электроизоляционного покрытия. Порошок MgO используют при отжиге полосы в камерной печи, где он, участвуя в химических реакциях, предотвращает слипание витков полосы в рулонах во время длительного (продолжающегося неделю) процесса высокотемпературной термической обработки.

Входной участок линии оборудован специальными отсосами для уменьшения загрязнения окружающей среды порошком во время размотки рулонов (рис. 1). Специально

разработанные устройства для сухой предварительной очистки обеспечивают удаление порошка MgO одновременно с началом размотки.

После машины для соединения концов рулонов полосу подвергают тщательной влажной очистке щетками; длину и число щеток выбирают применительно к конкретным условиям, исходя из максимальной скорости движения полосы.

Пройдя через входной петленакопитель, полоса погружается в травильную ванну, в которой растворяется оставшийся порошок MgO , и поверхность полосы активируется перед нанесением покрытия. Длина травильной ванны и, следовательно, продолжительность погружения полосы в травильный раствор, является ключевым фактором, определяющим качество поверхности полосы после травления. Травление обычно выполняют в разбавленном растворе серной или соляной кислоты (рис. 2)

при контролируемой температуре. Следует отметить, что травление погружением предпочтительнее, чем разбрызгиванием кислотного раствора, так как при полном погружении полосы в травильный раствор достигается более равномерное травление.

Необходимая степень очистки полосы достигается благодаря последующим операциям влажной очистки щетками, промывки в душирующей установке и сушки. Жидкие стоки собираются в специализированных установках, примыкающих к технологической линии. На линии № 6 ОАО «НЛМК» эти установки размещены в существующих фундаментах (предназначавшихся на действовавшей ранее линии для петленакопительных колодцев), которые были восстановлены и переоборудованы.

На входном и выходном участках линии установлены накопители горизонтального типа для уменьшения числа перегибов полосы. Число клеток накопителя, четыре или шесть, выбирают в зависимости от имеющихся свободных площадей и возможности углубления котлована. Плоскостность полосы определяется при ее перемещении в технологической линии посредством бесконтактной измерительной системы.

Нанесение покрытия на полосу

Изоляционное покрытие придает поверхности полосы дополнительное электрическое сопротивление, что, в свою очередь, способствует сокращению потерь энергии, ограничивая возникающие вихревые токи в сердечниках трансформаторов. Для нанесения покрытия применяют два устройства специальной конструкции (рис. 3), обеспечивающие максимальную гибкость технологии и допускающие ремонт без прерывания технологического процесса. Оба устройства могут быть в любой момент извлечены из линии.

Каждое устройство для нанесения покрытия можно точно устанавливать в вертикальном направлении на уровне входа полосы в сушильную печь; таким образом, оператор может сосредоточить свое внимание на регулировании натяжения полосы

Компетентность в области печных установок для нагрева и термообработки



Специалист по печам «АНДРИТЦ Мэрц» является одним из ведущих поставщиков для металлургической и медной промышленности в области плавки и термообработки металлов. В широчайший профиль услуг ведущей компании по производству печей

входят промышленные печи для металлургической промышленности, эксплуатируемые в постоянном или прерывном режиме, плавильные и рафинировочные печи для медной промышленности, а также подсобное оборудование к ним.

АНДРИТЦ Мэрц ГмбХ
Корнелиусштрассе 36, 40215 Дюссельдорф,
Германия
Тел.: +49 (211) 38425-0
Факс: +49 (211) 38425-20
welcome-maerz@andritz.com

www.andritz.com

в соответствии с заданным режимом. Ролики устройства для нанесения покрытия имеют привод, обеспечивающий компенсацию инерции и потерь на трение, и оборудованы точными силоизмерительными датчиками.

зависит в основном от встроенной в линию измерительной аппаратуры.

Конструкция устройства для нанесения покрытия предусматривает возможность прохождения через него соединенных концов рулонов без

основную роль играет стеклянная пленка, сформировавшаяся в процессе отжига в колпаковой печи.

Печь

Далее полоса поступает в печь для термомеханической обработки. В линии термической правки № 6 первая секция этой печи представляет собой сушильную камеру, оборудованную горелками с открытым пламенем. Камера предназначена для плавного и равномерного нагрева покрытия в процессе сушки и предотвращения прожогов или кристаллизации покрытия. Температуру полосы повышают до нескольких сотен градусов по Цельсию, регулируя ее в соответствии с заданной технологией.

Во второй секции — в камере нагрева — полосу постепенно нагревают до максимальной температуры, заданной режимом термообработки. В начале третьей секции, камере выдержки, машиной для выпрямляющего отжига придает полосе «концентрированное» удлинение, необходимое для ее правки. По сравнению с применявшимися ранее линиями такое техническое решение позволяет избежать напряжений, возникающих в процессе правки и проявляющихся во время последующей операции выдержки, выполняемой при высокой температуре (850 °C).

Секция охлаждения подразделяется на три отдельные зоны охлаждения. В первой зоне происходит медленное форсуночное охлаждение со скоростью всего 10 °C/с. Очень плавное равномерное охлаждение с ограниченным температурным градиентом предотвращает возникновение в полосе термических растягивающих напряжений. После опускания температуры полосы ниже критической включаются охлаждающие форсунки для более быстрого снижения температуры. Последней стадией охлаждения является воздушное охлаждение.

Контроль свойств материала и выходной участок линии

Измерение плоскостности полосы производят и на выходе из печи в ходе непрерывного контроля качества обрабатываемой полосы. Сравнение плоскостности, измеренной на выходе



Рис. 3. Устройство для нанесения покрытия

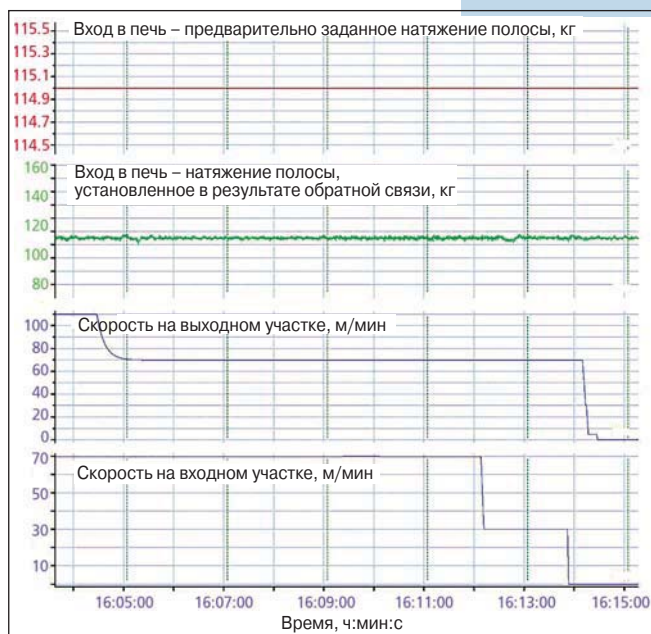


Рис. 4. Запись показателей изменения натяжения полосы в печи в зависимости от скорости движения

Толщина покрытия контролируется регулированием давления роликов для нанесения покрытия (давление регулируют независимо со стороны оператора и с приводной стороны), а также выбором физических характеристик роликов. Лаковое покрытие должно быть равномерно с верхней и нижней сторон на всю поверхность полосы, без каких-либо пропусков. Толщина сухого покрытия составляет несколько микрон и может быть даже равной 1 мкм. Допускаемое отклонение толщины покрытия

остановки процесса. Возможно также использование для формирования покрытия материалов так называемого напряженного типа, которые улучшают магнитные свойства (в частности, потери в сердечнике) электротехнической полосы.

Для контроля и регулирования толщины покрытия в линии — за печью — установлены толщиномеры. Однако общее сопротивление полосы с покрытием в большой степени зависит от свойств подложки, в которой

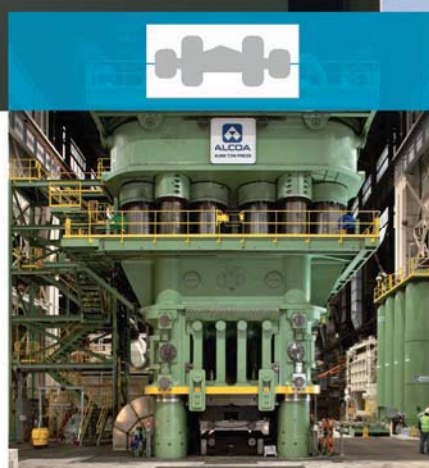


Siempelkamp

Maschinen- und Anlagenbau

www.siempekkamp.com

НАДЕЖНЫЕ, ПРОЧНЫЕ, ТОЧНЫЕ



Прессы для кузнечно-прессовых цехов

СВОБОДНАЯ КОВКА | ОБЪЕМНАЯ ШТАМПОВКА

Прессы компании Siempelkamp развивают усилие прессования до 400 МН и входят в список наиболее мощного оборудования в мире.

www.siempekkamp.com

Special Price
49,00 €



Contents

- Complete index to companies, in alphabetical order by country
- Country-specific statistics, including key data from the steel economy (production, imports, exports)
- Company profiles (in alphabetical order):
Company name/address, phone/fax, Internet/e-mail
- Management: Chairman, CEO
- Production plants
- Production programme
- Index to products
- Index of names

2010, approx. 700 pages
Book including CD-ROM
ISBN 978-3-87552-168-9

Handbook of the European Iron and Steel Works

Steel in Europe – from Finland to Cyprus, from Portugal to Russia.
In this Handbook you will find your personal business partners and key economic data indispensable for your sales and purchasing activities.

Clearly structured, up to date and well researched. A valuable reference book with highly informative company profiles, exhaustive product index, comprehensive index of names, country-specific statistics and key economic data.



Montan- und Wirtschaftsverlag GmbH

P.O. Box 10 51 64 · D-40042 Düsseldorf · Germany · Fon: +49 211 6707-561 · Fax: +49 211 6707-547

E-mail: annette.engels@stahleisen.de · www.stahleisen.de

из печи, с результатами измерений этого параметра на входе позволяет оптимизировать удлинение полосы в печи. После выходного накопителя магнитные свойства полосы (потери в сердечнике) постоянно измеряют в линии агрегата. Наконец, полоса поступает в вертикальный стенд для визуального контроля и оценки качества покрытия поверхности.

Конструктивные особенности

Ролики транспортных рольгангов имеют соответствующий диаметр для минимизации механических напряжений и предотвращения пластификации полосы, что позволяет сохранять магнитные свойства готовой продукции и плоскостность полосы. Магнитные свойства (потери в сердечнике) непосредственно влияют на экономию электроэнергии, а плоскостность полосы — на рабочие характеристики трансформаторов (например, на шум при работе).

Направляющие ролики сконструированы таким образом, чтобы обеспечить лучшее центрирование полосы и избежать нежелательного растяжения кромок. Решающую роль в работе линии играет система автоматизации,

задача которой — гарантировать полное исключение возможности возникновения неконтролируемых напряжений в материале полосы при обработке, прежде всего в высокотемпературных зонах, где особенно важно стабильное натяжение полосы.

Натяжение полосы в печи составляет всего 3 Н/мм², менее 50 кг для наиболее тонких полос сортамента. Система контроля натяжения построена в виде независимых замкнутых измерительных схем, располагающихся перед входом в зону высокотемпературной обработки и на выходе из нее. Система может отфильтровывать возможные нарушения заданного режима натяжения, возникающие под влиянием входного и выходного петлевых накопителей. Для стабилизации натяжения отказались от применявшихся прежде накопителей традиционной конструкции (петлевых колодцев) в пользу современных установок с тянущими роликами. Натяжение полосы регулируется по всей длине технологической линии с высокой точностью, в стабильном и динамическом состояниях.

Система автоматизации также осуществляет тщательный контроль удлинения полосы в печи. Величина удлинения составляет около 1 мм/м и является одним из важнейших техно-

логических параметров, определяющих форму полосы. Удлинение полосы в печи регулируется с максимальной точностью, допускаемой датчиками положения, установленными на приводах транспортных рольгангов. Диаграммы, приведенные на рис. 4, показывают рабочие параметры действующей технологической линии (в частности, натяжение в печи), записанные в нестационарных режимах, при колебаниях скорости во входной и выходной сторонах.

Выводы

Спецификации на полосы из электротехнической текстурованной стали, касающиеся плоскостности, электроизоляционного поверхностного покрытия и магнитной проницаемости, включают все более жесткие требования, предъявляемые производителями трансформаторов. Линии термической правки новейшей конструкции, как отмечено выше, характеризуются использованием современного механического, технологического, печного и электрического оборудования. С их помощью можно производить высококачественную продукцию, удовлетворяющую всевозрастающим требованиям рынка. ■

ПРОДАЕМ И ПОКУПАЕМ ОБОРУДОВАНИЕ, БЫВШЕЕ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

- Прокатные станы х.п. и г.п.
- Вальцешлифовальные станки
- Линии непрерывной разливки
- Правильные машины
- Волочильные станы

- Линии продольной резки
- Линии поперечной резки
- Профилировочные станы
- Моталки
- Подъемные тележки

- Трубосварочные станы
- Пресса горячего прессования
- Соединительные пресса
- Упаковочные линии для рулонов после резки

Закажите наш список оборудования!



COILTEC Maschinenvertriebs GmbH
 Silberkaute 4 - 57258 Freudenberg/Фройденберг, Германия
 Тел. +49-2734-578425 факс: +49-2734-578457
<http://www.coiltec.de> coiltec@t-online.de